

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“EL GRADO DE CONTAMINACIÓN, POR AGENTES
BACTERIOLÓGICOS EN EL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE TSACHOPEN –
OXAPAMPA – 2018”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

Bach. YOISY MIRELA AQUINO ESPINOZA

Cerro de Pasco – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“EL GRADO DE CONTAMINACIÓN, POR AGENTES
BACTERIOLÓGICOS EN EL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE TSACHOPEN –
OXAPAMPA – 2018”**

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Presentado por: Bach. Yoisy Mirela AQUINO ESPINOZA

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE
JURADOS**

**Mg. Eleuterio Andrés ZVALETA SANCHEZ
PRESIDENTE**

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO**

**Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO**

**Dr. Crecencio Amaro QUIÑONES NARVÁEZ
ASESOR**

DEDICATORIA

Al Padre Celestial, el que me ha dado fortaleza para seguir adelante, por ello con toda humildad dedico esta investigación en primer lugar a Dios.

A mi mami chula a quien admiro por su fortaleza y perseverancia, que con su demostración de madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada, a través de sus sabios consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional, y estoy segura que me sigue guiando y cuidando desde el cielo.

A mi papi quien es mi fortaleza, por su apoyo incondicional, esfuerzo, sacrificio y por formarme en valores.

A mis hermanitos Jhani y Andy por su cariño y apoyo. A mi amado Jeffer por sus consejos y recomendaciones y a su familia por considerarme parte de ellos y apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Daniel Alcides Carrión** – Escuela profesional – Filial Oxapampa, al personal directivo por su apoyo y a sus maestros quienes son nuestros guías.

Al Dr. **QUIÑONES NARVÁEZ, Crecencio Amaro** por asesorarme y orientarme con sus conocimientos haciendo posible la elaboración de la presente investigación.

Al Mg. **GOMEZ MIGUEL, Jesus** por haberme brindado sus conocimientos durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Blgo. **FACUNDO SALAS, Kelvin Guisilvert** por haberme brindado sugerencias, recomendaciones y por apoyarme durante la ejecución de la investigación.

Al Mg. **RAMOS PEÑALOZA, Edson Valery** por sus valiosos aportes para el desarrollo de la investigación.

Y a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “El grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018”, con el propósito de determinar el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen, en cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Daniel Alcides Carrión.

El presente trabajo se organiza en seis capítulos: Contando inicialmente con las páginas preliminares de acuerdo con las formalidades, seguidas por el capítulo I, donde se aborda el planteamiento de problema, la determinación del problema, la formulación del problema, objetivos, justificación, importancia, alcances y limitaciones; en el capítulo II se presenta el marco teórico, los antecedentes, las bases teóricas – científicos, la definición de términos, la hipótesis y las variables; En el capítulo III se presenta la metodología, tipo de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, método de la investigación, técnica e instrumento de recolección de datos, técnica de procesamiento, análisis de datos y tratamiento estadístico de datos, en el capítulo IV se presentan el tratamiento estadístico e interpretación de datos, presentación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados, por último se dan a conocer las conclusiones más resaltantes a las que he arribado, se dan recomendaciones y se presentan las referencias bibliográficas, acompañadas del anexo pertinente.

Señores miembros del jurado dejo a vuestra consideración, para la respectiva valoración de la presente tesis.

El autor

RESUMEN

Objetivo: Determinar el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018.

Material y método: Para el análisis de agua se tomaron 8 muestras de agua de consumo humano de los sistemas de abastecimiento San Roque y Miraflores, las cuales se tomaron en diferentes puntos: en 2 captaciones, en 2 reservorios y en 4 conexiones domiciliarias. La investigación se ajusta al tipo descriptivo, el diseño fue no experimental transversal, el método corresponde al inductivo; las técnicas para la recolección de datos fueron la observación, la entrevista y el test instrumental.

Resultados: El grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018, a nivel de captación de ambos sistemas de abastecimiento de agua San Roque y Miraflores el promedio del grado de contaminación por agentes bacteriológicos (coliformes totales y fecales) es de 92.5, a nivel de reservorio el promedio es de 87.3 y a nivel de las conexiones domiciliarias el promedio es de 81.5

Conclusión: El total de las muestras analizadas por el método NMP por tubos múltiples al 95 % de confianza superaron los límites máximos permisibles (LMP) del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA ya que no se encuentra exenta de bacterias coliformes totales y fecales por lo tanto el agua deja ser apta para consumo humano, por lo que se debe tomar acciones de control y mitigación planteando medidas correctivas con el propósito de garantizar el suministro de agua segura y por ende proteger la salud de la población.

Palabras clave: Contaminación, Bacteriología, Agua, Consumo.

ABSTRACT

Objective: To determine the degree of contamination, by bacteriological agents in water for human consumption in the native community of Tsachopen - Oxapampa - 2018.

Material and method: For the water analysis, 8 samples of water for human consumption were taken from the San Roque and Miraflores supply systems, which were taken at different points: in 2 catchments, in 2 reservoirs and in 4 household connections. The research fits the descriptive type, the design was non-experimental transverse, the method corresponds to the inductive; the techniques for data collection were observation, interview and instrumental test.

Results: The degree of contamination, by bacteriological agents in the water for human consumption in the native community of Tsachopen - Oxapampa - 2018, at the level of catchment of both water supply systems San Roque and Miraflores the average level of contamination by agents bacteriological (total and fecal coliforms) is 92.5, at the reservoir level the average is 87.3 and at the level of the household connections the average is 81.5

Conclusion: The total of the samples analyzed by the NMP method by multiple tubes at 95% confidence exceeded the maximum permissible limits (LMP) of the Regulation of Water Quality for Human Consumption D.S. N ° 031 - 2010 - SA since it is not free of total coliform and faecal bacteria therefore the water leaves it suitable for human consumption, therefore control and mitigation actions must be taken, proposing corrective measures in order to guarantee the supply of safe water and therefore protect the health of the population.

Keywords: Pollution, Bacteriology, Water, Consumption.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1. Determinación del problema.....	3
2.2. Formulación del problema.....	8
2.2.1. Problema general.....	8
2.2.2. Problemas específicos.....	8
2.3. Objetivos.....	8
2.3.1. Objetivo general.....	8
2.3.2. Objetivo específico.....	8
2.4. Justificación del problema.....	9
2.4.1. Justificación teórica.....	9
2.4.2. Justificación metodológica.....	9
2.4.3. Justificación práctica.....	9
2.4.4. Justificación investigativa.....	9
2.4.5. Justificación relevante.....	10
2.5. Importancia y alcances de la investigación.....	10
2.5.1. Importancia.....	10
2.5.2. Alcances.....	10
2.6. Limitaciones.....	11
CAPITULO II.....	12
MARCO TEORICO.....	12
2.1. Antecedentes.....	12
2.2. Bases teórico – científico.....	15
2.2.1. Generalidades del agua.....	15
2.2.2. Aspectos bacteriológicos del agua.....	16
2.2.3. Contaminación microbiológica del agua.....	18

2.2.4.	Indicadores microbiológicos de calidad del agua.....	19
2.2.5.	Bacterias indicadores de la calidad bacteriológica del agua.....	21
2.2.6.	Principales enfermedades relacionadas con el agua.....	22
2.2.7.	Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales.....	23
2.2.8.	Legislación Peruana sobre la Calidad del Agua.....	24
2.3.	Definiciones de términos.....	27
2.4.	Hipótesis.....	28
2.4.1.	Hipótesis General.....	28
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	29
2.5.	Identificación de las Variables:.....	29
2.5.1.	Variables Independientes.....	29
2.5.2.	Variables Dependientes.....	29
2.5.3.	Variables Intervinientes.....	29
CAPITULO III.....		30
METODOLOGIA.....		30
3.1.	Tipo de investigación.....	30
3.2.	Diseño de investigación.....	30
3.3.	Población y muestra.....	31
3.3.1.	Población.....	31
3.3.2.	Muestra.....	31
3.4.	Métodos de investigación.....	31
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	33
3.7.	Tratamiento estadístico de datos.....	33
CAPITULO IV.....		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		34
4.1.	Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros.....	34
4.2.	Presentación de Resultados.....	36
4.3.	Discusión de Resultados.....	51
CONCLUSIONES.....		56
RECOMENDACIONES.....		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		59
ANEXOS.....		62

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 1: Estado del reservorio de agua de la CC.NN de Tsachopen (San Roque)	4
Fotografía N° 2: Estado del reservorio de agua de la CC.NN de Tsachopen - Miraflores	4
Fotografía N° 3: Presencia de ganado vacuno en el sistema de abastecimiento de agua San Roque.....	5
Fotografía N° 4: Registro de pacientes con enfermedad diarreica.....	6
Fotografía N° 5: Registro de pacientes con enfermedad diarreica.....	6
Fotografía N° 6: Presencia de excretas al margen de la fuente de agua San Roque.....	68
Fotografía N° 7: Captación de la fuente de agua San Roque.....	68
Fotografía N° 8: Ganado vacuno en el interior del sistema de agua San Roque	69
Fotografía N° 9: Reservorio del sistema de agua San Roque	69
Fotografía N° 10: Fuente de agua quebrada Miraflores.....	70
Fotografía N° 11: Reservorio de agua Miraflores.....	70
Fotografía N° 12: Entrevista al presidente de la JASS	71
Fotografía N° 13: Preparación de materiales para el análisis de agua.....	72
Fotografía N° 14: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato de concentración doble	72
Fotografía N° 15: Homogenización de Caldo de Lauril Sulfato.....	73
Fotografía N° 16: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato.....	73
Fotografía N° 17: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato de concentración simple.....	74
Fotografía N° 18: Medio Caldo de Lauril Sulfato en dos concentraciones diferentes .	74
Fotografía N° 19: Preparación de la batería de tubos con series de 5 tubos a concentración doble y 10 tubos a concentración simple	75
Fotografía N° 20: Transferencia de la dilución en cada tubo	75
Fotografía N° 21: Preparación de frascos para muestras de agua.....	76

Fotografía N° 22: Esterilización de frascos para muestras de agua.....	76
Fotografía N° 23: Esterilización de tubos	77
Fotografía N° 24: Recolección de muestra de agua N° 01 captación San Roque.....	77
Fotografía N° 25: Muestra de agua N° 01 debidamente identificada	78
Fotografía N° 26: Almacenamiento de la muestra de agua captación San Roque.....	
Fotografía N° 27: Medición de parámetros de campo de la captación San Roque.....	79
Fotografía N° 28: Recolección de la muestra N° 02 reservorio San Roque	79
Fotografía N° 29: Almacenamiento de la muestra N° 02 reservorio San Roque.....	80
Fotografía N° 30: Medición de parámetros de campo del reservorio San Roque	80
Fotografía N° 31: Medición de cloro residual del reservorio San Roque.....	81
Fotografía N° 32: Preparación del grifo para la recolección de muestra.....	81
Fotografía N° 33: Recolección de la muestra N° 03 conexión domiciliaria - Gonzales Espinoza	82
Fotografía N° 34: Almacenamiento de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Espinoza.....	82
Fotografía N° 35: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Espinoza	83
Fotografía N° 36: Recolección de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco	83
Fotografía N° 37: Almacenamiento de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco	84
Fotografía N° 38: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco.....	84
Fotografía N° 39: Cuatro muestras de agua del sistema de abastecimiento de agua San Roque.....	85
Fotografía N° 40: Siembra de la muestra de agua al medio de cultivo (Caldo de Lauril Sulfato)	85
Fotografía N° 41: Incubando los tubos a 35 ± 0.5 °C.....	86
Fotografía N° 42: Verificación de los tubos positivos en la etapa presuntiva	86
Fotografía N° 43: Pesado del medio caldo EC - MUG para prueba confirmativa	87
Fotografía N° 44: Pesado del medio caldo Verde brillante bilis para prueba confirmativa.....	87
Fotografía N° 45: Dilución de medios de cultivo	88

Fotografía N° 46: Tubos con medios de cultivo de caldo EC y caldo Verde brillante bilis	88
Fotografía N° 47: Esterilización de los tubos con medios de cultivo	89
Fotografía N° 48: Siembra de un cultivo positivo de CLS a un tubo con medio EC ...	89
Fotografía N° 49: Siembra de un cultivo positivo de CLS a un tubo con medio de cultivo Verde Brillante Bilis.....	90
Fotografía N° 50: Incubación de los tubos con caldo Verde brillante bilis a 35 ± 0.5 °C	90
Fotografía N° 51: Incubando los tubos con medio EC a 44.5 ± 0.2 °C en baño maría..	91
Fotografía N° 52: Lectura de los tubos positivos de la prueba confirmativa para coliformes totales y fecales.....	91
Fotografía N° 53: Preparación de los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato.....	92
Fotografía N° 54: Esterilización de los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato.....	92
Fotografía N° 55: Estado de la infraestructura de captación Miraflores	93
Fotografía N° 56: Recolección de muestra N° 01 captación Miraflores.....	93
Fotografía N° 57: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 01 captación Miraflores	94
Fotografía N° 58: Recolección de muestra N° 02 reservorio Miraflores.....	94
Fotografía N° 59: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 02 reservorio Miraflores	95
Fotografía N° 60: Recolección de muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Soto	95
Fotografía N° 61: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Soto.....	96
Fotografía N° 62: Recolección de muestra N° 04 conexión domiciliaria II.EE N° 34.....	96
Fotografía N° 63: Medición de parámetros de campo de muestra N° 04 conexión domiciliaria II.EE N° 34425	97
Fotografía N° 64: Cuatro muestras de agua para consumo humano recolectadas - Miraflores	97
Fotografía N° 65: Agitación de la muestra para una buena homogenización.....	98
Fotografía N° 66: Codificación de los tubos con medio de cultivo.....	98

Fotografía N° 67: Siembra de muestra de agua en los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato.....	99
Fotografía N° 68: Siembra de muestra de agua al tubo con medio Caldo Lauril Sulfato en menor volumen	99
Fotografía N° 69: Incubación de los tubos con Caldo de Lauril Sulfato a 35.5 ± 0.5 °C prueba presuntiva.....	100
Fotografía N° 70: Identificación de los tubos positivos.....	100
Fotografía N° 71: Siembra de un cultivo positivo de Caldo Lauril Sulfato a un tubo con medio EC y a otro con medio Verde brillante bilis	101
Fotografía N° 72: Incubación de los tubos con caldo Verde brillante bilis a 35 ± 0.5 °C	101
Fotografía N° 73: Incubando los tubos con medio EC a 44.5 ± 0.2 °C en baño maría	102
Fotografía N° 74: Tubos positivos con medio Caldo Verde brillante bilis prueba confirmativa.....	102
Fotografía N° 75: Tubo positivo con medio Caldo Lauril Sulfato indica concentración de coliformes totales.....	103
Fotografía N° 76: Tubos positivos con medio EC prueba confirmativa.....	103
Fotografía N° 77: Tubo positivo con medio EC indica concentración de coliformes fecales	104

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Ubicación geográfica del distrito de Oxapampa	63
Imagen N° 2: Ubicación geográfica de la comunidad nativa de Tsachopen	63

INDICE DE TABLA

Tabla N° 1: Principales enfermedades transmitidas por el agua	23
Tabla N° 2: ECA de Parámetros microbiológicos.....	25
Tabla N° 3: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	26
Tabla N° 4: Test instrumental de recolección de datos	32
Tabla N° 5: Muestra N° 01 (Captación San Roque)	36
Tabla N° 6: Muestra N° 02 (Reservorio San Roque)	37

Tabla N° 7: Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza).....	39
Tabla N° 8: Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco)	40
Tabla N° 9: Muestra N° 01 (Captación Miraflores).....	42
Tabla N° 10: Muestra N° 02 (Reservorio Miraflores).....	43
Tabla N° 11: Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Soto).....	45
Tabla N° 12: Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – II.EE 34425 Miraflores).....	46
Tabla N° 13: Resultados del grado de contaminación bacteriológica del agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen.....	48

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Cantidad de población con índice de enfermedad diarreica en la comunidad nativa de Tsachopen - 2017	7
Gráfico N° 2: Porcentaje de población con índice de enfermedad diarreica en la comunidad nativa de Tsachopen -2017	7
Gráfico N° 3: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 01 (Captación San Roque).....	36
Gráfico N° 4: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 02 (Reservorio San Roque).....	38
Gráfico N° 5: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza)	39
Gráfico N° 6: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco).....	41
Gráfico N° 7: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 01 (Captación Miraflores).....	42
Gráfico N° 8: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 02 (Reservorio Miraflores)	44
Gráfico N° 9: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Soto).....	45
Gráfico N° 10: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – II.EE 34425 Miraflores)	47
Gráfico N° 11: Promedio del grado de contaminación por concentración de coliformes totales.....	49

Gráfico N° 12: Promedio del grado de contaminación por concentración de coliformes totales.....	49
Gráfico N° 13: Análisis comparativo del grado de contaminación bacteriológica del agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen	50

INTRODUCCIÓN

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 a niños y adultos. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)

Son millones de personas que se abastecen de agua que no cumplen las recomendaciones, ni los estándares nacionales e internacionales que se establecen para el consumo humano. Son 70 millones de latinoamericanos que carecen de acceso a agua potable, sobre todo en llegar con los servicios a las zonas urbano-marginales y a las rurales.

El Perú es uno de los países que tiene el privilegio de tener el 1% del 5% a nivel mundial de agua dulce, sin embargo, es manejado de manera inadecuada, generándose escasez y falta de suministro para aquellas zonas más alejadas y pobres del país.

El agua es un factor que puede convertirse en un vehículo para la adquisición de diversas enfermedades en el ser humano. Actualmente, existen descritas más de 20 enfermedades en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. El inadecuado consumo provoca riesgos a corto plazo que son el resultado de la contaminación del agua por elementos químicos o microbiológicos que pueden suscitar trastornos en un período que va desde unas pocas horas hasta varias semanas después de la ingestión, originando numerosas enfermedades diarreicas y gastroentéricas.

En la comunidad nativa de Tsachopen, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, región Pasco existen dos sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano San Roque y Miraflores, en la parte lateral y posterior de las fuentes de agua se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas lo que representa un riesgo potencial de contaminación, asimismo las infraestructuras tanto de las captaciones como de los reservorios no reciben un adecuado tratamiento y mantenimiento periódicamente, además se ha investigado que en la comunidad se han reportado casos de enfermedades diarreicas siendo los más

afectados la población infantil. El propósito de este proyecto de investigación es determinar el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen, para de ese modo dar a conocer que tanto es el grado de contaminación y se puedan tomar medidas correctivas y preventivas para mejorar la calidad bacteriológica del agua y por ende la calidad de vida de la población.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Determinación del problema

El agua es un elemento vital para los seres vivos, por consiguiente, el acceso al agua potable es esencial para la vida, sin embargo, el crecimiento de la población, el incremento de la industrialización, la escasez de fuentes de agua para consumo libres de contaminantes, es decir, inocuas, constituye un problema que enfrenta la población peruana. El agua puede convertirse en un vehículo transmisor de diversas enfermedades como la enfermedad diarreica aguda en el ser humano, sobre todo en la población infantil. El Perú enfrenta problemas de abastecimiento y contaminación de agua sobre todo en las zonas rurales o recientemente pobladas. (Tarqui, 2016)

La comunidad nativa de Tsachopen, se encuentra ubicada en el distrito de Chontabamba y provincia de Oxapampa, región Pasco a una altitud de 1822 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m); según el censo del año 2017 cuenta con una población de 172 habitantes. Los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de la comunidad cuentan con dos fuentes de agua de tipo superficial, la quebrada San Roque y quebrada Miraflores cada uno está conformado por la captación las cuales se encuentran en estado deficiente con falla estructural no

presentan cerco de protección y falta de mantenimiento adecuado por parte de la población beneficiaria, los reservorios se encuentran con fallas estructurales en las paredes internas y el revestimiento exterior se encuentran en gran parte húmedas con filtraciones constantes y las redes de distribución se encuentran en estado deteriorado por falta de mantenimiento y reparación de algunas las tuberías rotas asimismo solo son desinfectadas con cloro una vez cada tres meses según la entrevista realizada al presidente de la Junta Administrativa de Servicio de Agua y Saneamiento (JASS) ,el mantenimiento, limpieza y conservación de los sistemas no son adecuados como se muestra en la fotografía N° 01 y 02.

Fotografía N° 1: Estado del reservorio de agua de la CC.NN de Tsachopen (San Roque)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 2: Estado del reservorio de agua de la CC.NN de Tsachopen - Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Además, el entrevistado afirma que la captación y reservorio del sistema de agua - San Roque se encuentra en el interior de la propiedad de un comunero quien tiene sus vacunos en dicho terreno, con el permiso que me concedieron pude corroborar que efectivamente el ganado se encontraba dicha área como se puede visualizar en la fotografía N° 03, cabe mencionar que de este sistema de agua se abastece la mayoría de la población de la comunidad nativa de Tsachopen, por otro lado en la parte superior de la captación del sistema de agua – Miraflores existen sembríos de café y granadilla.

