

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE CONTROL SANITARIO DEL AGUA
POTABLE DEL DISTRITO DE ILAVE 2021 - 2022**

PRESENTADA POR:

MARGOTH CRUZ MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2023



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



13.14%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 13 JUN 2023, 3:12 PM

Scanned Text

Your text is highlighted according to the matched content in the results below.

● IDENTICAL
1.96%

● CHANGED TEXT
11.17%

Report #17437443

MARGOTH CRUZ MAMANI EVALUACION DEL NIVEL DE CONTAMINACION DE LOS PRINCIPALES PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS DE CONTROL SANITARIO DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE ILAVE 2021 - 2022 RESUMEN El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Distrito de Ilave, con el objetivo de evaluar el nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable 2021 - 2022, el tipo de investigación fue descriptivo, mientras que el diseño es no experimental - transversal. **13** Para la interpretación de datos se utilizó el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano según la R. D. N 160-2015-DIGESA-SA, el reglamento de calidad de agua para consumo humano D.S. N 031-2010-SA y el D.S. N 004-2017-MINAM, donde se utilizó 10 muestras para el análisis de los parámetros microbiológicos de agua en la captación, reservorio y en las principales redes de suministro de agua en viviendas, estas muestras se realizaron con 3 repeticiones en 3 meses y fue analizado en el laboratorio MINSAL de salud ambiental del Hospital Rafael Ortiz Ravinez ROR - Juli, los datos fueron procesados mediante el software estadístico SPSS, siendo los resultados promedios obtenidos para coliformes totales: 37 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes o fecales 9 UFC/100 ml y Escherichia

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE CONTROL SANITARIO DE AGUA
POTABLE DEL DISTRITO DE ILAVE 2021-2022**

**PRESENTADA POR:
MARGOTH CRUZ MAMANI**

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

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos de Agua

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreos Ambientales, Ecosistemas Acuáticos

Puno, 21 de Junio del 2023

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, amor y esperanza, dedico este trabajo de tesis a cada uno de mis seres queridos quienes han sido mis pilares fundamentales para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Eleuterio Cruz y Lucia Mamani, porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré.

A mis hermanos Sandro Hernán, Julio Cesar y Pedro Eleuterio, porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar a mi abuelita Marcela Ramírez, tíos, tías, primos, primas, sobrinos y sobrinas gracias por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo.

Margoth CRUZ MAMANI

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de mi región.
 - A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
 - A los miembros del jurado calificador
 - Presidente Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA,
 - Primer miembro Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA
 - Segundo miembro M.Sc. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ
- Por ser parte de esta investigación y por haberme apoyado incondicionalmente con sus aportes y sugerencias para poder mejorar el presente trabajo de investigación.
- A mi Asesor Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación.
 - A mi CO-Asesor Asesor Dr. Félix Pompeyo Ferro Mayhua por brindarme su apoyo y orientaciones para realizar la investigación y por inculcarme valores y principios para ser una persona de bien en la sociedad.
 - A mi Asesor externo Ing. DARWIN OLIVER RAMOS ZAMATA, por el apoyo incondicional para la culminación y elaboración del informe final de la investigación.
 - Dios tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de toda tu ayuda, de cuando me caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones al frente mío para que mejore como ser humano y crezca de diversas maneras.
 - Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición de todo sentido y te lo agradezco padre celestial y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.
 - Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante en mi vida, sino en todo momento ofreciendo lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1.1. Problema General	13
1.1.2. Problemas Específicos	13
1.2. ANTECEDENTES	13
1.2.1. A Nivel Internacional	13
1.2.2. A Nivel Nacional	16
1.2.3. A Nivel Local	19
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	23
---------------------------	-----------

2.1.1. Agua	23
2.1.2. Calidad De Agua	24
2.1.3. Agua Potable	25
2.1.4. Contaminación Del Agua	26
2.1.5. Control Y Vigilancia De La Calidad Del Agua	30
2.1.6. Constitución Política Del Perú	30
2.1.7. Estándares De Calidad Ambiental	31
2.1.8. Límites Máximos Permisibles	36
2.2. MARCO CONCEPTUAL	36
2.2.1. Agua Natural	36
2.2.2. Agua Cruda	37
2.2.3. Agua Natural Superficial	37
2.2.4. Agua Potable	37
2.2.5. Análisis Microbiológico Del Agua	37
2.2.6. Características Bacteriológicas	37
2.2.7. Contaminación	37
2.2.8. El Agua Como El Vehículo De Enfermedades	38
2.2.9. Grupo Coliforme	38
2.2.10. Coliformes Totales	38
2.2.11. Coliformes Termotolerantes O Fecales	39
2.2.12. Escherichia Coli	40
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	40
2.3.1. Hipótesis General	40
2.3.2. Hipótesis Específicas	41
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	42
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	43

3.2.1. Población	43
3.2.2. Muestra	43
3.2.3. Muestreo De Agua	44
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	46
3.3.1. Métodos	46
3.3.2. Técnicas	47
3.3.3. Materiales	48
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	49
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	49
3.5.1. Tipo De Investigación	49
3.5.2. Diseño De Investigación	49
3.5.3. Técnica De Procesamiento Y Análisis De Datos	50
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	51
4.1.1. Respecto Al Objetivo General	52
4.1.2. Respecto Al Primer Objetivo Específico	54
4.1.3. Respecto Al Segundo Objetivo Específico	63
4.2. APLICACIÓN DE PRUEBAS ESTADÍSTICAS	67
4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	70
4.3.1. Constatación De La Hipótesis General	70
4.3.2. Constatación De Hipótesis Específicas	70
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Tipos de contaminación del agua	28
Tabla 02: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.	33
Tabla 03: Coordenadas de los puntos de muestreo.	45
Tabla 04: Resultado de análisis de los parámetros microbiológicos del agua potable periodo 2021-2022.	53
Tabla 05: Resultados de análisis de Coliformes Totales en puntos de muestreo periodo 2021-2022.	55
Tabla 06: Resultado de análisis de coliformes termotolerantes en puntos de muestreo periodo 2021-2022.	58
Tabla 07: Resultado de análisis de Colonia Escherichia Coli en puntos de muestreo periodo 2021-2022.	61
Tabla 08: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM.	64
Tabla 09: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo al LMP según D.S. N° 031-2010-SA periodo 2021-2022.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Área de influencia de la zona de estudio de investigación	43
Figura 02: Ubicación de los Puntos de muestreo	46
Figura 03: Valor de los resultados obtenidos de colonias coliformes totales	56
Figura 04: Valor de los resultados obtenidos de colonias coliformes termotolerantes.	59
Figura 05: Valor de los resultados obtenidos de colonias Escherichia Coli	62
Figura 06: Análisis de prueba estadística coliformes totales	67
Figura 07: Análisis de prueba estadística coliformes termotolerantes o fecales	68
Figura 08: Análisis de prueba estadística Escherichia Coli	69
Figura 09: Toma de muestra de agua en viviendas	105
Figura 10: Preparación de insumos y materiales para la evaluación microbiológica del agua potable.	105
Figura 11 : Homogenización de cultivo m-CF esteril en la placa petri preparada	106
Figura 12: Filtración de muestra de agua.	106
Figura 13: Disposición de la membrana en la placa petri preparada después de la filtración de la muestra.	107
Figura 14: Disposición de la membrana a la placa petri preparado después de la filtración, para crecimiento de bacterias coliformes totales y E.coli.	107
Figura 15: Incubación de cultivos coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli.	108
Figura 16: Verificación de crecimiento de Colonias después de 24 horas	108
Figura 17: Recuento de colonias coliformes termotolerantes	109
Figura 18: Recuento de colonias totales y Escherichia coli.	109

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01: Matriz De Consistencia	86
ANEXO 02: Análisis Estadístico	87
ANEXO 03: Protocolo De Procedimiento Para Toma De Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento Y Recepción De Agua Para Consumo Humano - R.D. N°160-2015-Digesa.Sa.	90
ANEXO 04: D.S. N° 004 - 2017 Estandare de Calidad Ambiental (ECA)	99
ANEXO 05: Límites Máximo Permisibles De Parámetros Microbiológicos Y Parasitológicos	101
ANEXO 06: Informe Microbiológico De Las Muestras	102
ANEXO 07: Registro Fotográfico General De Toma De Muestras	105

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Distrito de Ilave, con el objetivo de evaluar el nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable 2021 - 2022, el tipo de investigación fue descriptivo, mientras que el diseño es no experimental - transversal. Para la interpretación de datos se utilizó el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano según la R.D. N° 160-2015-DIGESA-SA, el reglamento de calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA y el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde se utilizó 10 muestras para el análisis de los parámetros microbiológicos de agua en la captación, reservorio y en los principales redes de suministro de agua en viviendas, estas muestras se realizaron con 3 repeticiones en 3 meses y fue analizado en el laboratorio MINSA de salud ambiental del Hospital Rafael Ortiz Ravinez ROR - Juli, los datos fueron procesados mediante el software estadístico SPSS, siendo los resultados promedios obtenidos para coliformes totales: 37 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes o fecales 9 UFC/100 ml y *Escherichia Coli* 2 UFC/100 ml, posterior a ello los resultados fueron comparados con las normativas de calidad del agua potable D.S. N° 004-2017-MINAM, donde el parámetro *Escherichia Coli* excede en 2 UFC/100 ml, mientras que en los parámetros coliformes totales y termotolerantes se encuentran dentro de lo permitido y en cuanto a la comparación con el LMP según D.S. N° 031-2010 SA, los valores obtenidos de los 3 parámetros analizados exceden debido a que el valor Límite Máximo Permitido es 0 UFC/100 ml, Concluyendo que si existe un alto nivel de contaminación microbiológica en el agua potable del Distrito de Ilave.

Palabras clave: Agua potable, Coliformes, Microbiológico, Parámetros.