Fotografía N° 3: Presencia de ganado vacuno en el sistema de abastecimiento de agua -San Roque

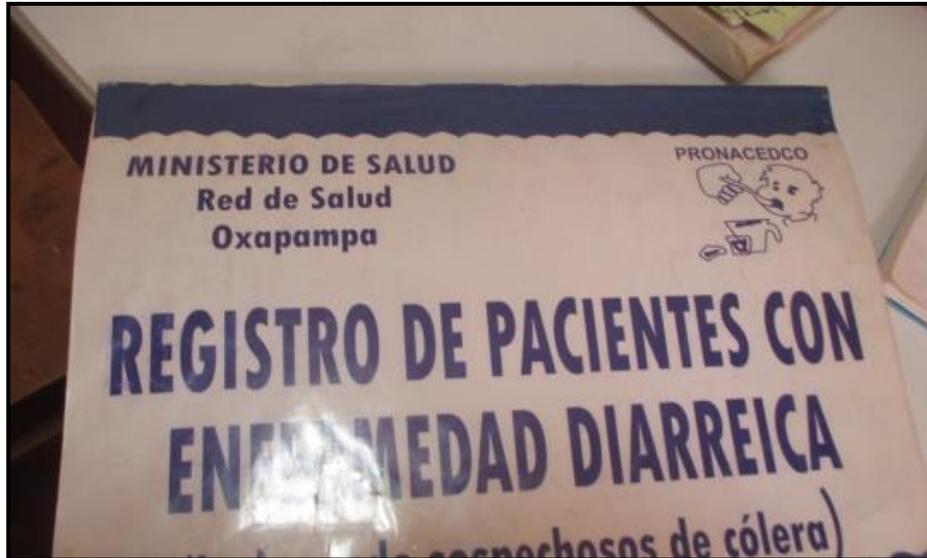


Fuente: Elaboración propia

Por lo antes mencionado el agua que consume la comunidad nativa de Tsachopen está expuesta a contaminación, que repercute de manera significativa en la salud de la población siendo los más susceptibles de contraer enfermedades gastrointestinales la población infantil, ello se demuestra mediante los casos presentados de pacientes con enfermedad diarreica en el puesto de salud de la comunidad nativa de Tsachopen en el año 2017, donde un 26,1 % de la población presentaron enfermedades diarreicas, de los cuales 16,5 % fueron casos de niños entre 2 a 10 años el cual se puede evidenciar en las fotografías N° 04 y 05 además en las ilustraciones N° 01 y 02; porque la población desconoce el grado de contaminación bacteriológica del agua que consume por ello en la presente investigación se realizará el respectivo análisis bacteriológico, para de eso modo dar a conocer que tanto está contaminada por agentes bacteriológicos (coliformes

totales y termotolerantes) y sea motivo de atención urgente a su buen tratamiento con el fin de proteger la salud de los usuarios.

Fotografía N° 4: Registro de pacientes con enfermedad diarreica



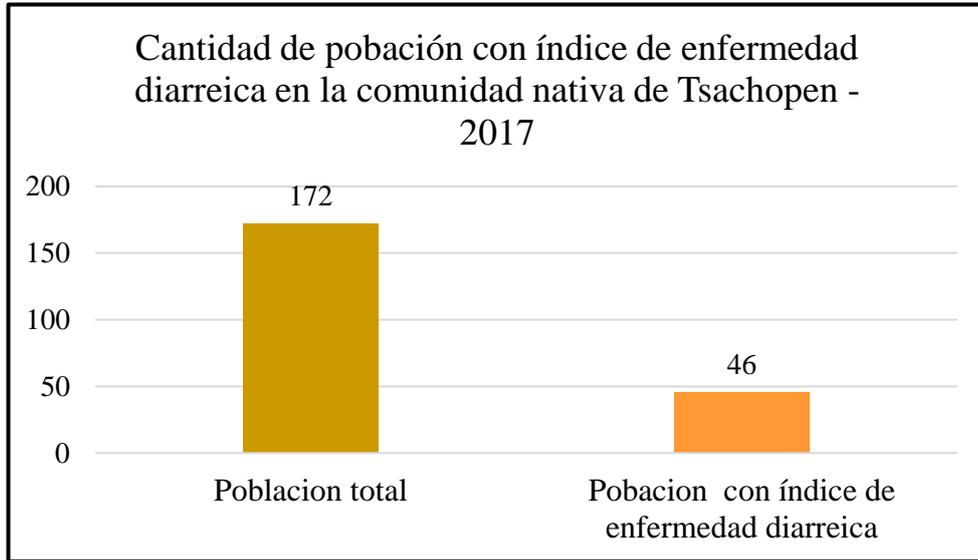
Fuente: Puesto de Salud Tsachopen

Fotografía N° 5: Registro de pacientes con enfermedad diarreica

INGRESOS		FECHA		HORA		APELLIDOS Y NOMBRES		EDAD		PROCEDECENCIA				
HC/FF	S.E.	FECHA	HORA AM PM	APELLIDOS Y NOMBRES	M	F	DIST.	LOCALIDAD	Dist. / Comarca / Calle / Mancomunidad / Loc.	A	SR	R	SR	CR
MS-02	5	08/15	10:40	Sanjose Villacorta			DI	CRUCO	MF					
MS-03	05	31-1-15	12:15	Arcequillo Villacorta		34	CRUCO	Tsachopen	San Diego					
MS-04	08	31-1-15	9:15	Gonzales Aguirre		28	CRUCO	Tsachopen	Manitas					
MS-05	9	11-2-15	3:15	Pedraza Soto		7	CRUCO	Tsachopen	Manitas					
MS-06	7	17-2-15	8:10	Copangui Tomas		21	CRUCO	Tsachopen	Manitas					
MS-07	7	19-2-15	11:20	Arias Fajal Villacorta		10	CRUCO	Tsachopen	San Roque					
MS-08	10	5-2-15	11:20	Sandoval Pardo		12		SR	SR					
MS-09	10	8-2-15	9:30	Arcequillo Villacorta		34		SR	SR					
MS-10	14	6-1-15	9:30	Chuaqui Pardo		27	CRUCO	MF	MF					
MS-11	7	7-2-15	11:30	Sandoval Pardo		24		SR	SR					
MS-12	7	7-2-15	11:30	Sandoval Pardo		24		MF	MF					
MS-13	8	4-2-15	11:00	Sandoval Pardo		26		MF	MF					
MS-14	15	12-1-15	7:15	Copangui Tomas		21		MF	MF					
MS-15	15	12-1-15	7:15	Copangui Tomas		21		MF	MF					

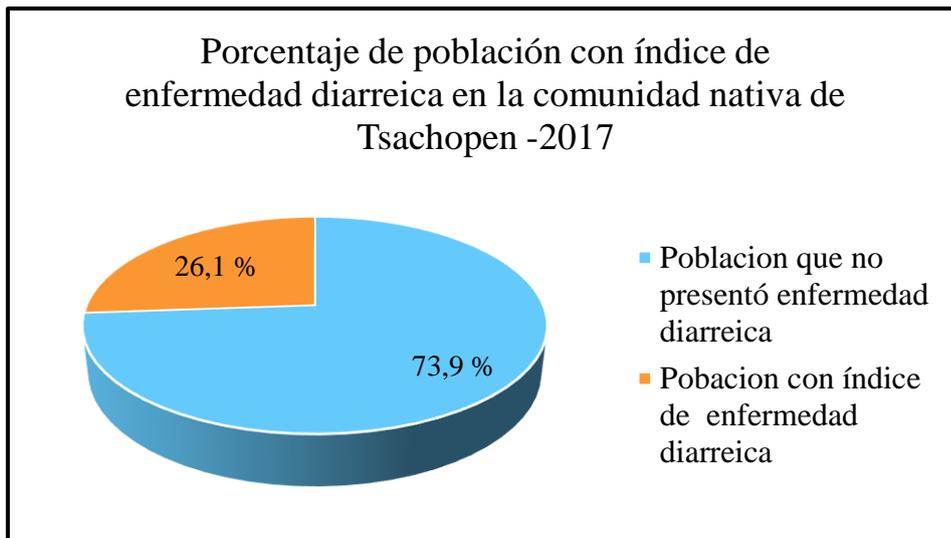
Fuente: Puesto de Salud Tsachopen

Gráfico N° 1: Cantidad de población con índice de enfermedad diarreaica en la comunidad nativa de Tsachopen - 2017



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2: Porcentaje de población con índice de enfermedad diarreaica en la comunidad nativa de Tsachopen -2017



Fuente: Elaboración propia

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

- ❖ ¿Cuál es el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018?

2.2.2. Problemas específicos

- ❖ ¿Cuál es el grado de contaminación, por la concentración de coliformes totales en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018?
- ❖ ¿Cuál es el grado de contaminación, por la concentración de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

- ❖ Determinar el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018.

2.3.2. Objetivo específico

- ❖ Determinar el grado de contaminación, por la concentración de coliformes totales en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018.
- ❖ Determinar el grado de contaminación, por la concentración de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018.

2.4. Justificación del problema

2.4.1. Justificación teórica

Esta investigación se realiza porque generará conocimientos sobre el grado de contaminación por agentes bacteriológicos (coliformes totales y termotolerantes) los cuales son indicadores de contaminación; por lo tanto, la información a ser generada podrá ser aprovechada por la población, instituciones y organizaciones involucradas.

2.4.2. Justificación metodológica

La investigación propondrá el método de número más probable por tubos múltiples cuyos resultados son confiables y rápidos, con un límite de confianza de 95 %, el método permitirá determinar la concentración de coliformes totales y termotolerantes, las muestras de agua serán analizadas en laboratorio y se someterán a la prueba presuntiva y confirmativa para realizar el respectivo conteo de los positivos.

2.4.3. Justificación práctica

Con la presente investigación el responsable de la distribución del agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen tendrá una herramienta importante que le permitirá tomar las acciones necesarias para adecuar los procesos de tratamiento que se llevan a cabo para ser considerada apta para consumo humano cumpliendo con los requerimientos mínimos de calidad del agua establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, además de tomar las acciones que sean necesarias para la conservación y buen manejo del agua.

2.4.4. Justificación investigativa

La investigación generará información sobre el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen podrá ser un antecedente para futuras investigaciones.

2.4.5. Justificación relevante

Con la presente investigación la población beneficiaria será la comunidad nativa de Tsachopen al conocer el grado de contaminación bacteriológica del agua que se abastece podrán tomar medidas correctivas y preventivas para su adecuado tratamiento y disposición, así se minimizará el porcentaje de incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, mejorando su calidad de vida.

2.5. Importancia y alcances de la investigación

2.5.1. Importancia

Conocer el grado de contaminación por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen, mediante indicadores bacterianos tales como coliformes totales y termotolerantes, nos ayudará a determinar la calidad bacteriológica del agua, comparando los resultados que se obtendrán con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-SA; se da prioridad a la evaluación de la contaminación bacteriológica ya que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades relacionadas con el agua muestran elevados índices de prevalencia, como es el caso de la comunidad donde el puesto de salud presenta datos de la salud de la población infantil comprometida por los índices de enfermedad diarreica; por ello amerita la evaluación de la calidad bacteriológica del agua para generar información y de esta manera la comunidad y las instituciones competentes puedan informarse e intervenir para mejorar la calidad del agua y por ende en el cuidado de la salud de la comunidad nativa de Tsachopen.

2.5.2. Alcances

El trabajo de investigación será desarrollado en la comunidad nativa de Tsachopen distrito de Chontabamba y provincia de Oxapampa. Las muestras de agua serán representativas y tomadas de puntos específicos en la captación de las fuentes de agua, los reservorios y en las conexiones domiciliarias.

La temporalidad de la presente investigación será en un solo momento, en varios puntos, se tomarán en total ocho muestras de agua. Para determinar el grado de contaminación del agua en los sistemas de abastecimiento de agua, se tomarán en cuenta sólo a indicadores bacteriológicos como los coliformes totales y termotolerantes. No se tomarán en cuenta otros tipos de microorganismos bacterianos.

2.6. Limitaciones

En la presente investigación por la escasa cantidad de materiales y equipos en el laboratorio de microbiología de agua de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión filial Oxapampa se procesaron las muestras de agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen, en dos etapas. En la primera etapa se procesaron cuatro muestras de agua y las cuatro restantes en una segunda etapa.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

a) Antecedente Internacional

Arriaza et al. (2015) en la investigación “DETERMINACIÓN BACTERIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO OBTENIDA DE FILTROS UBICADOS DENTRO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA” cuyo objetivo fue determinar si el agua extraída de los mismos es apta para el consumo humano. Se colectaron y evaluaron las muestras para determinar la cantidad de coliformes totales y fecales por el método del Numero Más Probable (NMP) así como evidenciar la presencia de *Escherichia coli* (E. coli) según criterios establecidos por la norma Comisión Guatemalteca de Normas, Norma Técnica Guatemalteca [COGUANOR NTG 29001], 2010. Concluyendo que los filtros ubicados en las Facultades de Ciencias Químicas y Farmacia, Ciencias Económicas, Odontología y la Escuela de Trabajo Social superan las normas establecidas por COGUANOR para el agua potable, respecto al número de coliformes totales; así mismo el agua obtenida de los filtros de las Facultades de Ciencias Económicas y Ciencias Químicas y Farmacia obtuvieron un resultado

positivo para la presencia de *E. coli*, lo que concluye que el agua extraída de éstos filtros no es apta para el consumo humano.

b) Antecedente Nacional

Chambi (2015) en su tesis “DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES Y *E. Coli* EN AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE TRAPICHE- ANANEA - PUNO” con el objetivo de determinar la contaminación con bacterias Coliformes y *Escherichia coli* y determinar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua para el consumo humano concluye que la mayor proporción de contaminación se encontró en piletas con 70 % de contaminación; comparado a la de pozos el 54 % de contaminación y acequias refleja 40 % de contaminación. Y el NMP de coliformes y *Escherichia coli* fue superior en pozos 11.46 ± 3.36 comparado al de las acequias y piletas es menor a 7.75NMP de *Escherichia coli*, respectivamente ($P \leq 0.05$); determinándose que las aguas de pozos, acequias y pileta que son fuentes de abastecimiento de agua de consumo de los pobladores de Trapiche NO SON APTAS PARA CONSUMO, según a la NTS Nro 071 MINSA/DIGESA-V.01, XVI.4.- Agua y hielo para consumo humano, que estima recuentos menores de 2.2/100 mL.

Santacruz & Terán (2016) en su tesis titulada “CONCENTRACIÓN MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LA COMUNIDAD CAMPESINA YAMINCHAD DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE SAN PABLO 2015”. Con el objetivo de determinar la concentración microbiológica en el agua para consumo humano, de la comunidad campesina Yaminchad del distrito y provincia de San Pablo 2015. Llegando a las siguientes conclusiones:

- Nuestra investigación ha dado un paso muy eficiente en el análisis de agua debido al grado de concentración microbiológica encontrada en las muestras realizadas de monitoreo de agua sobrepasando los límites máximos permisibles según el DS N°031 – 2010 – SA. Norma que especifica la calidad de agua para consumo humano.

- Por lo tanto, mencionamos que el agua que consume la comunidad campesina de Yaminchad, no recibe un tratamiento respectivo antes de consumirlo, esto es perjudicial para la salud del poblador.
- Según la investigación realizada en el monitoreo de agua de consumo humano de la comunidad campesina Yaminchad mencionamos que la muestra, antes del reservorio se encontró Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en una cantidad minoritaria en comparación con las ECAS 2008 y 2015 determinándose que el agua es apta para el consumo humano con un tratamiento de desinfección.
- De acuerdo al análisis realizado en nuestra investigación la concentración microbiológica del agua del reservorio y los grifos domiciliarios (muestra 02, 03, y 04) se encontró Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en una pequeña cantidad que sobrepasa el DS N° 031-2010 - SA. determinándose que no realizan ningún tratamiento de desinfección del agua, antes de llegar, para el consumo humano.
- Las muestras tomadas representan el 95 % de objetividad, demostrando que el agua presenta contaminación microbiana por coliformes en pequeñas cantidades.
- El agua está contaminada en un gran porcentaje por microorganismos desde la salida del manantial por aguas turbias subterráneas y filtraciones. En la red el problema radica en el tratamiento respectivo las situaciones higiénicas en la que se halla, las características del suelo y la contaminación de la napa freática por excretas.

Araujo & Benito (2017) en su tesis denominada “NIVEL DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL SECTOR SEQUIA ALTA, SANTA BÁRBARA, HUANCVELICA – 2017”. Con el objetivo de determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017. Concluyen que el nivel de contaminación microbiológica de la muestra 1, la zona de captación (paltamachay) 2,8 de promedio de contaminación microbiológica, la muestra 2

la zona de reservorio con 1,1 promedio de contaminación microbiológica y la muestra 3 zona de los grifos de las viviendas con 0,6 promedio de contaminación microbiológica, las muestras superan los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad de agua para el consumo humano.

Las bacterias coliformes totales, 4 UFC/100 ml. pertenece a la zona de captación (paltamachay); 2 UFC/100 ml. en reservorio 1, reservorio 2, grifo 2, grifo 3, grifo 7 y 1 UFC/100 ml. en el grifo 1, grifo 4, grifo 5, grifo 6. Las muestras superan los límites máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

Las bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales, de las 10 muestras tomadas, 7 presentan contaminación; teniendo 4 UFC/100 mL. en la zona de captación (paltamachay); 2 UFC/100 mL en el reservorio 1, seguido de 1 UFC/100 mL. presento el reservorio 2, grifo 1, grifo 3, grifo 4, grifo 5; las 7 muestras superan los límites máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

Las bacterias Escherichia Coli, de las 10 muestras, 3 muestras presentan 1 UFC/100 mL. en la zona de captación (paltamachay), reservorio 1 y grifo 3 (más lejos al reservorio), las 3 muestras superan los límites máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

Los huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, de las 10 muestras, 3 muestras contaminadas, 2 org/L de protozoarios en la captación (paltamachay), 1 org/L de en el reservorio 1 y grifo 6 (Comedor Popular Sequia Alta), las 3 muestras superan los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

2.2. Bases teórico – científico

2.2.1. Generalidades del agua

El agua es el elemento más importante en la tierra: el 71% de nuestro planeta es agua, pero el 97.5% de los recursos hídricos es agua salada. El volumen total de agua es de aproximadamente 1.400 millones de km³, de los cuales sólo el 2,5%, corresponde al agua dulce. (Ercilio, 2005)

«El agua potable, el saneamiento y la higiene en el hogar no deben ser un privilegio exclusivo de quienes son ricos o viven en centros urbanos» dice el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la Organización Mundial de la Salud. «Se trata de servicios fundamentales para la salud humana, y todos los países tienen la responsabilidad de garantizar que todo el mundo pueda acceder a ellos».

Miles de millones de personas han obtenido acceso a servicios básicos de agua potable y saneamiento desde el año 2000, pero estos servicios no proporcionan necesariamente agua potable ni saneamiento seguro. Muchos hogares, centros de salud y escuelas también carecen de agua y jabón para lavarse las manos. Esto aumenta el riesgo de contraer enfermedades que, como la diarrea, pueden afectar la salud de todo tipo de personas, especialmente de los niños pequeños.

Como resultado, 361 000 niños menores de 5 años mueren cada año a causa de la diarrea. El saneamiento deficiente y el agua contaminada también están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, la disentería, la hepatitis A y la fiebre tifoidea.

Una buena higiene es una de las formas más simples y efectivas de prevenir la propagación de enfermedades.

Existen grandes desigualdades en el servicio entre las zonas urbanas y rurales. Dos de cada tres personas con agua potable gestionada de forma segura y tres de cada cinco personas con servicios de saneamiento gestionados de forma segura viven en zonas urbanas. De los 161 millones de personas que utilizan aguas superficiales no tratadas (de lagos, ríos o canales de riego), 150 millones viven en zonas rurales. (OMS, 2017)

2.2.2. Aspectos bacteriológicos del agua

La calidad microbiológica del agua para consumo humano es de gran importancia primaria y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como los coliformes totales y los coliformes termotolerantes debe tener la más alta prioridad. Por otra parte, la contaminación química también es importante,

pero ella no está asociada con efectos agudos sobre la salud humana y tiene una menor prioridad a corto plazo que la contaminación bacteriológica, dado que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades microbianas relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias, muestran elevados índices de prevalencia. (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2006)

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos.

En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos.

Para garantizar sistemáticamente la inocuidad del agua de consumo y proteger la salud pública, debe prestarse atención especial a la aplicación de un marco para la seguridad del agua y de planes de seguridad del agua completos. Para gestionar la inocuidad microbiana del agua de consumo es preciso: a) evaluar el conjunto del sistema, para determinar los posibles peligros a los que puede estar expuesto; b) determinar las medidas de control necesarias para reducir o eliminar los peligros y realizar un monitoreo operativo para garantizar la eficacia de las barreras del sistema. (OMS, 2008)

2.2.3. Contaminación microbiológica del agua

Las afecciones que se propagan por el agua se conocen como "enfermedades transmitidas por el agua". Sus agentes patógenos son biológicos, más que químicos, y los males que provocan casi siempre son contagiosos. Por lo general, los agentes patógenos pertenecen al grupo de los microorganismos, que se transmiten en las heces excretadas por individuos infectados o por animales.

Los patógenos humanos transmitidos por el agua incluyen muchos tipos de microorganismos tales como: bacterias, virus, protozoos y, en ocasiones, helmintos (lombrices), todos ellos muy diferentes en tamaño, estructura y composición. (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2006)

Las principales actividades que favorecen la contaminación de aguas son las agropecuarias como movilización de animales, cultivos, abonos orgánicos mal procesados y disposición inadecuada de aguas residuales que afectan la calidad microbiológica de las fuentes de agua. Aunque la presencia de microorganismos de transmisión hídrica no está limitada a una región específica en el mundo, o a su nivel de desarrollo, los problemas de desplazamiento, la respuesta ineficiente de los servicios de salud, la poca inversión de los Estados en la garantía de la potabilización del agua para toda la población, la falta de control de brotes y la falta de intervención de los sistemas de salud pública, favorecen la propagación, incidencia, morbilidad y mortalidad asociada a enfermedades relacionadas con el agua de consumo, principalmente en países en vía de desarrollo. Evitarlos es particularmente importante dado que el agua como vehículo tiene gran potencial de infectar simultáneamente a gran proporción de la población.

La vigilancia y control del agua para consumo humano está definida como la "evaluación y examen, de forma continua y vigilante, desde el punto de vista de la Salud Pública, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo" incluye conocer la calidad del agua en sus fuentes y sistemas de potabilización, identificar los microorganismos y

las formas parasitarias macroscópicas presentes en ella, con el fin de establecer medidas de intervención y conservación del recurso hídrico y, por tanto, evitar la propagación de contaminantes y enfermedades transmitidas por el agua a la población. (Ríos, 2017)

2.2.4. Indicadores microbiológicos de calidad del agua

Los indicadores microbiológicos de calidad del agua son organismos que tienen un comportamiento similar a microorganismos patógenos cuya procedencia, concentración, hábitat y reacción a factores externos es la de la mayoría. Su presencia determina la existencia de patógenos y permite comparar sus reacciones a cambios de pH y temperatura o aplicación de medios físicos o químicos de desinfección, con la ventaja de ser más fácilmente cultivables o identificables, y económicamente factibles.

Con base en los criterios mencionados los indicadores microbiológicos de contaminación del agua generalmente han sido bacterias de la flora saprófita intestinal, entre las que se encuentran *Bacteroides fragilis*, bacterias mesófilas, coliformes totales, y fecales [termotolerantes], *Escherichia coli* y estreptococos fecales. Algunas de estas, de origen animal.

A continuación, se mencionan algunos grupos de organismos transmitidos por el agua y aquellos que se emplean como bioindicadores de calidad del agua, agrupados en la figura 1. (Ríos, 2017)

Figura N° 01: Principales bioindicadores de la calidad del agua para consumo humano

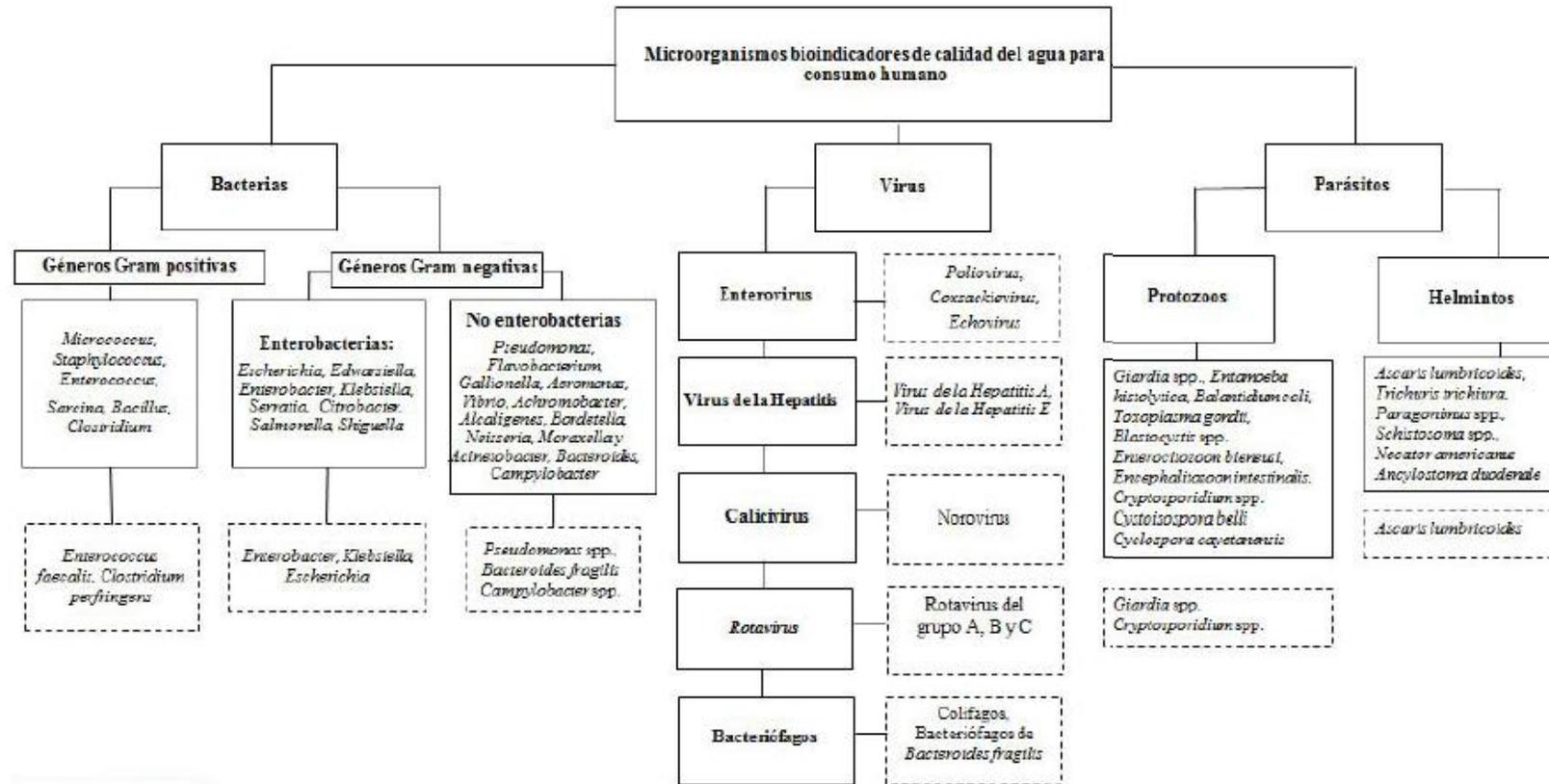


Figura 1. Principales microorganismos bioindicadores de calidad del agua para consumo humano

Nota: (---) Principales bioindicadores

Fuente: Ríos, 2017

2.2.5. Bacterias indicadores de la calidad bacteriológica del agua

Las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección. El grupo más utilizado es el de las bacterias coliformes.

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana ya que los coliformes;

- Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente.
- Están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades.
- Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.
- Se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección.

Los coliformes fecales y *E. coli* en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras.

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C.

Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta denominación está ganando más adeptos actualmente, pues sería una

forma más apropiada de definir este subgrupo que se diferencia de los coliformes totales por la característica de crecer a una temperatura superior.

La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc.

Su uso se ha restringido para aguas tratadas y aguas minerales. Para aguas superficiales o para evaluar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales deben usarse los coliformes fecales.

En aguas tratadas, los coliformes totales funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución. (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2003)

2.2.6. Principales enfermedades relacionadas con el agua

La falta de seguridad en el abastecimiento de agua (ya sea en la fuente, en el tratamiento o en la distribución) puede generar contaminación a gran escala y, posiblemente, cause brotes de enfermedades detectables.

(OMS, Peligros microbiológicos relacionados con el agua de consumo humano, 2018).

Las enfermedades diarreicas son una causa principal de mortalidad y morbilidad en la niñez en el mundo, y por lo general son consecuencia de la exposición a alimentos o agua contaminados. En todo el mundo, 780 millones de personas carecen de acceso al agua potable, y 2500 millones a sistemas de saneamiento apropiados. La diarrea causada por infecciones es frecuente en países en desarrollo. (OMS, Enfermedades diarreicas, 2017)

Las principales enfermedades transmitidas por el agua se pueden observar en la tabla N° 1.

Tabla N° 1: Principales enfermedades transmitidas por el agua

Enfermedades	Causa y vía de transmisión	Extensión geográfica	Número de casos ^a	Defunciones por año
<i>Disenteria shigélica</i>	Los protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo	500 millones por año	*
<i>Disenteria bacilar</i>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo	*	*
<i>Enfermedades diarreicas (incluyendo la disenteria shigélica y bacilar)</i>	Diversas bacterias, virus y protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo	4.000 millones actualmente	3-4 millones
<i>Cólera</i>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Sudamérica, África, Asia	384.000 por año	20.000
<i>Hepatitis A</i>	El virus pasa por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo	600.000 a 3 millones por año	2.400 a 12.000
<i>Fiebre paratifoidea (tifoidea)</i>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	80% en Asia, 20% en América Latina, África	16 millones actualmente	600.000
<i>Poliomielitis</i>	El virus pasa por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	66% en la India, 34% en el Cercano Oriente, Asia, África	82.000 actualmente	9.000
<p><i>El número de casos se presenta como incidencia ("por año") —el número de nuevos casos ocurridos en un año— o como prevalencia ("actualmente") —el número de casos existentes en un momento dado.</i></p> <p><i>Incluidas las enfermedades diarreicas</i></p> <p><i>*No hay defunciones, pero causa 270.000 casos notificados de ceguera anualmente.</i></p> <p><i>ND = no disponible</i></p>				

Fuente: Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2006

Con frecuencia, no resulta fácil abastecerse de agua para bebida salubre, de calidad aceptable y en cantidades suficientes mediante pequeños sistemas de suministro, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Estos sistemas se suelen asociar más a menudo a brotes de enfermedades transmitidas por el agua que los sistemas de mayor envergadura. Por lo general, los sistemas que suministran volúmenes bajos sufren más daños y son más vulnerables a la contaminación que los sistemas de mayor envergadura y, a menudo, se enfrentan a más problemas relativos a su administración, su gestión o al uso de recursos. (OMS, Gestión de los pequeños sistemas de suministro de agua, 2017)

2.2.7. Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales

A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre. La falta de higiene y la

carencia o el mal funcionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continúa representando un importante problema de salud en países en desarrollo. El agua y los alimentos contaminados se consideran como los principales vehículos involucrados en la transmisión de bacterias, virus o parásitos. Los organismos transmitidos por el agua habitualmente crecen en el tracto intestinal y abandonan el cuerpo por las heces. Dado que se puede producir la contaminación fecal del agua (si ésta no se trata adecuadamente) al consumirla, el organismo patógeno puede penetrar en un nuevo hospedador. Como el agua se ingiere en grandes cantidades, puede ser infecciosa aun cuando contenga un pequeño número de organismos patógenos. Los microorganismos patógenos que prosperan en los ambientes acuáticos pueden provocar cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliomeilitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras enfermedades. El agua y alimentos contaminados tienen una gran importancia en la transmisión de patógenos causantes del síndrome diarreico, por lo que se hace necesario tener estrategias que permitan un manejo adecuado de ella. La OMS calcula que la morbilidad (número de casos) y mortalidad (número de muertes) derivadas de las enfermedades más graves asociadas con el agua se reduciría entre un 20 y un 80 por ciento, si se garantizara su potabilidad y adecuada canalización. (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2006)

2.2.8. Legislación Peruana sobre la Calidad del Agua

2.2.8.1. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) y establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINAM

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002 – 2008 – MINAM, el Decreto Supremo N° 023 – 2009 – MINAM y el Decreto Supremo N° 015 – 2015 – MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y

mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

Tabla N° 2: ECA de Parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento
MICROBIOLÓGICOS Y PARÁSITOLOGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

2.2.8.2. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N° 031-2010-SA

Se aprobó el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, cuya finalidad es establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. Se considera como parámetro microbiológico el grado de concentración o ausencia de microorganismos que de acuerdo al uso del recurso hídrico establece una medida para cada uno de ellos. En la Tabla N° 2 se observa los parámetros de acuerdo a su categoría. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)

Tabla N° 3: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011

2.2.8.3. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano Resolución Directoral N° 160 – 2015/DIGESA/SA

El presente protocolo se ha elaborado con la finalidad: Contar con un procedimiento confiable y seguro, que contribuya a obtener una correcta toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de las muestras por parte de laboratorio, del agua para consumo humano, para ser analizadas en los parámetros señalados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2010-SA. (Resolución Directoral N° 10-2015/DIGESA/SA, 2015)

2.3. Definiciones de términos

- ✚ **Agentes bacteriológicos:** Son las bacterias que tienen la habilidad de afectar de manera adversa la salud de los humanos. (Aycachi, 2011)
- ✚ **Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)
- ✚ **Análisis microbiológico del agua:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- ✚ **Bacterias coliformes totales:** Son bacterias pertenecientes al Grupo “Coliforme”, Gram negativos, de forma bacilar, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, algunos de vida, y otros propios del tracto digestivo, que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas de 34 a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad higiénica del agua. (Aycachi, 2011)
- ✚ **Bacterias Coliformes Termotolerantes:** Sub grupo de bacterias pertenecientes al Grupo “Coliforme”, propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de fermentar

la lactosa, con producción de ácido y gas a temperaturas de 44 °C en un tiempo máximo de 24 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad sanitaria del agua, relacionada con la transmisión de patógenos. (Aycachi, 2011)

- ✚ **Contaminación del agua:** Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua. (Aycachi, 2011)
- ✚ **Enfermedades Hidrotransmisibles:** Son las enfermedades transmitidas a través del agua, el cual actúa como vehículo para los patógenos causantes de dichas enfermedades. Por lo general las enfermedades hidrotransmisibles se caracterizan por procesos gastroentéricos, que van desde diarreas leves a procesos más agudos. (Aycachi, 2011)
- ✚ **Límite Máximo Permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)
- ✚ **Parámetros Microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)
- ✚ **Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:** Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro de agua. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2011)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- ❖ El grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018, supera los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-SA.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- ❖ El grado de contaminación por la concentración de coliformes totales en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018, supera los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-SA.
- ❖ El grado de contaminación por la concentración de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018, supera los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-SA.

2.5. Identificación de las Variables:

2.5.1. Variables Independientes

Agentes bacteriológicos (coliformes totales y termotolerantes)

2.5.2. Variables Dependientes

Grado de contaminación.

2.5.3. Variables Intervinientes

- Actividades agrícolas y ganaderas
- Precipitaciones, infiltración.
- Falta de mantenimiento periódicamente.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Tipo de investigación

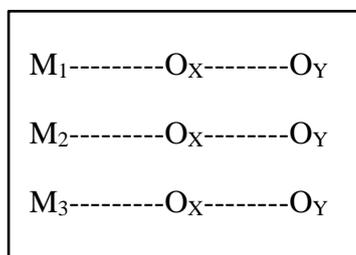
Los estudios descriptivos se caracterizan por la selección de una serie de variables y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga (Hernández *et al*, 1999). El presente trabajo de investigación se ajusta al tipo descriptivo, ya que se buscará describir el grado de contaminación por agentes bacteriológicos del agua para consumo humano mediante la determinación de concentración de coliformes totales y termotolerantes los cuales son indicadores de contaminación del agua.

3.2. Diseño de investigación

En la investigación no experimental lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlas (Hernández, et al, 1999). La investigación es no experimental porque no se va a manipular intencionalmente la variable independiente que en el presente estudio son los agentes bacteriológicos (coliformes totales y termotolerantes), analizándose a través de las muestras de agua los cuales son tomados tal y como están para proceder al análisis bacteriológico.

Asimismo, es de tipo transversal ya que se hace un corte en el tiempo y se estudian las variables, simultáneamente. El tiempo no es importante ni cómo se dan los hechos, se estudian las variables de forma simultánea en un momento dado.

Esquema:



M1 = 2 muestra tomadas de las captaciones de agua.

M2 = 2 muestras tomadas de los reservorios de agua.

M3 = 4 muestras tomadas conexiones domiciliarias.

O = Observación.

X = Contaminación bacteriológica del agua.

Y = Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos del D.S. N° 031-2010-SA.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

El presente estudio tiene como población los dos sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen San Roque y Miraflores, desde la captación hasta la distribución domiciliaria.

3.3.2. Muestra

Las muestras se tomaron en dos etapas, 4 muestras en la primera etapa, se trabajó con el primer sistema de abastecimiento de agua para consumo humano San Roque, luego las otras 4 muestras se tomaron en la segunda etapa, se trabajó con el segundo sistema de abastecimiento de agua Miraflores, en total se tomaron 8 muestras: 2 captación (San Roque y Miraflores), 2 reservorio (San Roque y Miraflores) y 4 grifos de viviendas (San Roque y Miraflores) determinadas estratégicamente.

3.4. Métodos de investigación

El método utilizado en esta investigación es inductivo porque del estudio de casos particulares, se obtienen conclusiones; se parte de hechos para realizar inferencias

de carácter general porque con la determinación de la concentración de los coliformes (indicadores de contaminación) se podrá inferir el grado de contaminación que presenta el agua para consumo humano.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de **observación** se empleó en la determinación del problema del presente estudio de investigación para la concepción del problema capturando la situación que presentan la zona de captación y reservorio, mediante una cámara fotográfica.

Además, se utilizó la técnica de la **entrevista** para poder recolectar información sobre el periodo mantenimiento de los sistemas de agua y control del agua en la comunidad nativa de Tsachopen, tal técnica se concretó con la guía de entrevista formulando algunas preguntas al presidente de la Junta Administrativa de Servicio de Agua y Saneamiento (JASS) don José Victor Díaz Ampa.

Asimismo, se utilizó el **test instrumental** para la determinar la concentración de los coliformes totales y termotolerantes. Para la determinación de coliformes totales y coliformes termotolerantes se utilizó el Método del Número Más Probable (NMP) por tubos múltiples (método tradicional), la cual consta de dos fases: la fase presuntiva y la fase confirmativa.

Tabla N° 4: Test instrumental de recolección de datos

Variable	Recolección de datos		
	Fuente de datos	Técnica	Instrumento
Coliformes Totales	Sistema de abastecimiento de agua – San Roque y Miraflores	Índice de Número más Probable al 95 % de confianza	Método del Número más Probable
Coliformes Termotolerantes	Sistema de abastecimiento de agua – San Roque y Miraflores	Índice de Número más Probable al 95 % de confianza	Método del Número más Probable

Fuente: Elaboración propia

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para los datos cuantitativos obtenidos en el análisis bacteriológico de las muestras de agua se utilizó el análisis estadístico descriptivo, se realizaron cálculos de las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes obtenidos en laboratorio para determinar promedios.

Se utilizó la técnica de procesamiento de distribución de frecuencia simple porque ayuda a representar de una manera estructurada toda la información que se ha recogido en función a la concentración de coliformes totales y termotolerantes de las ocho muestras de agua analizadas, asimismo permitió ordenar la información tanto en tablas como en los gráficos lo cual facilita la interpretación de los resultados obtenidos.

3.7. Tratamiento estadístico de datos

En el presente estudio el tratamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis bacteriológico de las muestras de agua, se procesaron en el programa Microsoft Excel.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros

Estos son los resultados de los datos de campo y del análisis bacteriológico de las muestras de agua de ambos sistemas San Roque y Miraflores los cuales se procesaron en el programa Microsoft Excel.

Tabla N° 5: Datos de parámetros de campo y resultados del análisis bacteriológico

DATOS DE CAMPO					
Parámetro de campo	Unidad	Captación San Roque	Reservorio San Roque	Conexión domiciliaria 1 (Gonzales Espinoza)	Conexión domiciliaria 2 (Ortiz Ciriaco)
Potencial de hidrógeno	pH	7,87	7,85	8,10	7,47
Temperatura	°C	17,12	17,65	18,48	19,89
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	64	61	63	53
Conductividad eléctrica	μ/cm	127	122	127	106

Turbiedad	UNT	0,29	5,14	6,03	2,35
Cloro residual	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
ENSAYO/MUESTRAS					
Parámetro	Unidad	Captación San Roque	Reservorio San Roque	Conexión domiciliaria 1 (Gonzales Espinoza)	Conexión domiciliaria 2 (Ortiz Ciriaco)
Coliformes Totales	NMP/100 ml	220	170	110	140
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	120	120	49	94
DATOS DE CAMPO					
Parámetro de campo	Unidad	Captación Miraflores	Reservorio Miraflores	Conexión domiciliaria 1 – Gonzales Soto	Conexión domiciliaria 2 – ILEE 3425 Miraflores
Potencial de hidrógeno	pH	7,30	7,40	7,70	7,61
Temperatura	°C	17,62	17,50	22,03	22,84
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	70	70,71	305	144
Conductividad eléctrica	μ/cm	139	141	609	288
Turbiedad	UNT	6,48	8,97	9,94	15,26
Cloro residual	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
ENSAYO/MUESTRAS					
Parámetro	Unidad	Captación Miraflores	Reservorio Miraflores	Conexión domiciliaria 1 – Gonzales Soto	Conexión domiciliaria 2 – ILEE 34425 Miraflores
Coliformes Totales	NMP/100 ml	22	48	140	110
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	7,8	11	6,8	2

Fuente: Elaboración propia

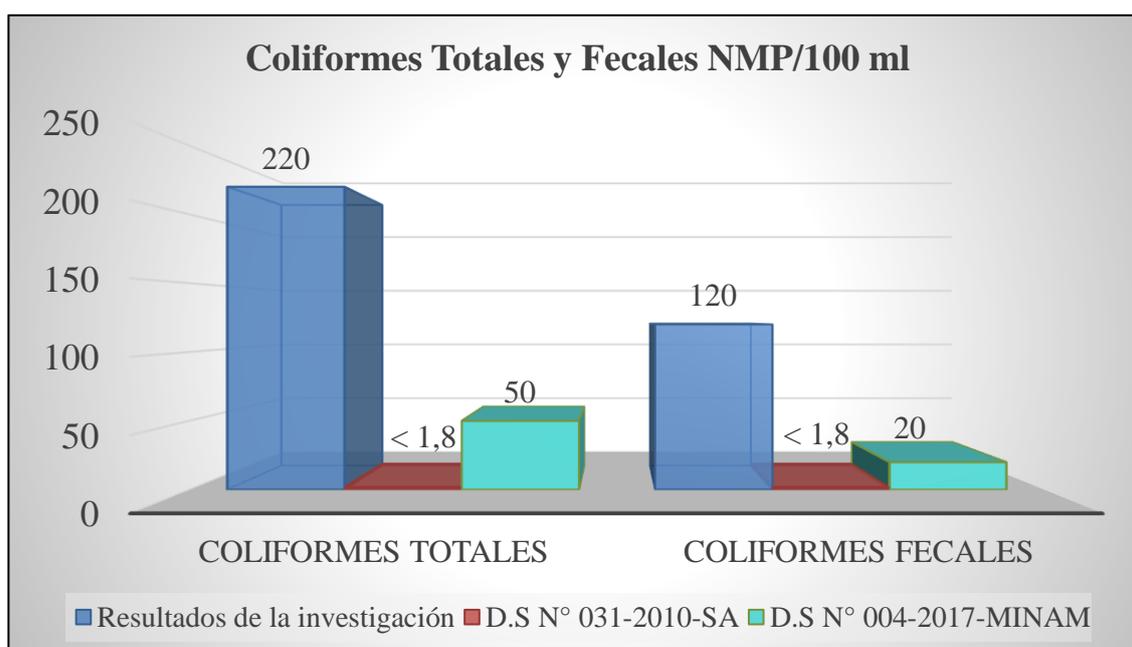
4.2. Presentación de Resultados

Tabla N° 6: Muestra N° 01 (Captación San Roque)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA	D.S 004-2017-MINAM
Coliformes Totales	NMP/100 ml	220	< 1,8	50
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	120	< 1,8	20
Potencial de hidrógeno	pH	7,87	6.5 – 8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	°C	17,12	-----	Δ 3
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	64	1000	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	127	1500	1500
Turbiedad	UNT	0,29	5	5

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 01 (Captación San Roque)



Fuente: Elaboración propia

El análisis bacteriológico de las muestras de agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen se realizaron en dos etapas, en la primera etapa se trabajó con el sistema de abastecimiento de agua San Roque.

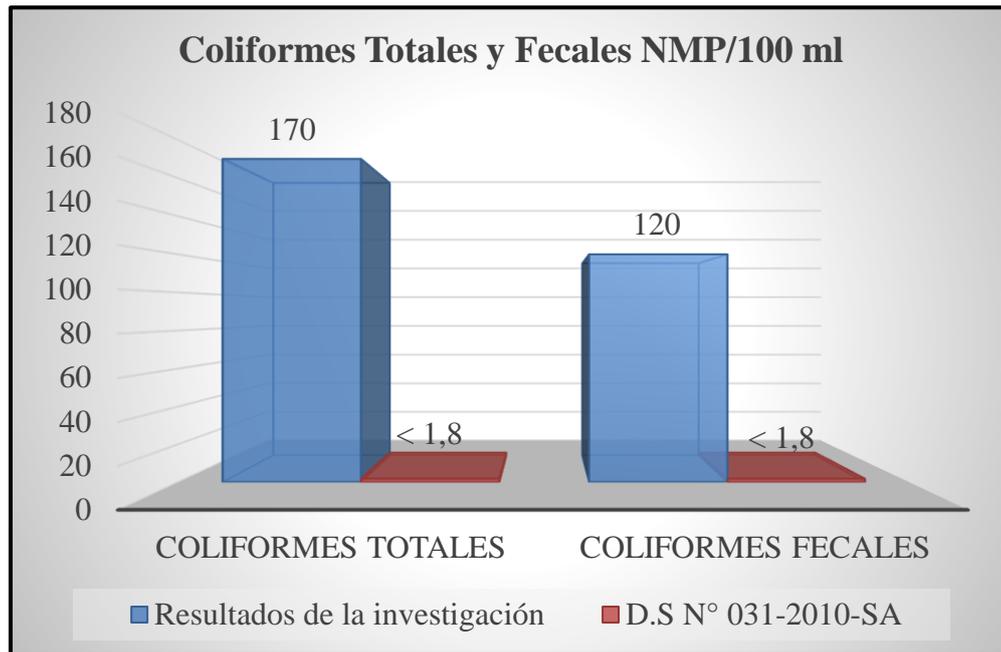
Analizando el gráfico N° 3 podemos observar los resultados de la muestra N° 01 (captación San Roque), cuya concentración fue de 220 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 120 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA, por lo tanto según el reglamento mencionado el agua no es apta para consumo humano, asimismo se realizó la comparación con el ECA de agua D.S. 004-2017-MINAM en la categoría 1 poblacional y recreacional en la subcategoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, sin embargo exceden el ECA, por lo tanto la fuente de agua no es apta para ser potabilizada con simple desinfección sino que debe ser potabilizada con tratamiento convencional. En cuanto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica y turbiedad comparados con el D.S. N° 031 – 2010 – SA y con el D.S. 004-2017-MINAM se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza desinfección.

Tabla N° 7: Muestra N° 02 (Reservorio San Roque)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	170	< 1,8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	120	< 1,8
Potencial de hidrógeno	pH	7,85	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	17.65	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	61	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	122	1500
Turbiedad	UNT	5,14	5
Cloro residual	mg/l	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 02 (Reservorio San Roque)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 4 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 02 (reservorio San Roque), con una concentración de 170 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 120 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA entonces podemos decir que a nivel de reservorio el agua no recibe tratamiento dejando de ser apto para consumo humano.

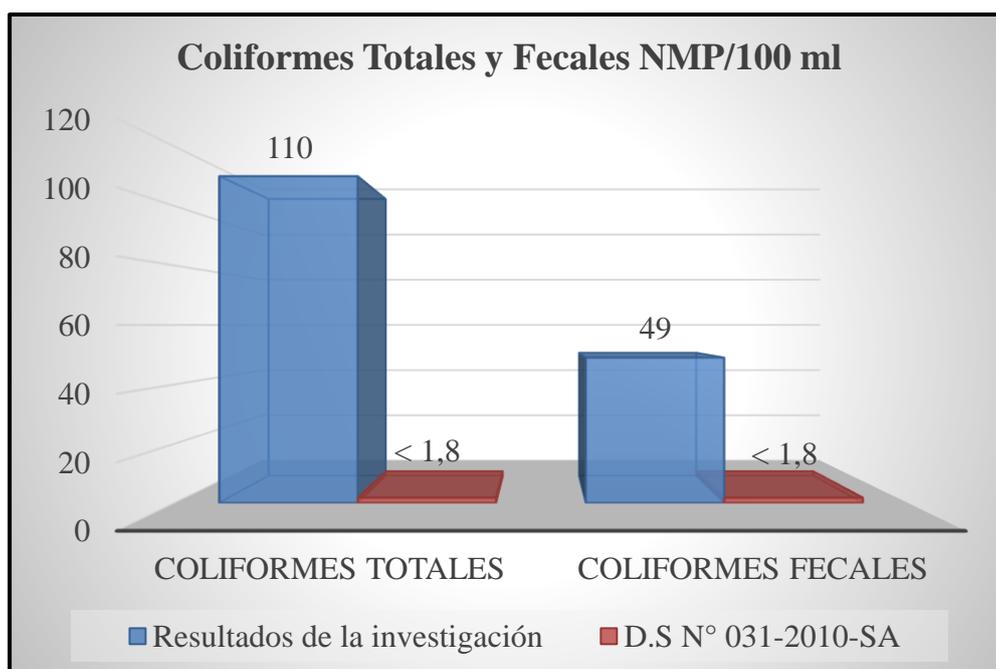
Con respecto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede ligeramente y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 8: Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	110	< 1,8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	49	< 1,8
Potencial de hidrógeno	pH	8,10	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	18,48	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	63	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	127	1500
Turbiedad	UNT	6,03	5
Cloro residual	mg/l	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza) con una concentración de 110 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 49 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA, por lo tanto si el agua a ser consumida no reúne las condiciones de inocuidad bacteriológica y no es antes hervida representa un riesgo para la salud de las personas ya que son susceptibles de contraer enfermedades infectocontagiosas.

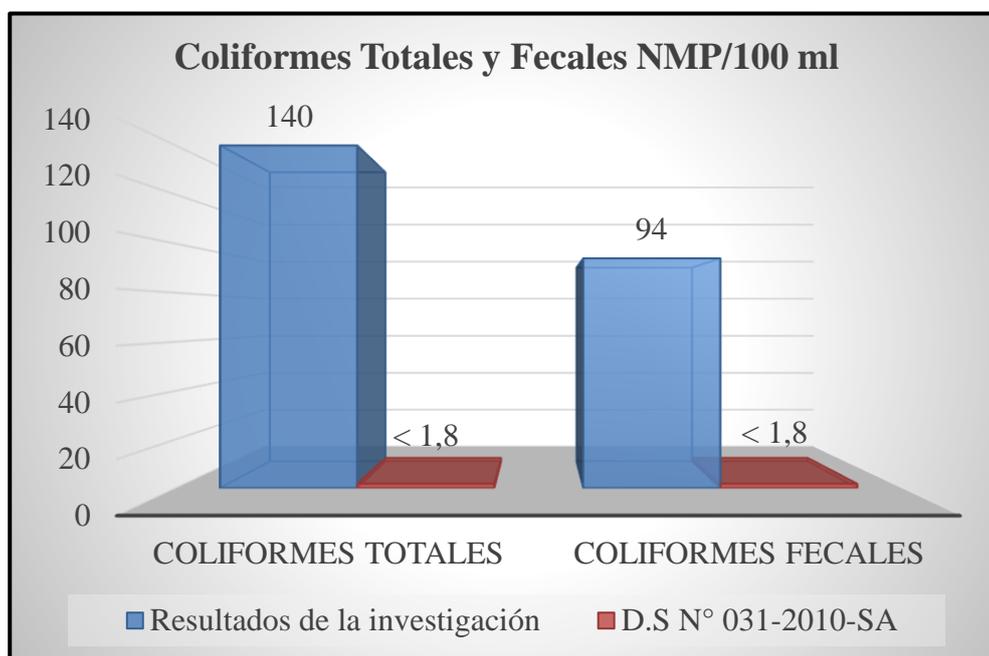
En cuanto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede ligeramente y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 9: Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	140	< 1.8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	94	< 1.8
Potencial de hidrógeno	pH	7,47	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	19,89	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	53	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	106	1500
Turbiedad	UNT	2,35	5
Cloro residual	mg/l	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 6: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco)



Fuente: Elaboración propia

Al analizar el gráfico N° 6 podemos apreciar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco) con una concentración de 140 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 94 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA, por lo tanto si el agua a ser consumida no reúne las condiciones de inocuidad bacteriológica y no es antes hervida representa un riesgo para la salud de las personas ya que son susceptibles de contraer enfermedades infectocontagiosas.

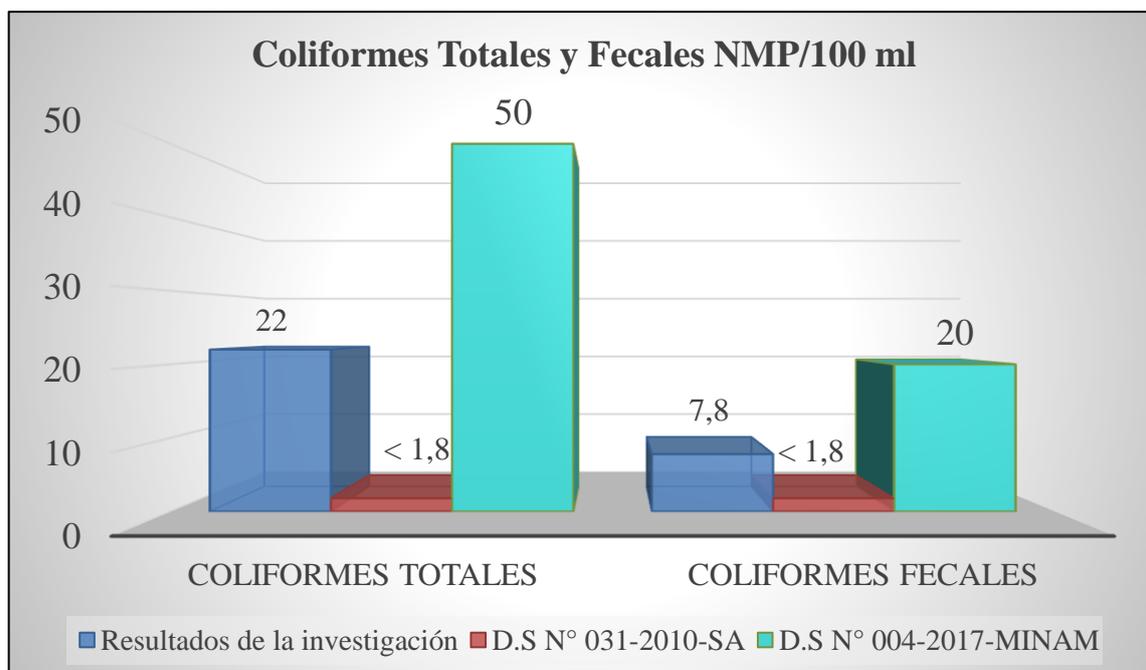
En cuanto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede ligeramente y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 10: Muestra N° 01 (Captación Miraflores)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA	D.S 004-2017-MINAM
Coliformes Totales	NMP/100 ml	22	< 1,8	50
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	7,8	< 1,8	20
Potencial de hidrógeno	pH	7,30	6,5 a 8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	°C	17,62	-----	Δ 3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	70	1000	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	139	1500	1500
Turbiedad	UNT	6,48	5	5

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 7: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 01 (Captación Miraflores)



Fuente: Elaboración propia

El análisis bacteriológico de las muestras de agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen se realizaron en dos etapas, en la segunda etapa se trabajó con el sistema de abastecimiento de agua Miraflores.

Analizando el gráfico N° 7 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 01 (Captación Miraflores) cuya concentración fue 22 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 7,8 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, por lo tanto, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA por lo tanto según el reglamento mencionado el agua no es apta para consumo humano, asimismo se realizó la comparación con el ECA de agua D.S. 004-2017-MINAM en la categoría 1 poblacional y recreacional en la subcategoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, para los parámetros bacteriológicos evaluados se encuentra dentro del ECA, por lo que puede ser potabilizada solo con simple desinfección.

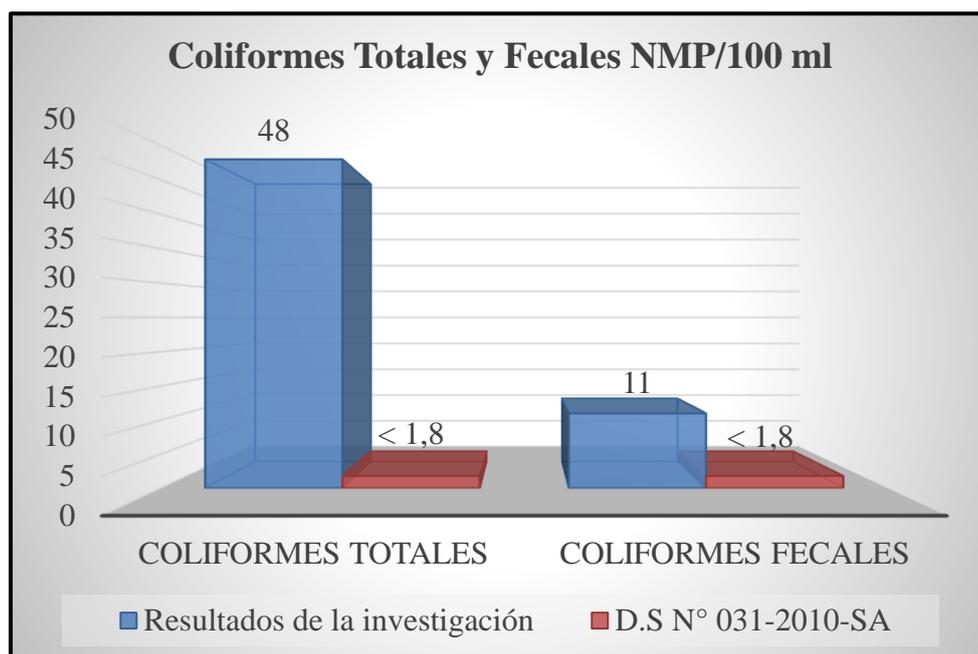
En lo que concierne a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica y turbiedad comparados con el D.S. N° 031 – 2010 – SA y con el D.S. 004-2017-MINAM se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza desinfección.

Tabla N° 11: Muestra N° 02 (Reservorio Miraflores)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	48	< 1.8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	11	< 1.8
Potencial de hidrógeno	pH	7,40	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	17,50	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	70,71	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	141	1500
Turbiedad	UNT	8,97	5
Cloro residual	mg/l	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración

Gráfico N° 8: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 02 (Reservorio Miraflores)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 8 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 02 (Reservorio Miraflores) con una concentración de 48 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 11 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA entonces podemos decir que el agua no es apta para consumo humano entonces podemos decir que a nivel de reservorio el agua no recibe tratamiento dejando de ser apto para consumo humano.

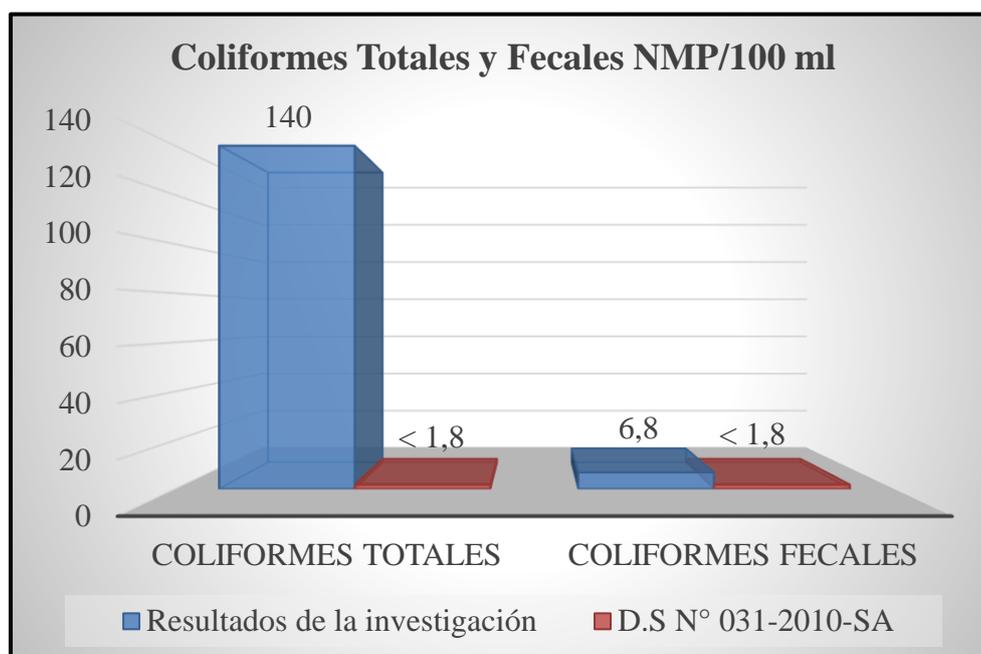
Con respecto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede los LMP y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 12: Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Soto)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	140	< 1,8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	6,8	< 1,8
Potencial de hidrógeno	pH	7,70	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	22,03	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	305	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	609	1500
Turbiedad	UNT	9,94	5
Cloro residual	mg/L	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 9: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Soto)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 9 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 03 (Conexión domiciliaria – Gonzales Soto) con una concentración de 140 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 6,8 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA entonces podemos decir que el agua no es apta para consumo humano por lo tanto si el agua a ser consumida no reúne las condiciones de inocuidad bacteriológica y no es antes hervida representa un riesgo para la salud de las personas ya que son susceptibles de contraer enfermedades infectocontagiosas.

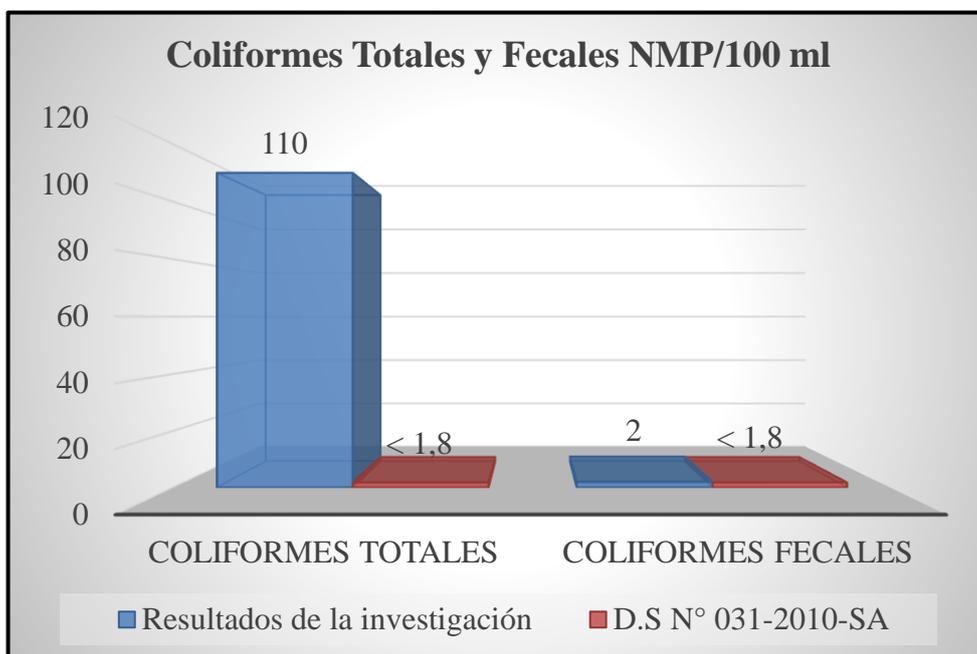
En cuanto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede significativamente y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 13: Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – II.EE 34425 Miraflores)

Parámetros	Unidad	Resultados de la investigación	D.S 031-2010-SA
Coliformes Totales	NMP/100 ml	110	< 1,8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2	< 1,8
Potencial de hidrógeno	pH	7,61	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	22,84	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	144	1000
Conductividad eléctrica	μ/cm	288	1500
Turbiedad	UNT	15,26	5
Cloro residual	mg/l	0,00	0,3 – 0,5 (OMS)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 10: Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales y fecales en la muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – II.EE 34425 Miraflores)



Fuente: Elaboración propia

Al analizar el gráfico N° 10 podemos observar los resultados obtenidos del análisis bacteriológico de la Muestra N° 04 (Conexión domiciliaria – II.EE 34425 Miraflores) con una concentración de 110 NMP de Coliformes Totales /100 ml de agua y 2 NMP de Coliformes Fecales /100 ml de agua, superando los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA entonces podemos decir que el agua no es apta para consumo humano por lo tanto si el agua a ser consumida no reúne las condiciones de inocuidad bacteriológica y no es antes hervida representa un riesgo para la salud de las personas ya que son susceptibles de contraer enfermedades infectocontagiosas.

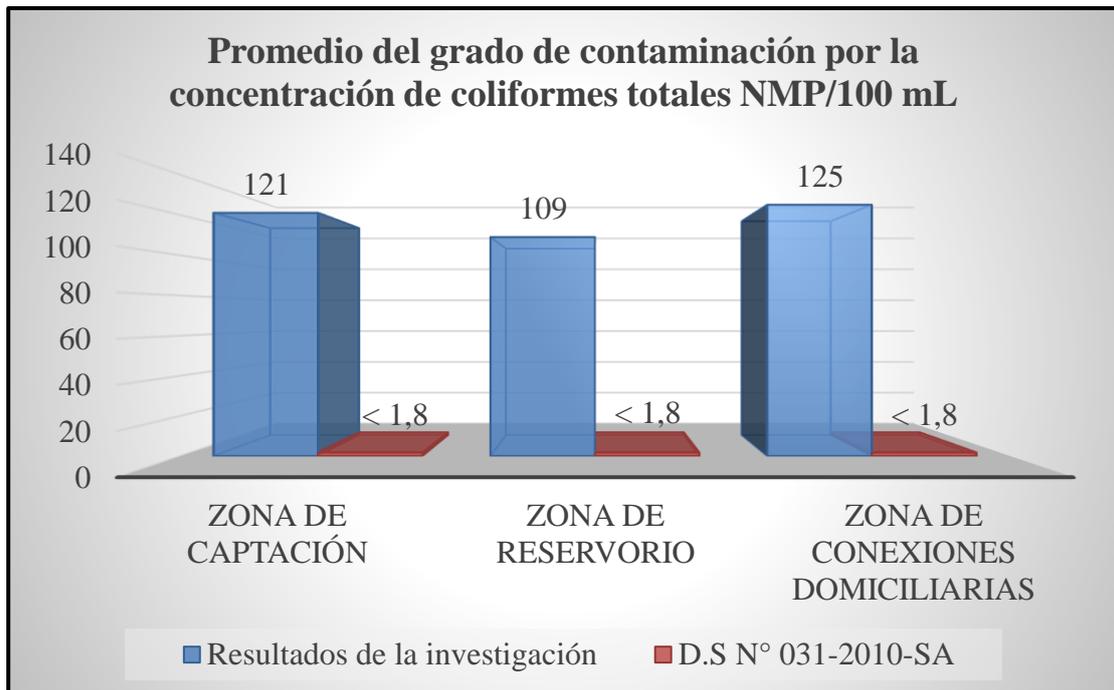
En cuanto a los parámetros de campo pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica comparado con el D.S. N° 031 – 2010 – SA se encuentran dentro del rango aceptable, excepto el parámetro de turbiedad que excede significativamente y el parámetro de cloro residual no cumple con lo establecido según la OMS ya que no se realiza la debida desinfección.

Tabla N° 14: Resultados del grado de contaminación bacteriológica del agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen

	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	GRADO DE CONTAMINACIÓN	D.S N° 031- 2010-SA (LMP)
Captación San Roque	220	120	92,5 (Grado de contaminación)	< 1,8
Captación Miraflores	22	7.8		
Promedio de contaminación	121	63,9		
Reservorio San Roque	170	120	87,3 (Grado de contaminación)	< 1,8
Reservorio Miraflores	48	11		
Promedio de contaminación	109	65,5		
Conexión domiciliaria – Gonzales Espinoza	110	49	81,5 (Grado de contaminación)	< 1,8
Conexión domiciliaria – Ortiz Ciriaco	140	94		
Conexión domiciliaria – Gonzales soto	140	6,8		
Conexión domiciliaria – II.EE N° 34425 Miraflores	110	2		
Promedio de contaminación	125	38		

Fuente: Elaboración propia

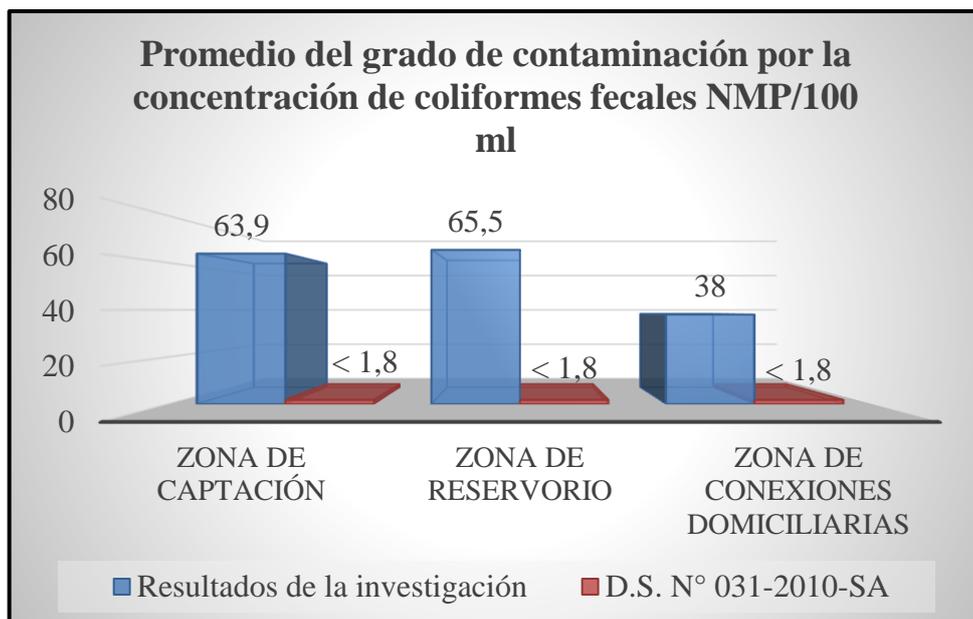
Gráfico N° 11: Promedio del grado de contaminación por concentración de coliformes totales



Fuente: Elaboración propia

Analizando el gráfico N° 11 se pueden observar los promedios del grado de contaminación bacteriológica del agua en cuanto a coliformes totales en la zona de captación el promedio de contaminación es de 121 NMP/100 ml, en la zona de reservorio es 109 NMP/100 ml y en la zona de conexiones domiciliarias es de 125 NMP/100 ml.

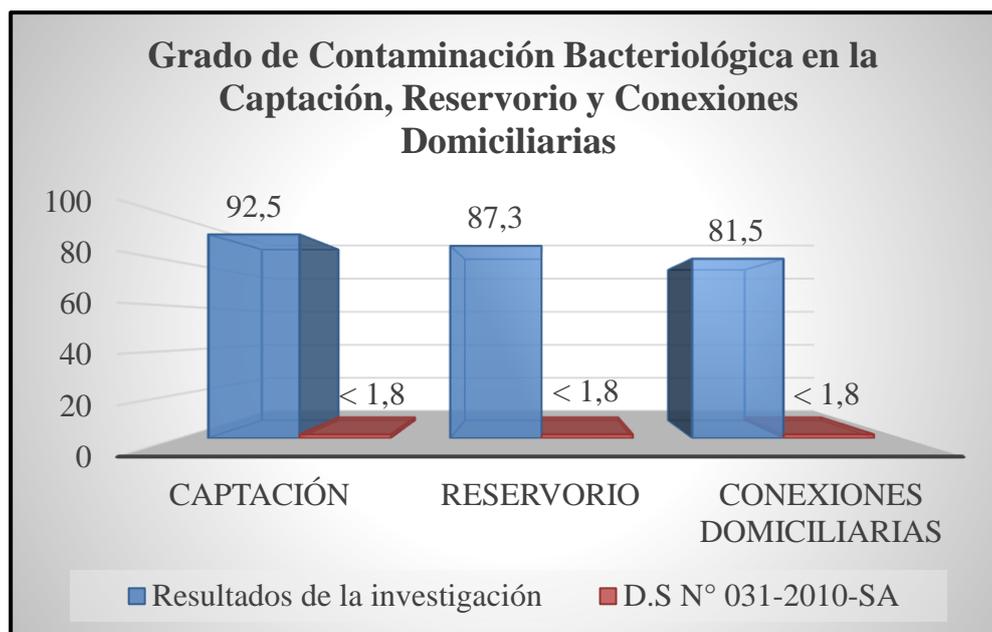
Gráfico N° 12: Promedio del grado de contaminación por concentración de coliformes fecales



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en el gráfico N° 12 se pueden observar los resultados del grado de contaminación bacteriológica del agua en cuanto a coliformes fecales en la zona de captación el promedio de contaminación es de 63,9 NMP/100 ml en la zona de reservorio es 65,5 NMP/100 ml y en la zona de conexiones domiciliarias es de 38 NMP/100 ml.

Gráfico N° 13: Análisis comparativo del grado de contaminación bacteriológica del agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen



Fuente: Elaboración propia

Finalmente en el gráfico N° 13 se puede observar el grado de contaminación por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano de la comunidad nativa de Tsachopen; en la zona de captación el grado de contaminación bacteriológica es de 92,5 ello debido a que no se encuentran cubiertas, no cuentan con cercos perimétricos además las fuentes de agua fluyen entre cultivos de granadilla, café y pastizales con presencia de ganado vacuno quienes depositan su excretas muchas veces al margen de la fuente de agua y por las precipitaciones e infiltración terminan contaminando estas fuentes de agua que son captadas para consumo humano.

En la zona de reservorio el grado de contaminación bacteriológica es 87,3 ello se debe a que estos reservorios no recibe constante desinfección lo realizan una vez cada tres meses por la falta de insumos también por la falta de limpieza constante ya que no hay coordinación entre los pobladores no muestran interés porque

desconocen el grado de contaminación del agua que consumen y que conlleva a contraer enfermedades infectocontagiosas cabe mencionar que el sistema de agua Miraflores es el más antiguo y por el caudal provee poca agua a los pobladores por lo que es usado por solo una mínima parte de la población total por lo mismo no recibe limpieza desde hace mucho lo que hace que los sedimentos se compacten en las paredes elevando la temperatura del agua por efecto de los rayos del sol, las concentraciones microbianas aumentan en grandes cantidades por ello el reservorio Miraflores presentó una mayor concentración de coliformes que en la captación.

En la zona de conexiones domiciliarias el grado de contaminación bacteriológica es de 81,5 en algunas conexiones domiciliarias presentaron mayor concentración bacteriológica como es el caso de la familia Gonzales Soto y de la Institución Educativa 34425 Miraflores comparado con el del reservorio Miraflores uno de los factores viene a ser por los tubos dañados y por las filtraciones al contacto con el suelo, finalmente todas las muestras analizadas por el método NMP por tubos múltiples superaron los LMP del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA de lo que podemos inferir que el agua no es apta para consumo humano.

4.3. Discusión de Resultados

Según Arriaza et al. (2015) en la investigación “Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala” llegaron a la conclusión después de su respectivo análisis, que los filtros ubicados en las Facultades de Ciencias Químicas y Farmacia, Ciencias Económicas, Odontología y la Escuela de Trabajo Social superan las normas establecidas por COGUANOR para el agua potable, respecto al número de coliformes totales; así mismo el agua obtenida de los filtros de las Facultades de Ciencias Económicas y Ciencias Químicas y Farmacia obtuvieron un resultado positivo para la presencia de E. coli, lo que concluye que el agua extraída de éstos filtros no es apta para el consumo humano.

Del mismo modo en la presente investigación los resultados que se han obtenido, en función al grado de contaminación por agentes bacteriológicos tanto por la concentración de coliformes totales y fecales del total de muestras analizadas todas

superaron los LMP comparados con el respectivo Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, establecido en Perú, determinándose que el agua no es apta para consumo humano.

Asimismo, Santacruz & Terán (2016) en su tesis titulada “CONCENTRACIÓN MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LA COMUNIDAD CAMPESINA YAMINCHAD DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE SAN PABLO 2015”. Han llegado a las siguientes conclusiones:

- Nuestra investigación ha dado un paso muy eficiente en el análisis de agua debido al grado de concentración microbiológica encontrada en las muestras realizadas de monitoreo de agua sobrepasando los límites máximos permisibles según el DS N°031 – 2010 – SA. Norma que especifica la calidad de agua para consumo humano.
- Por lo tanto mencionamos que el agua que consume la comunidad campesina de Yaminchad, no recibe un tratamiento respectivo antes de consumirlo, esto es perjudicial para la salud del poblador.
- Según la investigación realizada en el monitoreo de agua de consumo humano de la comunidad campesina Yaminchad mencionamos que la muestra, antes del reservorio se encontró Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en una cantidad minoritaria en comparación con las ECAS 2008 y 2015 determinándose que el agua es apta para el consumo humano con un tratamiento de desinfección.
- De acuerdo al análisis realizado en nuestra investigación la concentración microbiológica del agua del reservorio y los grifos domiciliarios (muestra 02, 03, y 04) se encontró Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en una pequeña cantidad que sobrepasa el DS N° 031-2010 - SA. determinándose que no realizan ningún tratamiento de desinfección del agua, antes de llegar, para el consumo humano.
- Las muestras tomadas representan el 95 % de objetividad, demostrando que el agua presenta contaminación microbiana por coliformes en pequeñas cantidades.
- El agua está contaminada en un gran porcentaje por microorganismos desde la salida del manantial por aguas turbias subterráneas y filtraciones.

En la red el problema radica en el tratamiento respectivo las situaciones higiénicas en la que se halla, las características del suelo y la contaminación de la napa freática por excretas.

La citada investigación guarda relación con la presente investigación respecto a los resultados obtenidos ya que de igual manera supera los LMP del D.S N° 031-2010-SA normativa que señala la calidad del agua para consumo humano y se realizaron los análisis con el mismo método de NMP por tubos múltiples, así también se encuentra similitud en los resultados de la muestras de agua tomadas antes del reservorio porque se han comparado con el ECA D.S N° 004-2017-MINAM en lo que concierne a nuestro estudio existe un alto grado de concentración bacteriológica por lo que difiere en el tipo de tratamiento que debe recibir ya que en la investigación de Santacruz & Terán de acuerdo a sus resultados solo requiere ser tratada con desinfección mientras que en esta investigación requiere ser tratada con tratamiento convencional, también se concuerda con los resultados que han obtenido los autores a nivel de reservorio y conexiones domiciliarias porque también superan los LMP de acuerdo al Reglamento pero con la diferencia que en esta investigación se han obtenido mayores concentraciones.

Para gestionar la inocuidad microbiana del agua de consumo es preciso: a) evaluar el conjunto del sistema, para determinar los posibles peligros a los que puede estar expuesto. (OMS, 2008) por ello en la presente investigación se han tomado muestras de captación, reservorio y conexiones domiciliarias para su respectivo análisis.

Según Araujo & Benito (2017) en su tesis denominada “NIVEL DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL SECTOR SEQUIA ALTA, SANTA BÁRBARA, HUANCVELICA – 2017”. Concluyen que el nivel de contaminación microbiológica de la muestra 1, la zona de captación (paltamachay) 2,8 de promedio de contaminación microbiológica, la muestra 2 la zona de reservorio con 1,1 promedio de contaminación microbiológica y la muestra 3 zona de los grifos de las viviendas con 0,6 promedio de contaminación microbiológica, las muestras superan los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad de agua para el consumo humano.

Al comparar con nuestro estudio también se han obtenido promedios del grado de contaminación bacteriológica en la zona de captación es 92,5 en la zona de reservorio es de 87,3 y en la zona de grifos o conexiones domiciliarias es de 81,5 por lo cual coincidimos que supera los LPM del D.S. N° 031-2010-SA pero difiere en que en esta investigación las concentraciones de coliformes fueron mayores que los obtenidos por los autores antes mencionados.

Asimismo, llegaron a la conclusión que las bacterias coliformes totales, 4 UFC/100 ml. pertenece a la zona de captación (paltamachay); 2 UFC/100 ml. en reservorio 1, reservorio 2, grifo 2, grifo 3, grifo 7 y 1 UFC/100 ml. en el grifo 1, grifo 4, grifo 5, grifo 6. Las muestras superan los límites máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano. En nuestra investigación en la zona de captación el promedio de contaminación bacteriológica por coliformes totales es de 121 NMP/100 ml, en la zona de reservorio el promedio es de 109 NMP/100 ml y en las conexiones domiciliarias el promedio es de 125 NMP/100 ml.

En función de las bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales los autores concluyeron de su estudio que las 10 muestras tomadas, 7 presentan contaminación; teniendo 4 UFC/100 mL. en la zona de captación (paltamachay); 2 UFC/100 mL en el reservorio 1, seguido de 1 UFC/100 mL. presento el reservorio 2, grifo 1, grifo 3, grifo 4, grifo 5; las 7 muestras superan los límites máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano, mientras que en el presente estudio en la zona de captación el promedio de contaminación bacteriológica por coliformes fecales es de 63,9 NMP/100 ml, en la zona de captación el promedio es de 65,5 NMP/100 ml y en las conexiones domiciliarias el promedio es de 38 NMP/100 ml por lo tanto en nuestro caso también las 8 muestras superan los LMP del reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Las principales actividades que favorecen la contaminación de aguas son las agropecuarias como movilización de animales, cultivos, abonos orgánicos mal procesados y disposición inadecuada de aguas residuales que afectan la calidad microbiológica de las fuentes de agua. (Ríos, 2017)

En nuestra investigación también se pudo observar dichas actividades las cuales influyeron en la contaminación bacteriológica del agua además se pudo notar que

los sistemas de agua no reciben constante desinfección por lo tanto no se realiza el debido tratamiento y la falta de mantenimiento en la limpieza; asimismo otros de los factores causantes de la contaminación son las tuberías defectuosas y dañadas lo cual conlleva a mezclarse con el suelo el cual se favorece con las precipitaciones e infiltración por ello en algunos de los resultados de la investigación se pudo observar que hay mayor contaminación bacteriológica en las conexiones domiciliarias que en la captación. Por lo mencionado podemos decir que la contaminación del agua se debe principalmente a los métodos inadecuados de captación de las fuentes de agua y mantenimiento en la limpieza y desinfección de tuberías y reservorio de agua periódicamente.

CONCLUSIONES

De la presente investigación denominada “El grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018” podemos llegar a las siguientes conclusiones.

Se logró determinar el grado de contaminación, por la concentración de coliformes totales en el agua para consumo humano en la comunidad en estudio, en lo que respecta a la zona de captación el promedio de contaminación bacteriológica por coliformes totales es de 121 NMP/100 ml, en la zona de reservorio el promedio de contaminación es de 109 NMP/100 ml y en las conexiones domiciliarias el promedio de contaminación es de 125 NMP/100 ml, por lo tanto al ser comparado con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010-SA en función del parámetro bacterias coliformes totales supera los límites máximos permisibles (LMP) ya que toda agua destinada para consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes totales.

Asimismo, se determinó el grado de contaminación, esta vez por la concentración de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen, en cuanto a la zona de captación el promedio de contaminación bacteriológica por coliformes termotolerantes o fecales es de 63,9 NMP/100 ml, en la zona de captación el promedio es de 65,5 NMP/100 ml y en las conexiones domiciliarias el promedio es de 38 NMP/100 ml por lo tanto al ser comparado con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010-SA de acuerdo al parámetro bacterias coliformes termotolerantes o fecales supera los límites máximos permisibles (LMP) ya que toda agua destinada para consumo humanos debe estar también estar exenta de bacterias coliformes fecales.

Finalmente se logró determinar el grado de contaminación, por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano en la comunidad nativa de Tsachopen – Oxapampa – 2018, a nivel de captación de ambos sistemas de abastecimiento de agua San Roque y Miraflores el promedio del grado de contaminación por agentes bacteriológicos (coliformes totales y fecales) es de 92,5 a nivel de reservorio el promedio es de 87,3 y a nivel de las conexiones domiciliarias el promedio es de 81,5 en ese sentido las ocho muestras analizadas por el método NMP por tubos múltiples al 95 % de confianza

superaron los límites máximos permisibles (LMP) del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031 – 2010 – SA ya que no se encuentra exenta de bacterias coliformes totales y fecales por lo tanto el agua deja de ser apta para consumo humano, por lo que se debe tomar acciones de control y mitigación planteando medidas correctivas con el propósito de garantizar el suministro de agua segura y por ende proteger la salud de la población.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación se recomienda para el sistema de abastecimiento San Roque ser sometida a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente ECA para agua D.S. N° 004-2017-MINAM, asimismo colocar un cerco para impedir el paso de los animales a las fuentes de agua, para el sistema de abastecimiento Miraflores se recomienda realizar la desinfección necesaria y una profunda limpieza participativa con los pobladores de la comunidad.

Al puesto de salud se recomienda realizar capacitaciones sobre el manejo y tratamiento de las captaciones y reservorios; además se debe concientizar con el desarrollo de talleres sobre prácticas de higiene y consumo racional de agua, informar sobre las enfermedades que se pueden contraer si se consume agua contaminada y las medidas de prevención.

A la comunidad se recomienda para futuras investigaciones realizar el análisis físico químico del agua que consume la comunidad, ya que la investigación solo ha contribuido con el análisis bacteriológico. Asimismo, se pueden realizar investigaciones sobre el análisis de enfermedades diarreicas agudas y parasitosis para así poder relacionar la calidad de agua con la salud de la población o también realizar investigaciones orientadas a crear programas de salubridad en la calidad de agua segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ Araujo, R., & Benito, H. (2017). Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica - 2017. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú) Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1383/TP%20-%20UNH.%20ENF.%200105.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ✚ Arriaza, A.E., Waight, S.E., Contreras, C.E., Ruano, A.B., López A., & Ortiz, D. (2015). Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Científica*, 25(2), 1-9. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5263262.pdf>
- ✚ Aycachi, R. (2011). *Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las fuentes utilizadas para abastecimiento de agua potable de la ciudad de Rioja – San Martín*. (Tesis de Post Grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú). Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/93830766/Proyecto-de-Tesis-Version-final-Romulo-Aycachi>
- ✚ Chambi, G. (2015). *Determinación de bacterias coliformes y e. coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea - Puno*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú). Recuperado de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1922/Chambi_Choque_Guido.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ✚ Ercilio, F. (17 de octubre de 2005). Ingeniero Ambiental. Recuperado el 18 de julio de 2018, de Ingeniero Ambiental: <http://www.ingenieroambiental.com/4030/libroaguaedicion2.pdf>
- ✚ Estándares de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM de 07 de junio de 2017. Ministerio del Ambiente. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- ✚ OMS. (14 de noviembre de 2008). Guía para la calidad de agua potable. whater sanitation. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_1.pdf

- ✚ OMS. (02 de mayo de 2017). Enfermedades diarreicas. Recuperado el 18 de julio de 2018, de Enfermedades diarreicas: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>

- ✚ OMS. (febrero de 2017). Gestión de los pequeños sistemas de suministro de agua. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/small-community-management/es/

- ✚ OMS. (12 de julio de 2017). OMS/Agua. Recuperado el 18 de julio de 2018, de OMS/Agua: <http://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

- ✚ OMS. (26 de abril de 2018). Peligros microbiológicos relacionados con el agua de consumo humano. Recuperado el 21 de julio, de Peligros microbiológicos relacionados con el agua de consumo humano: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq-4-cap7-spa.pdf?ua=1

- ✚ Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA/SA de 24 de setiembre de 2015.. Ministerio de Salud. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA_SA.pdf

- ✚ Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del agua (26 de abril de 2003). Indicadores de contaminación fecal en aguas. Recuperado de: http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf

- ✚ Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (13 de noviembre de 2006). Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales. Recuperado el 25 de julio de 2018, de Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>

- ✚ Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Decreto Supremo N° 031-2010-SA de 25 de abril de 2011. Ministerio de Salud. Recuperado de:
<http://rpp.pe/lima/actualidad/situacion-del-agua-en-el-peru-y-el-mundo-noticia-779930>

- ✚ Ríos, S. (15 de febrero de 2017). Scielo. Recuperado el 18 de julio de 2018, de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

- ✚ Santacruz, S., & Terán, J. (2016). Concentración microbiológica en el agua para consumo humano, de la comunidad campesina Yaminchad del distrito y provincia de San Pablo 2015.(Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Perú) Recuperado de:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10894/santacruz_rs.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 01

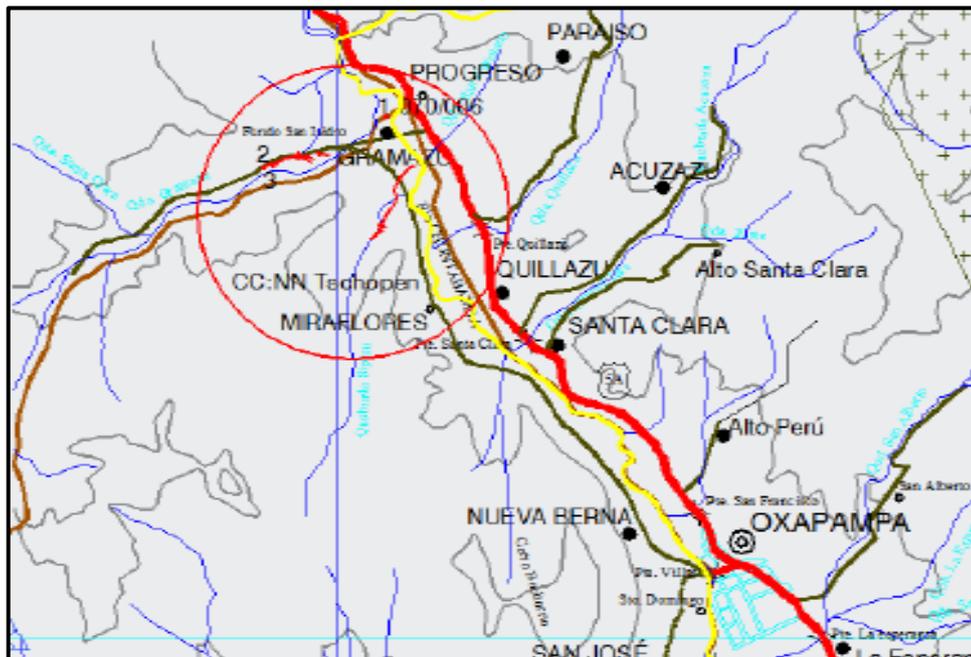
Ubicación geográfica del área de estudio

Imagen N° 1: Ubicación geográfica del distrito de Oxapampa



Fuente: Municipalidad distrital de Chontabamba

Imagen N° 2: Ubicación geográfica de la comunidad nativa de Tsachopen



Fuente: Municipalidad distrital de Chontabamba

ANEXO 02

Guía de entrevista

ENTREVISTA: Esta técnica de recolección de datos fue utilizado para la determinación del problema de la presente investigación.

Guía de entrevista:

- **Entrevistado:**

Sr. José Victor Díaz Ampa

Presidente de la Junta Administrativa de Servicio de Agua y Saneamiento (JASS)

- **Entrevistador:**

Yoisy Mirela Aquino Espinoza

Entrevistador:

Señor José Díaz, muy buenos días. El motivo por el cual le estoy visitando se debe por un estudio de investigación sobre el grado de contaminación por agentes bacteriológicos en el agua para consumo humano de su comunidad, dicho esto procederé a realizarle algunas preguntas sobre el estado actual, el periodo de limpieza, tratamiento de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de su comunidad, es importante mencionarle que la información a ser generada podrá ser aprovechada por ustedes y también por las instituciones competentes para que puedan intervenir en la mejora de la calidad del agua y por lo tanto en el cuidado de la salud de la comunidad.

Entrevistado:

Buenos días señorita.

Entrevistador:

1. **¿Con cuántos sistemas de abastecimiento de agua cuenta la comunidad?**

Entrevistado:

Tenemos el primero que se encuentra en el sector Miraflores es el más antiguo se construyó en el gobierno de Fujimori, captamos de una quebrada pero en la cabecera hay plantaciones de café, de este sistema solo una parte de la comunidad se abastece pero tiene más agua, casi siempre viene turbio y a veces se seca; el segundo está en el sector San Roque construido por Aprodes aproximadamente hace 10 años, de aquí abastece a la mayor parte de la población captamos de una quebrada, este sistema se encuentra dentro del pastal de don Luis Sandoval ahí tiene sus ganados y en la parte de arriba hay granadillales.

Entrevistador:

- 2. ¿Estos sistemas de abastecimiento de agua reciben algún tratamiento?**

Entrevistado:

Se realiza desinfección con cloro.

Entrevistador:

- 3. ¿Cada que tiempo realizan el tratamiento de los sistemas de abastecimiento de agua?**

Entrevistado:

Se desinfecta con cloro una vez cada tres meses cuando el agua viene turbio ya no desinfectamos. De pasada también se hace una limpieza con escobilla todo el musgo.

Entrevistador:

- 4. ¿Quiénes se encargan de la limpieza?**

Entrevistado:

Yo lo realizo solo la comunidad no se interesa mucho, no hay coordinación.

Entrevistador:

- 5. ¿Quién(s) les facilita los materiales para el tratamiento del(os) sistema(s) de abastecimiento de agua?**

Entrevistado:

El cloro nos da la posta, pero es muy difícil conseguirlo si pedimos a la municipalidad distrital de Chontabamba nos dicen que ahora todo es con presupuesto participativo y para esas cosas pequeñas ahora ya no nos dan.

Entrevistador:

- 6. ¿Cuál es el pago que realizan por el servicio de agua?**

El pago es de dos nuevos soles mensualmente, pero la gente no paga pocos son los que pagan hay que estar cobrándoles todavía.

Entrevistador:

- 7. ¿Ustedes tienen conocimiento de la calidad bacteriológica del agua que consumen?**

Entrevistado:

No señorita, pero sería de mucha ayuda tener datos de la calidad del agua así yo reuniría a la comunidad para informarles y plantear medidas de prevención y protección del agua, porque solo con palabras la gente no cree ellos quieren datos para que se den cuenta cual es realmente la calidad del agua.

Entrevistador:

- 8. ¿Qué opina del planteamiento de un estudio de investigación para conocer cuál es el grado de contaminación por agentes bacteriológicos en el agua que ustedes consumen?**

Entrevistado:

Me parece importante, así tendremos conocimiento que tanto están contaminados los sistemas de agua y poder coordinar con la

comunidad para ver cómo podríamos mejorar la calidad del agua, de mi parte le puedo acompañar cuando saque las muestras de agua para analizarlos estoy dispuesto a colaborar con su estudio, será un beneficio para la comunidad.

Entrevistador:

Muchas gracias por su amabilidad al responder las preguntas y por estar dispuesto a colaborar con el estudio le estaré visitando en otra oportunidad para que me acompañe en la recolección de muestras de agua con el correspondiente permiso. Hasta pronto, muy amable que tenga buen día.

ANEXO N° 03

Panel fotográfico

Fotografía N° 6: Presencia de excretas al margen de la fuente de agua San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 7: Captación de la fuente de agua San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 8: Ganado vacuno en el interior del sistema de agua San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 9: Reservorio del sistema de agua San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 10: Fuente de agua quebrada Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 11: Reservorio de agua Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 12: Entrevista al presidente de la JASS



Fuente: Elaboración propia

Etapa N° 01 del análisis de agua del sistema de abastecimiento - San Roque

Fotografía N° 13: Preparación de materiales para el análisis de agua



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 14: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato de concentración doble



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 15: Homogenización de Caldo de Lauril Sulfato



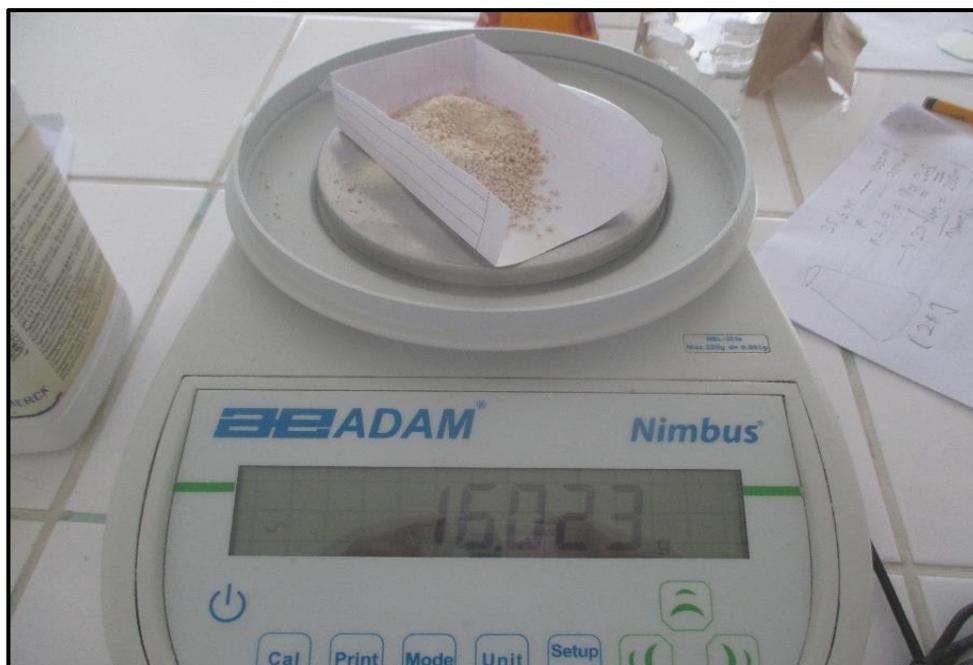
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 16: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 17: Pesado de Caldo de Lauril Sulfato de concentración simple



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 18: Medio Caldo de Lauril Sulfato en dos concentraciones diferentes



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 19: Preparación de la batería de tubos con series de 5 tubos a concentración doble y 10 tubos a concentración simple



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 20: Transferencia de la dilución en cada tubo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 21: Preparación de frascos para muestras de agua



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 22: Esterilización de frascos para muestras de agua



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 23: Esterilización de tubos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 24: Recolección de muestra de agua N° 01 captación San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 25: Muestra de agua N° 01 debidamente identificada



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 26: Almacenamiento de la muestra de agua captación San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 27: Medición de parámetros de campo de la captación San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 28: Recolección de la muestra N° 02 reservorio San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 29: Almacenamiento de la muestra N° 02 reservorio San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 30: Medición de parámetros de campo del reservorio San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 31: Medición de cloro residual del reservorio San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 32: Preparación del grifo para la recolección de muestra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 33: Recolección de la muestra N° 03 conexión domiciliaria - Gonzales Espinoza



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 34: Almacenamiento de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Espinoza



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 35: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Espinoza



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 36: Recolección de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 37: Almacenamiento de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 38: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 04 conexión domiciliaria Ortiz Ciriaco



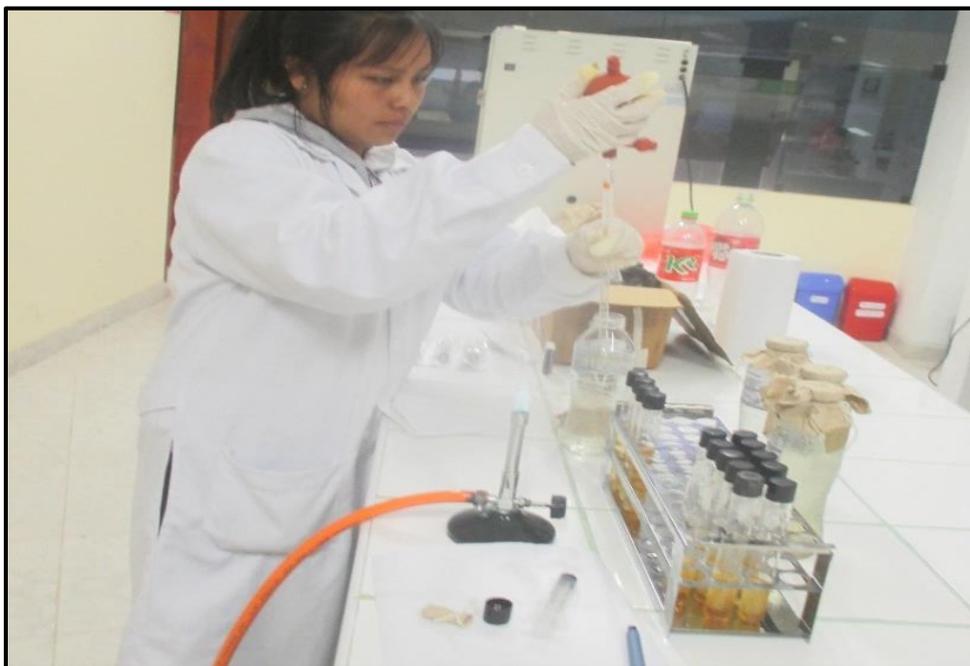
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 39: Cuatro muestras de agua del sistema de abastecimiento de agua San Roque



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 40: Siembra de la muestra de agua al medio de cultivo (Caldo de Lauril Sulfato)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 41: Incubando los tubos a $35 \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 42: Verificación de los tubos positivos en la etapa presuntiva



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 43: Pesado del medio caldo EC - MUG para prueba confirmativa



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 44: Pesado del medio caldo Verde brillante bilis para prueba confirmativa



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 45: Dilución de medios de cultivo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 46: Tubos con medios de cultivo de caldo EC y caldo Verde brillante bilis



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 47: Esterilización de los tubos con medios de cultivo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 48: Siembra de un cultivo positivo de CLS a un tubo con medio EC



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 49: Siembra de un cultivo positivo de CLS a un tubo con medio de cultivo Verde Brillante Bilis



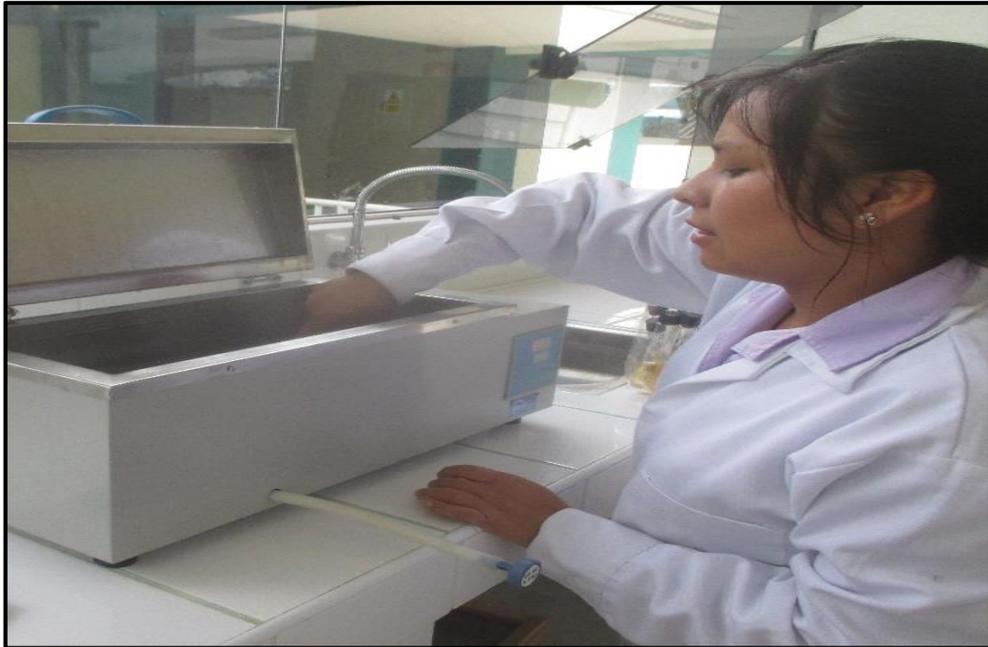
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 50: Incubación de los tubos con caldo Verde brillante bilis a 35 ± 0.5 °C



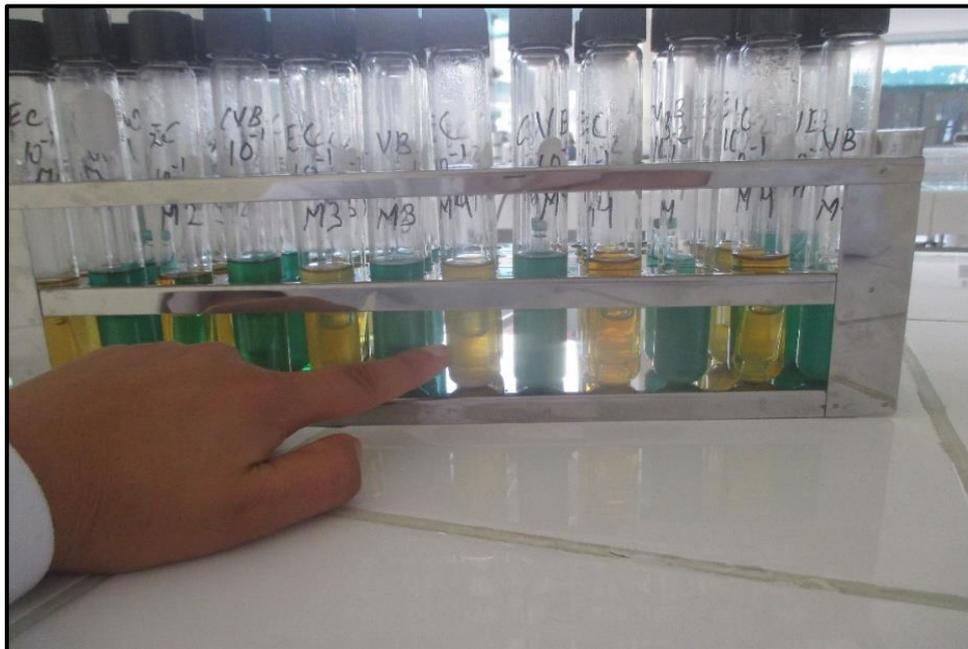
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 51: Incubando los tubos con medio EC a 44.5 ± 0.2 °C en baño maría



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 52: Lectura de los tubos positivos de la prueba confirmativa para coliformes totales y fecales



Fuente: Elaboración propia

Etapa N° 02 del análisis de agua del sistema de abastecimiento - Miraflores

Fotografía N° 53: Preparación de los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 54: Esterilización de los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 55: Estado de la infraestructura de captación Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 56: Recolección de muestra N° 01 captación Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 57: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 01 captación Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 58: Recolección de muestra N° 02 reservorio Miraflores



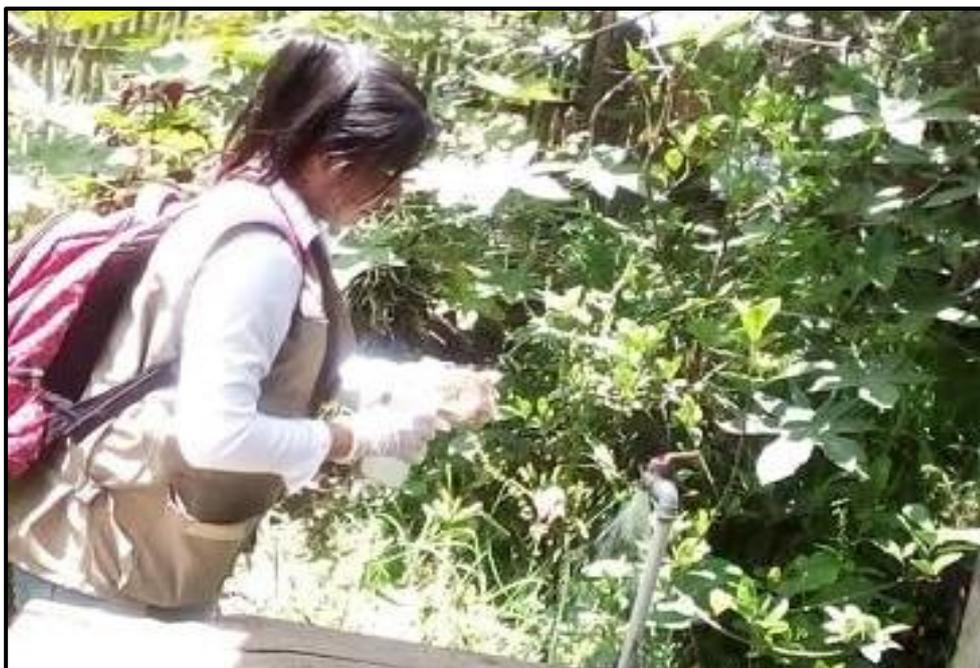
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 59: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 02 reservorio Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 60: Recolección de muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Soto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 61: Medición de parámetros de campo de la muestra N° 03 conexión domiciliaria Gonzales Soto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 62: Recolección de muestra N° 04 conexión domiciliaria II.EE N° 34425



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 63: Medición de parámetros de campo de muestra N° 04 conexión domiciliaria II.EE N° 34425



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 64: Cuatro muestras de agua para consumo humano recolectadas - Miraflores



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 65: Agitación de la muestra para una buena homogenización



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 66: Codificación de los tubos con medio de cultivo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 67: Siembra de muestra de agua en los tubos con medio Caldo de Lauril Sulfato



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 68: Siembra de muestra de agua al tubo con medio Caldo Lauril Sulfato en menor volumen



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 69: Incubación de los tubos con Caldo de Lauril Sulfato a 35.5 ± 0.5 ° C prueba presuntiva



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 70: Identificación de los tubos positivos



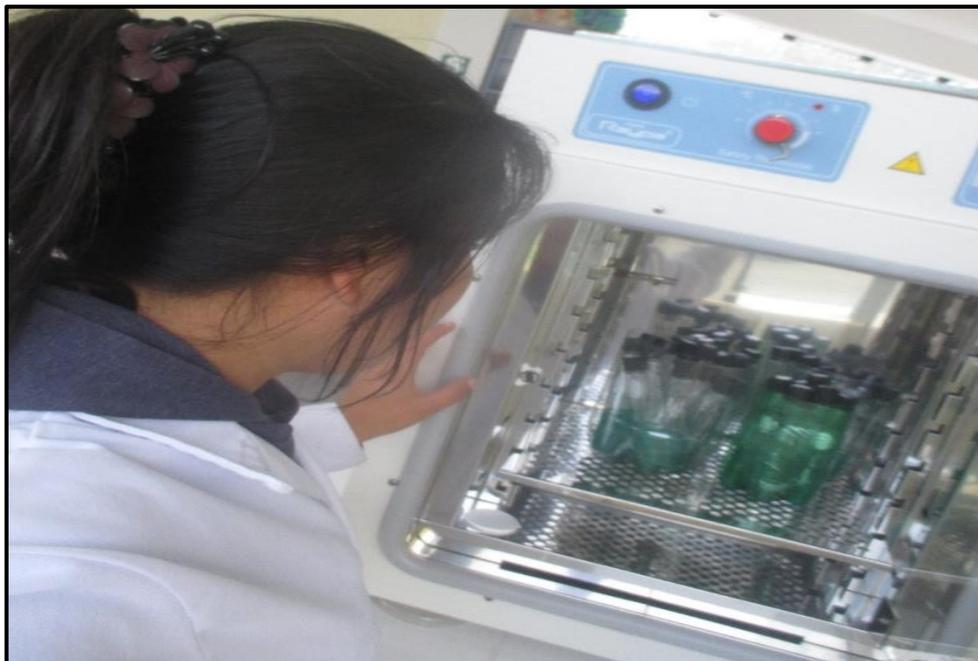
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 71: Siembra de un cultivo positivo de Caldo Lauril Sulfato a un tubo con medio EC y a otro con medio Verde brillante bilis



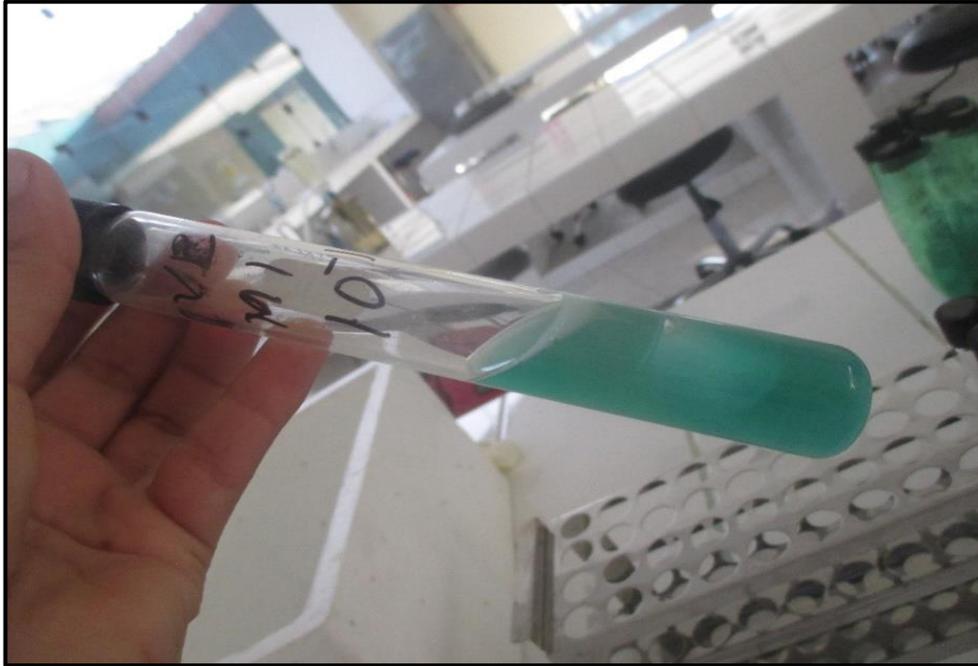
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 72: Incubación de los tubos con caldo Verde brillante bilis a $35 \pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 75: Tubo positivo con medio Caldo Lauril Sulfato indica concentración de coliformes totales



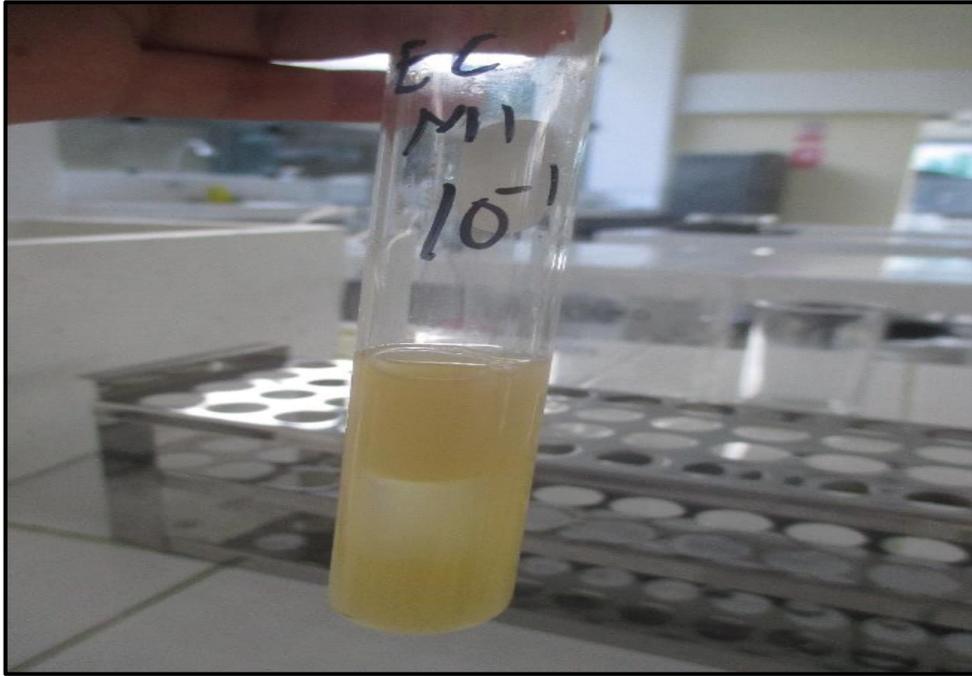
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 76: Tubos positivos con medio EC prueba confirmativa



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 77: Tubo positivo con medio EC indica concentración de coliformes fecales



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04

FICHAS DE DATOS DE CAMPO



FICHA DE DATOS CAMPO



1) No. Ficha de campo		2) Nombre de Red de Salud		3) Nombre de micro Red de Salud	
4) Nombre del Programa de Monitoreo		5) Dispone de Sist. De Agua Potable		6) Nombre del Sistema de Agua Potable	
9) Departamento		11) Distrito		13) Nombre EESS:	
10) Provincia		12) Localidad		14) Fecha de Reporte (dd/mm/aa)	
15) Muestreador (Apellidos y nombres)		16) DNI		17) Firma	

Código de Campo	Fecha de Muestreo (dd/mm/aa)	Hora de Muestreo (hh:mm:ss)	Matriz (1)	Origen de la Muestra (2)	Punto de Muestreo	Parámetros medidos en campo							Muestra Microbiológica	Tipo de fuente hídrica aprovechada (Llenar en caso el * Origen de la muestra sea captación o Fuente hídrica)	Coordenadas en el punto de muestreo (Según estándar del Instituto Geográfico Nacional)		
						pH	Temperatura (°C)	Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	Conductividad (µ/cm)	Turbiedad (UNT)	Cloro Residual (mg/L)	Continuidad del servicio en el punto de muestreo (h/día)			Zona UTM (17,18 o 19)		
															Este	Norte	Altura
	12/12/18	9:24	AS	Captación		7.87	17.12	64	127	0.29	0.00			0451334	8833415	2045	
	12/12/18	9:45	AS	Reservorio		7.85	17.65	61	122	5.14	0.00			0451807	8833264	2053	
	12/12/18	10:07	AS	Gonzales Espinoza		8.10	18.48	63	127	6.03	0.00			0451886	8834158	1855	
	12/12/18	10:16	AS	Ortiz Ciriaco		7.49	19.69	53	106	2.35	0.00			0451647	8834627	1814	

Observaciones.....

- (1) Ejemplo para matriz: AS origen de la muestra: Río corriente
 (2) AP (Agua Potable), AR (Agua Superficial), AT (Agua Subterránea)

Yoisy Mirela Aquino Espinoza

Responsable del monitoreo
 Nombres y Apellidos



FICHA DE DATOS CAMPO



1) No. Ficha de campo		2) Nombre de Red de Salud		3) Nombre de micro Red de Salud	
4) Nombre del Programa de Monitoreo		5) Dispone de Sist. De Agua Potable	Si No <input checked="" type="checkbox"/>	6) Nombre del Sistema de Agua Potable	Miraflores
9) Departamento	Pasco	11) Distrito	Chontabamba	13) Nombre EESS:	
10) Provincia	Oxapampa	12) Localidad	Comunidad Nativa de Tsachoper	14) Fecha de Reporte (dd/mm/aa)	19/12/18
15) Muestreador (Apellidos y nombres)	Aguino Espinoza Yoisy Mirela			16) DNI	71294591
				17) Firma	<i>[Firma]</i>

Código de Campo	Fecha de Muestreo (dd/mm/aa)	Hora de Muestreo (hh:mm:ss)	Matriz (1)	Origen de la Muestra (2)	Punto de Muestreo	Parámetros medidos en campo						Muestra Microbiológica	Tipo de fuente hídrica aprovechada (Llenar en caso el * Origen de la muestra sea captación o Fuente hídrica)	Coordenadas en el punto de muestreo (Según estándar del Instituto Geográfico Nacional)			
						pH	Temperatura (°C)	Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	Conductividad (µ/cm)	Turbiedad (UNT)	Cloro Residual (mg/L)			Continuidad del servicio en el punto de muestreo (h/día)	Zona UTM (17,18 o 19)		
															Este	Norte	Altura
	19/12/18	11:06	AS	AS	Captación	7.30	17.62	70	139	6.48	0.00		0451630	88334047	1890		
	19/12/18	11:18	AS	AS	Reservorio	7.40	17.5	70.71	141	8.97	0.00		0451641	8834065	1882		
	19/12/18	11:54	AS	AS	Gonzales Soto	7.70	22.03	305	609	9.94	0.00		0451914	8834292	1874		
	19/12/18	12:17	AS	AS	II-EE N°34425	7.61	22.89	144	288	15.26	0.00		0451754	8834443	1830		

Observaciones.....

.....

.....

- (1) Ejemplo para matriz: AS origen de la muestra: Río corriente
- (2) AP (Agua Potable), AR (Agua Superficial), AT (Agua Subterránea)

Yoisy Mirela Aguino Espinoza

Responsable del monitoreo
Nombres y Apellidos

ANEXO N° 05

INFORME DE ENSAYO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
- FILIAL OXAPAMPA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO N° 001-2018

SOLICITANTE : Aquino Espinoza Yoisy Mirela
 PRODUCTO : Agua de Consumo Humano
 IDENTIFICACIÓN/MTRA : Comunidad Nativa de Tsachopen, Oxapampa, Pasco

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: 12/12/2018 Hora: 9:24 a.m a 10: 16 am
 Tipo de Muestreo: Puntual
 Número de Muestra: 04 muestras
 Ensayo solicitado: Bacteriológico

DATOS DE CAMPO

Parámetro de campo	Unidad	Captación San Roque	Reservorio San Roque	Conexión domiciliaria 1 (Gonzales Espinoza)	Conexión domiciliaria 2 (Ortiz Ciriaco)
Potencial de hidrógeno	pH	7,87	7,85	8,10	7,47
Temperatura	°C	17,12	17,65	18,48	19,89
Sólidos Totales	mg/l	64	61	63	53
Disueltos					
Conductividad eléctrica	μ/cm	127	122	127	106
Turbiedad	UNT	0,29	5,14	6,03	2,35
Cloro residual	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00

ENSAYO/MUESTRAS

Parámetro	Unidad	Captación San Roque	Reservorio San Roque	Conexión domiciliaria 1 (Gonzales Espinoza)	Conexión domiciliaria 2 (Ortiz Ciriaco)
Coliformes Totales	NMP/100 ml	220	170	110	140
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	120	120	49	94



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 P.E. INGENIERÍA AMBIENTAL - OXI
 Dr. Hitler Castillo Paredes
 SUO DIRECTOR

Edson V. Ramos Peñaloza
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP N° 107649



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
- FILIAL OXAPAMPA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO
N° 002-2018

SOLICITANTE : Aquino Espinoza Yoisy Mirela
 PRODUCTO : Agua de Consumo Humano
 IDENTIFICACIÓN/MTRA : Comunidad Nativa de Tsachopen, Oxapampa, Pasco

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: 19/12/2018 Hora: 11:06 a.m a 12: 17 am
 Tipo de Muestreo: Puntual
 Número de Muestra: 04 muestras
 Ensayo solicitado: Bacteriológico

DATOS DE CAMPO

Parámetro de campo	Unidad	Captación Miraflores	Reservorio Miraflores	Conexión domiciliaria 1 – Gonzales Soto	Conexión domiciliaria 2 – ILEE 3425 Miraflores
Potencial de hidrógeno	pH	7,30	7,40	7,70	7,61
Temperatura	°C	17,62	17,50	22,03	22,84
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	70	70,71	305	144
Conductividad eléctrica	µ/cm	139	141	609	288
Turbiedad	UNT	6,48	8,97	9,94	15,26
Cloro residual	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00

ENSAYO/MUESTRAS

Parámetro	Unidad	Captación Miraflores	Reservorio Miraflores	Conexión domiciliaria 1 – Gonzales Soto	Conexión domiciliaria 2 – ILEE 34425 Miraflores
Coliformes Totales	NMP/100 ml	22	48	140	110
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	7.8	11	6.8	2



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 UNIDAD ACADÉMICA DESCENTRALIZADA
 DIRECCIÓN GENERAL
 Oxapampa
 Dr. Crencencio Amaro Quiñones Narváez
 DIRECTOR GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 P.E. INGENIERÍA AMBIENTAL - OXA
 Dr. Hitlsey J. Castillo Paredes
 SUB DIRECTOR

Edson V. Ramos Peñaloza
 INGENIERO QUIMICO
 CIP N° 107649

**PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE
COLIFORMES TOTALES, FECALES Y *E. coli***

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	OBJETIVOS.....	111
II.	ALCANCE	111
III.	DEFINICIONES.....	111
IV.	RESUMEN	111
V.	DESARROLLO	112
	5.1. Medios de cultivo.....	112
	5.2. Equipos y Materiales	112
	5.3. Dilución de la muestra	113
	5.4. Prueba presuntiva.....	113
	5.5. Prueba confirmativa	114
	5.5.1. Coliformes totales.....	114
	5.5.2. Coliformes fecales	115
	5.5.3. Escherichia coli.....	115
	5.5.4. Determinación del Número Mas probable (NMP)	116
	5.6. Formularios y registros	118
	5.7. Control de calidad	118
VI.	REFERENCIAS	118
VII.	ANEXOS	118

I. OBJETIVOS

Describir el método de ensayo para la numeración de Coliformes totales, Fecales y *Escherichia coli* - técnica de fermentación de tubos múltiples, de acuerdo a lo indicado en el Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition, 2005, parte 9221B,E y 9221 F1.

II. ALCANCE

Este método se aplica a muestras de aguas residuales, superficiales, mar y agua tratada.

III. DEFINICIONES

Coliformes totales: son bacterias que forman parte del grupo coliformes y son definidas como bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 35 ± 0.5 °C dentro de las 48 ± 3 horas.

Coliformes fecales: Son bacterias que forman parte del total del grupo coliformes y son definidas como bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 ± 0.2 °C dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliformes fecales es la *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

Número más probable (NMP): es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes basadas en la combinación de resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La precisión de cada prueba depende del número de tubos utilizados. Tres diluciones son necesarias para la obtención del código del NMP. Las tablas de NMP se basan en la hipótesis de una distribución de Poisson (dispersión aleatoria). La densidad bacteriana se obtiene a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95% para cada valor determinado y se expresa como NMP de coliformes/100 ml.

IV. RESUMEN

La metodología de análisis se basa en 2 etapas:

La prueba presuntiva consiste en colocar volúmenes determinados de muestra de agua en una serie de tubos conteniendo caldo lauril triptosa que luego son incubados a 35 ± 0.5 °C durante 24 – 48 horas.

La prueba confirmativa para la determinación de coliformes totales, consiste en inocular los tubos positivos de la prueba presuntiva en el caldo verde brillante bilis, incubarlos a 35 ± 0.5 °C por 48 horas, en el caso de coliformes fecales y *Escherichia coli*, se siembra en caldo EC con MUG, los tubos se incuban a 44.5 ± 0.2 °C por un tiempo de 24 horas.

La formación de gas en los tubos de durham así como la presencia de fermentación y turbiedad en los tubos, se considera reacción positiva de coliformes. Los resultados se expresan en términos de Número Más Probable (NMP) de microorganismos.

V. DESARROLLO

5.1. Medios de cultivo

- Caldo lauril triptosa. (CLT).
- Caldo verde brillante bilis lactosa (BRILLA)
- Caldo EC – MUG
- Agua de dilución
- Tiosulfato de sodio

5.2. Equipos y Materiales

Adicionalmente a lo requerido en el Instructivo de preparación y esterilización de medios de cultivo y reactivos.

- Incubadora de aire caliente a $35 \pm 0,5$ °C.
- Incubadora baño maria a $44,5 \pm 0,2$ °C.
- Frascos de dilución, capacidad de 100 ml., autoclavables.
- Pipetas serológicas de 10 ml, tolerancia de $\pm 2.5\%$.
- Tubos de ensayos, resistentes al autoclavado, con dimensiones de 18 x 150 mm (para medios de concentración simple) y 20 x 150 mm (para concentración doble).
- Tubos (campanas) Durham.
- Probetas, matraces, espátulas, vasos de precipitación, magnetos).
- Asas de siembra de níquel-cromo o platino de 3,0 a 3,5 mm de diámetro.

5.3. Dilución de la muestra

- a) Recepcionadas las muestras, proceder a preparar las diluciones respectivas, el número de diluciones dependerá de si la muestra es de procedencia de agua superficial o residual.
- b) Agitar vigorosamente aproximadamente 25 veces, para asegurar una buena homogenización, transferir con una pipeta estéril un volumen de 10 mL. de la muestra a un frasco con 90 ± 2 mL. de agua de dilución. De esta manera se obtiene la primera dilución (10-1).
- c) Homogenizar el frasco que contiene la dilución (10-1), con una nueva pipeta estéril transferir 10 ml. a un nuevo frasco de dilución, teniendo así la segunda dilución (10-2). Continuar con este proceso hasta realizar todas las diluciones del caso, dependiendo del grado de contaminación de la muestra.
- d) Ordenar los frascos conteniendo las diluciones, en secuencia decreciente de concentración (de mayor a menor dilución).

5.4. Prueba presuntiva

Preparar una batería con series de cinco tubos conteniendo 10 ml. de CLT de concentración doble y series de cinco tubos con 10 mL. de CLT de concentración simple; esta serie dependerá del número de diluciones que se hallan realizado de la muestra. Colocar los tubos en gradillas y codificarlos anotando el número asignado a la muestra, y dilución a inocular. Para agua de consumo humano se utiliza 10 tubos de 10 mL de CLT a doble concentración.

Agitar vigorosamente por unas 25 veces el frasco con la última dilución efectuada y con una pipeta estéril transferir 1 mL. de la dilución en cada uno de los tubos con CLT de concentración simple correspondiente a dicha dilución.

Proceder de la misma forma, transfiriendo 1 mL. de la muestra más diluida a la más concentrada, utilizando para ello la misma pipeta.

Transferir también 1 mL. de la muestra original a cinco tubos con CLT de concentración simple y 10 ml. en cinco tubos con CLT de doble concentración.

Incubar los tubos a 35 ± 0.5 °C. Después de 24 ± 2 horas examinar y separar los tubos con CLT positivos, aquellos que presentan formación de gas en el tubo

Durham (fermentación) y turbiedad. Anotar los resultados. Todos los tubos positivos deben pasar a la siguiente fase, la prueba confirmativa.

Reincubar los tubos negativos por 24 horas más. Realizar la segunda lectura a las 48 horas. Nuevamente separar y anotar los resultados de los tubos positivos y pasarlos a la prueba confirmativa. Los tubos negativos no se toman en cuenta y se descartan.

5.5. Prueba confirmativa

5.5.1. Coliformes totales

Colocar en gradillas, los tubos conteniendo el medio BRILLA, atemperarlos previamente durante 30 minutos a temperatura ambiental, codificar cada tubo con el número asignado a la muestra, y con la dilución inoculada.

Agitar los tubos positivos de la prueba presuntiva para una completa homogenización antes de ser inoculados a los tubos con el caldo BRILLA, evitar tocar la película superficial.

Con un asa de siembra estéril, transferir una o más asadas de un cultivo positivo de CLT a un tubo con el medio BRILLA. Repetir el mismo procedimiento para todos los tubos presuntivos.

Controlar que el tiempo transcurrido entre la inoculación y la incubación no exceda de 30 minutos.

Incubar los tubos inoculados a 35 ± 0.5 °C por 24 ± 3 horas.

Retirar los tubos de la incubadora luego del periodo de incubación, agitarlos suavemente para observar la producción de gas y proceder a realizar la lectura, considerando positiva toda formación de gas en los tubos Durham (Fermentación) y turbiedad en los tubos. Anotar los resultados. Todos los tubos positivos deben pasar a la esterilización para ser descartados.

Reincubar los tubos negativos por otras 24 ± 3 horas. Realizar la segunda lectura. Nuevamente separar y anotar los resultados de los tubos positivos.

Los tubos negativos no se toman en cuenta. Con los resultados obtenidos de las dos lecturas calcular el NMP de acuerdo a las porciones y combinaciones empleadas (véase anexo 2 o 3).

5.5.2. Coliformes fecales

Colocar en gradillas, los tubos conteniendo el medio EC - MUG, atemperarlos durante 30 minutos a temperatura de 44.5 ± 0.2 °C.

Codificar cada tubo con el número asignado a la muestra, y la dilución a inocular.

Agitar los tubos positivos de la prueba presuntiva para una completa homogenización antes de ser inoculados a los tubos con el caldo EC-MUG, evitar tocar la película superficial.

Con un asa de siembra estéril, transferir una o dos asadas de los cultivos positivos de CLT a los tubos con el medio EC - MUG.

Controlar que el tiempo transcurrido entre la inoculación y la incubación no exceda de 30 minutos.

Incubar los tubos inoculados a 44.5 ± 0.2 °C en incubadora baño maría por 24 ± 2 horas.

Retirar los tubos del baño maría luego del periodo de incubación, agitarlos suavemente para observar la producción de gas y proceder a realizar la lectura, considerando positiva toda formación de gas en los tubos Durham (Fermentación) y turbiedad en los tubos. Anotar los resultados. Todos los tubos positivos deben pasar a la esterilización para ser descartados. Los tubos negativos no se toman en cuenta.

Con los resultados obtenidos calcular el NMP de acuerdo a las porciones y combinaciones empleadas (véase anexo 2 o 3).

5.5.3. Escherichia coli

Los tubos positivos del caldo EC – MUG, se exponen a una lámpara de luz UV de 365 nm, la presencia de una fluorescencia azul se considera como una reacción positiva para *E. coli*. Anotar los resultados.

A fin de interpretar los resultados y evitar confusiones de una débil fluorescencia del medio como una reacción positiva deben utilizarse controles positivos consistente de una cepa conocida de *E.coli* (MUG positiva), un control negativo consistente de una cepa termotolerante de *Klebsiella pneumoniae* (MUG negativa) y un medio de cultivo sin inocular.

Anotar los resultados obtenidos y calcular el NMP de acuerdo a las porciones y combinaciones empleadas (véase anexo 2 o 3).

5.5.4. Determinación del Número Mas probable (NMP)

El cálculo de la densidad probable de bacterias Coliformes totales, fecales y *E. coli* está basado en la combinación de los resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La densidad de coliformes se expresa como NMP de coliformes por 100 ml y se obtiene a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95% para cada valor de NMP determinado.

Los valores de NMP, para una variedad de combinaciones de tubos positivos y negativos se dan en las tablas 1 y 2. El volumen de muestra indicado en la tabla 1 se usan para examinar aguas de consumo humano.

Los valores de NMP presentados en la tabla 2 se refieren específicamente a la combinación de resultados positivos obtenidos cuando son inoculados series de 5 tubos con volúmenes de 10 ml, 1 ml, 0,1 ml de muestra. Si los volúmenes de muestra inoculados se encuentran en las tablas reportar el valor correspondiente al número de tubos positivos como NMP/100 ml.

Cuando se inoculan más de tres series de diluciones decimales, se deben seleccionar las tres diluciones más apropiadas y luego referirse a la tabla 2. Se ilustran algunos ejemplos a continuación (ver cuadro 1)

- a) Como primer número del código se seleccionará la mayor dilución en la que todos los tubos resultaran positivos y las dos diluciones subsiguientes para completar el código. (Pruebas 1 y 2).

- b) Si menos de tres diluciones tienen resultados positivos, se seleccionarán las tres mayores diluciones que incluyen los tubos positivos para completar el código. (Prueba 3).
- c) Si resultarán tubos positivos en diluciones mayores que en aquellas seleccionadas para el código los resultados positivos se desplazan hacia las diluciones seleccionadas a fin de incrementar los tubos positivos en la última dilución seleccionada. (Prueba 4)
- d) Si resultaran tubos negativos en volúmenes de muestra que los escogidos para el código, el primer número del código será el de la mayor dilución en la cual todos los tubos resultaran positivos, con las siguientes diluciones más altas para completar el código. (Prueba 5)
- e) Si todos los tubos resultaran positivos, seleccionar para el código, aquellas tres diluciones mayores. (Prueba 6)
- f) Si todos los tubos resultaran negativos, seleccionar para el código aquellas tres diluciones menores. (Prueba 7)
- g) Si no resultaran tubos positivos en una dilución intermedia, escoger para el código la serie de menor dilución y otra de mayor dilución para el código. (Prueba 9).
- h) Si solamente la dilución intermedia resultara positiva, escoger para el código la serie de menor dilución y otra de mayor dilución para el código. (Prueba 9)

Tabla N° 1 Valores para la selección del código

Pruebas	Tubos positivos/ml y volumen de muestra					Código
	10	1	0.1	0.01	0.001	
1	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	0	0	5-2-0
2	5	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	0	5-2-1
3		<u>3</u>	1	<u>0</u>	0	3-1-0
4	5	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	5-3-2
5	4	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	0	5-4-0
6		5	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	5-5-5
7		<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0	0-0-0
8		<u>4</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	0	4-0-1
9		<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	0	0-1-0

Calcular el valor de NMP de acuerdo a la siguiente formula

$$\text{NMP/ 100 mL} = (\text{Valor NMP/100mL tabla}) \times 10/v(*)$$

(*) Volumen de muestra inoculada en la primera dilución seleccionada.

5.6. Formularios y registros

Registro de resultados de Coliformes

5.7. Control de calidad

Se lleva un control de los medios de cultivo preparados, se incuba un tubo sin ser inoculado, para cerciorarnos que los medios no estén contaminados se anotan los resultados en el registro.

Los medios estériles deben examinarse para asegurar que los tubos Durham no tengan burbujas de aire y estén al menos la mitad a dos tercios cubiertos después de agregada la muestra.

Ver Procedimiento de aseguramiento de la calidad de los resultados.

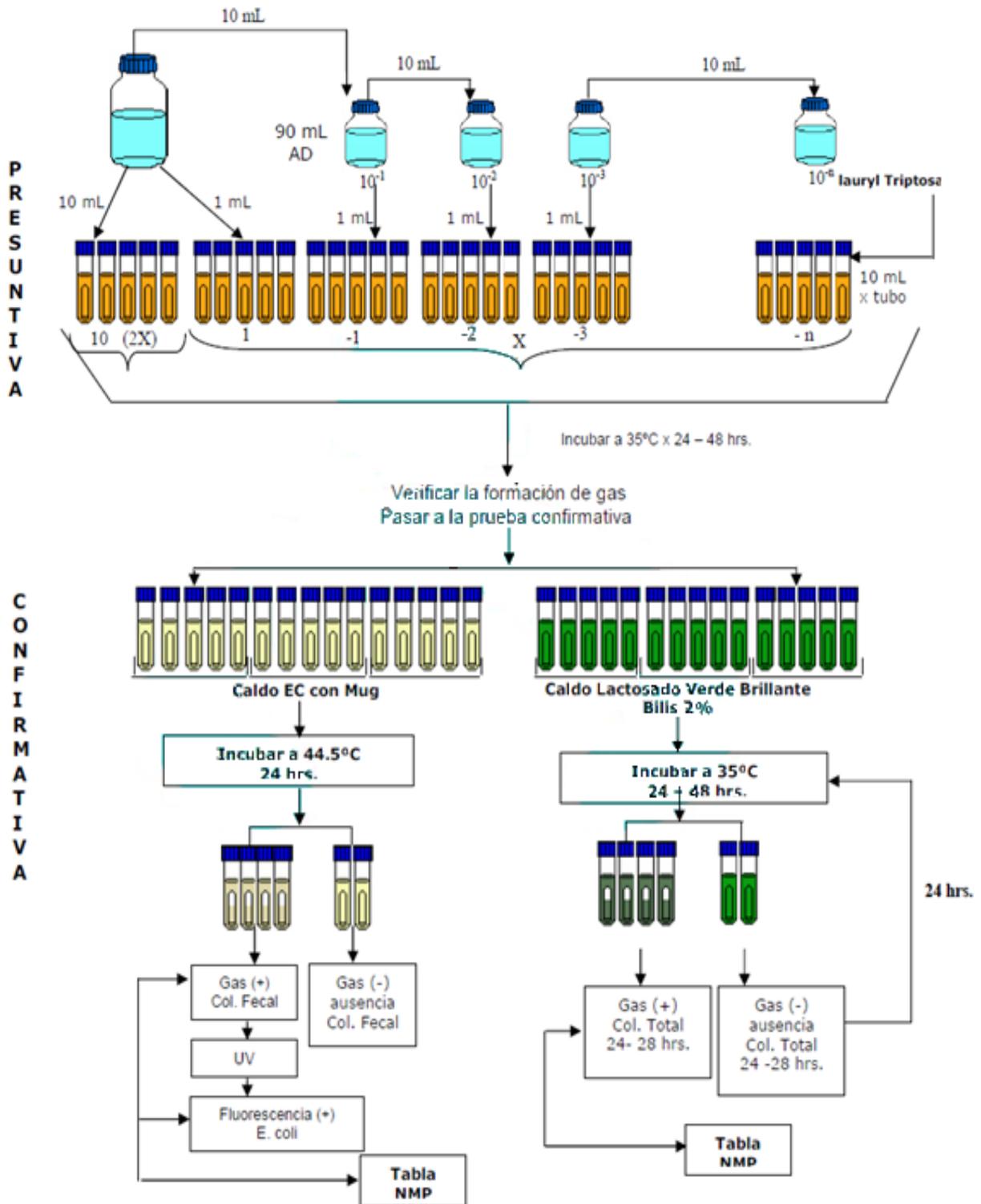
VI. REFERENCIAS

Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 21th Edition 2005, parte 9221B, E y 9221 F1.

VII. ANEXOS

N ° ANEXO	TITULO
1	Diagrama de flujo del procedimiento
2	Índice de NMP al 95% de confianza para resultados de combinaciones de tubos positivos y negativos cuando se usan 10 tubos inoculados con 10 ml de muestra.
3	Índice de NMP al 95% de confianza para varias combinaciones de resultados positivos cuando se usan 5 tubos por dilución (10ml, 1,0ml, 0,1 ml).
4	Composición y preparación de los medios de cultivos y reactivos.

ANEXO 1: Diagrama de flujo del procedimiento



ANEXO II: Índice de NMP al 95% de confianza para resultados de combinaciones de tubos positivos y negativos cuando se usan 10 tubos inoculados con 10 ml de muestra.

Nº de tubos positivos de 10 tubos (volumen de 10 mL c/u)	Índice de NMP/100 mL	Límite de confianza al 95%	
		Bajo	Alto
0	< 1,1	----	3,4
1	1,1	0,051	5,9
2	2,2	0,37	8,2
3	3,6	0,91	9,7
4	5,1	1,6	13
5	6,9	2,5	15
6	9,2	3,3	19
7	12	4,8	24
8	16	5,8	34
9	23	8,1	53
10	> 23	13	----

ANEXO III: Índice de NMP al 95% de confianza para varias combinaciones de resultados positivos cuando se usan 5 tubos por dilución (10ml, 1,0ml, 0,1 ml)

Combinación de positivos	NMP / 100 ml	Límite de Confiabilidad		Combinación de positivos	NMP / 100 ml	Límite de Confiabilidad	
		Bajo	Alto			Bajo	Alto
0 0 0	< 1.8		6.8	4 0 3	25	9.8	70
0 0 1	1.8	0.09	6.8	4 1 0	17	6	40
0 1 0	1.8	0.09	6.9	4 1 1	21	6.8	42
0 1 1	3.6	0.7	10	4 1 2	26	9.8	70
0 2 0	3.7	0.7	10	4 1 3	31	10	70
0 2 1	5.5	1.8	15	4 2 0	32	6.8	50
0 3 0	5.6	1.8	15	4 2 1	26	9.8	70
1 0 0	2	0.1	10	4 2 2	32	10	70
1 0 1	4	0.7	10	4 2 3	38	14	100
1 0 2	6	1.8	15	4 3 0	27	9.9	70
1 1 0	4	0.71	12	4 3 1	33	10	70
1 1 1	6.1	1.8	15	4 3 2	39	14	100
1 1 2	8.1	3.4	22	4 4 0	34	14	100
1 2 0	6.1	1.8	15	4 4 1	40	14	100
1 2 1	8.2	3.4	22	4 4 2	47	15	120
1 3 0	8.3	3.4	22	4 5 0	41	14	100
1 3 1	10	3.5	22	4 5 1	48	15	120
1 4 0	10	3.5	22	5 0 0	23	6.8	70
2 0 0	4.5	0.79	15	5 0 1	31	10	70
2 0 1	6.8	1.8	15	5 0 2	43	14	100
2 0 2	9.1	3.4	22	5 0 3	58	22	150
2 0 1	6.8	1.8	17	5 1 0	33	10	100
2 1 1	9.2	3.4	22	5 1 1	46	14	120
2 1 2	12	4.1	26	5 1 2	63	22	150
2 2 0	9.3	3.4	22	5 1 3	84	34	220
2 2 1	12	4.1	26	5 2 0	49	15	150
2 2 2	14	5.9	36	5 2 1	70	22	170
2 3 0	12	4.1	26	5 2 2	94	34	230
2 3 1	14	5.9	36	5 2 3	120	36	250
2 4 0	15	5.9	36	5 2 4	150	58	400
3 0 0	7.8	2.1	22	5 3 0	79	22	220
3 0 1	11	3.5	23	5 3 1	110	34	250
3 0 2	13	5.6	35	5 3 2	140	52	400
3 1 0	11	3.5	26	5 3 3	170	70	400
3 1 1	14	5.6	36	5 3 4	210	70	400
3 1 2	17	6	36	5 4 0	130	36	400
3 2 0	14	5.7	36	5 4 1	170	58	400
3 2 1	17	6.8	40	5 4 2	220	70	440
3 2 2	20	6.8	40	5 4 3	280	100	710
3 3 0	17	6.8	40	5 4 4	350	100	710
3 3 1	21	6.8	40	5 4 5	430	150	1100
3 3 2	24	9.8	70	5 5 0	240	70	710
3 4 0	21	6.8	40	5 5 1	350	100	1100
3 4 1	24	9.8	70	5 5 2	540	150	1700
3 5 0	25	9.8	70	5 5 3	920	220	2600
4 0 0	13	4.1	35	5 5 4	1600	400	4600
4 0 1	17	5.9	36	5 5 5	>1600	700	
4 0 2	21	6.8	40				

ANEXO IV: Composición y preparación de los medios de cultivos y reactivos.

Caldo lauril triptosa

Composición:

Tryptosa	20.0 g
Lactosa	5,0 g
Dipotasio hidrogeno fosfato K_2HPO_4	2,75 g
Potasio dihidrogeno fosfato, KH_2PO_4	2,75g
Cloruro de sodio	5,0 g
Lauril sulfato de sodio	0,1 g
Agua destilada	1 L

Preparación:

Disolver 35.6 g del medio deshidratado por litro de agua destilada (caldo simple). Ajustar el pH a 6.8 ± 0.2 y distribuir 10 ml. del medio en tubos de ensayo de 18 mm x 150 mm provisto en su interior con un tubo de fermentación invertido (Durham), tapar y esterilizar a $121\text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 minutos. Para caldo de doble concentración, (véase el cuadro 1) disolver 71.2 g del medio deshidratado por litro de agua destilada. Ajustar el pH a 6.8 ± 0.2 Distribuir 10 ml. Del medio en tubos de ensayo de 20 x 150 mm provistos también en su interior con tubos Durham y proceder como en el caso anterior.

Tabla 1: Concentración de caldo lauril triptosa en función al volumen de muestra adecuado

Tubos con CLT ml.	Volumen de Muestra ml.	Concentración del Medio	CLT g/l
10	0.1 a 10	1x (simple)	35.6
10	10	2x (doble)	71.2

Caldo Verde brillante bilis lactosa (BRILLA)

Composición:

- | | |
|-------------------|--------|
| • Peptona | 10,0 g |
| • Lactosa | 10,0 g |
| • Oxgall | 20,0 g |
| • Verde brillante | 1 L. |

Preparación:

Disolver 40 g de medio BRILLA en un litro de agua destilada. Distribuir 10 ml. En tubos de ensayo provisto con tubos Durham invertidos. Esterilizar en autoclave durante 15 minutos a 121 °C.

Caldo EC - MUG

Composición:

- | | |
|---|--------|
| • Triptosa o tripticasa | 20,0 g |
| • Lactosa | 5,0 g |
| • Mezcla de sales biliares N° 3 | 1,5 g |
| • Dipotasio hidrogeno fosfato K_2HPO_4 | 2,75 g |
| • Potasio dihidrogeno fosfato, KH_2PO_4 | 2,75g |
| • Cloruro de sodio | 5,0 g |
| • 4-metylumberiferil-V-D-gluconido (MUG) | 0,05 g |
| • Agua destilada | 1 L |

Preparación:

Disolver 37 g de medio EC - MUG en un litro de agua destilada. Distribuir 10 ml. En tubos de ensayo provisto con tubos Durham invertidos. Esterilizar en autoclave durante 15 minutos a 121 °C.

Agua de dilución

Para el agua de dilución, es necesaria la preparación de soluciones Stock A y B.

Solución Stock A: Disolver 34 g de fosfato monopotásico (KH_2PO_4) en 500ml. De agua destilada, al ajustar el pH a 7.2 ± 0.5 con hidróxido de sodio (NaOH 1N), y completar el volumen a un litro con agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C .

Solución Stock B: Disolver 81.1 g de cloruro de magnesio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en un litro de agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C .

Agregar 1.25 ml. De la dilución Stock A y 5 ml. de la solución Stock B a un litro de agua destilada. Distribuir en frascos en cantidades que aseguren, luego de llevarlo a la autoclave por 15 minutos a 121°C , un volumen de 90 ± 2 ml.

Tiosulfato de sodio

Disolver 3 g de tiosulfato de sodio en 100 ml de agua destilada para obtener una concentración del 3%.

Para agua clorada, colocar en los frascos de muestreo 0,1 ml de esta solución (antes de su esterilización), por cada 100 ml de capacidad del frasco.