ABSTRACT

The present research work was developed in the District of Ilave, with the aim of evaluating the level of contamination of the main microbiological parameters of sanitary control of drinking water 2021 - 2022, the type of research was descriptive, while the design is non-experimental - cross-sectional. For the interpretation of data, the protocol of procedures for sampling, preservation, conservation, transport, storage and reception of water for human consumption was used according to R.D. N°. 160-2015-DIGESA-SA, the regulation of water quality for human consumption D.S. N°. 031-2010-SA and D.S. N°. 004-2017-MINAM, where 10 samples were used for the analysis of microbiological parameters of water in the catchment, reservoir and in the main water supply networks in homes, these samples were made with 3 repetitions in 3 months and was analyzed in the MINSA laboratory of environmental health of the Rafael Ortiz Ravinez ROR Hospital - Juli, the data were processed using the SPSS statistical software, being the average results obtained for total coliforms: 37 CFU/100 ml, thermotolerant or fecal coliforms 9 CFU/100 ml and Escherichia Coli 2 CFU/100 ml, after which the results were compared with the drinking water quality regulations D.S. N° 004-2017-MINAM, where the parameter Escherichia Coli exceeds by 2 CFU/100 ml, while in the parameters total and thermotolerant coliforms are within the allowed and in terms of comparison with the LMP according to D.S. N° 031-2010 SA, the values obtained from the 3 parameters analyzed exceed because the allowed limit value is 0 CFU/100 ml, concluding that if there is a high level of microbiological contamination in the drinking water of the District of Ilave.

Keywords: Drinking water, Coliforms, Microbiological, Parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua es primordial para la vida, para el desarrollo de la sociedad y ambiental, el cual tiene características únicas: la estructura de aguas naturales; calidad del agua para diferentes usos, su deterioro y los parámetros físicos, químicos, biológicos son utilizados como indicadores de calidad mencionado por el autor (Fernández, 2012).

La calidad del agua potable es un asunto de sumo interés mundial, por esa razón es considerado importante para la vida de todos los seres vivos y todas las personas deberían de disponer de un abasto satisfactorio (suficiente, seguro y accesible) (OMS, 2011).

En la localidad de Llave el agua que desemboca a partir del río huenque y el río cutimbo al río Llave, es la principal fuente hídrica que permite la potabilización del agua para consumo humano, a pesar de ello se ha presentado una problemática cotidiana referente a la contaminación de sus aguas, debido principalmente al proceso de elaboración de tunta en las zonas altas que contaminan el río Llave de manera directa, la disposición de residuos, vertimientos agropecuarios en las orillas del río, (Cruz, 2019) realizó el análisis fisicoquímico del agua potable que consume la población y los resultados fueron no óptimos en cuanto al cloro residual que se encontraba muy por debajo de lo permitido encontrando hasta en 0 mg/l en la mayoría de los casos. En este contexto resultó obligatorio evaluar la calidad microbiológica del agua que se encuentra bombeando desde la captación del flujo de agua, su posterior captación al reservorio hasta el suministro a la población en general y comprobar si cumple con las normativas vigentes D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA.

Como hipótesis general se planteó que el agua potable del Distrito de Llave tiene alto nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua contaminada es una de las causas más comunes de enfermedades y de muerte que afectan principalmente a los que tienen pocos recursos (dinero) en las naciones en desarrollo, las enfermedades transmitidas por el agua son gastrointestinales (incluyendo la diarrea) son causadas por beber agua contaminada (UNESCO, 2003).

En Perú entre 7 a 8 millones de personas aún carecen de acceso a agua potable y Lima es la ciudad más vulnerable (Oxfam Perú, 2022). El tesista Amachi (2016), utilizó el laboratorio de calidad de agua del proyecto especial binacional lago Titicaca donde identificó las principales fuentes de contaminación que afectan al río llave, incluida la laguna de estabilización y el matadero municipal que vierten directamente el agua contaminada al río llave.

Los parámetros microbiológicos, físico, químicos supuestamente son contaminados progresivamente por los vertidos de aguas contaminadas en el río llave, por ende, esta agua es captada para la distribución a los reservorios y luego para el suministro de agua a la población urbana del Distrito de llave, debido a la creciente contaminación del río llave y un mal servicio por la Unidad de Gestión Administrativa de Servicios de Saneamiento - UGASS, se encuentra la ausencia de agua potable de buena característica ya que ha estado incrementando por falta de monitoreo de calidad de

agua, por ello fue de debida importancia analizar la calidad microbiológica del agua potable que está siendo suministrada a la población y verificar si cumplen con la normativas establecidas por el D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA.

1.1.1. Problema General

¿Cuál es el nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Existirá la presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia Coli*) en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022?
- ¿Los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del Distrito de Ilave estarán dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según D.S. N° 004-2017-MINAM y Límites máximos permisibles según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010.SA. 2021-2022?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A Nivel Internacional

Pinzon (2021), en su trabajo de investigación de pregrado titulado “Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el Corregimiento de Berlín (Samaná Caldas)”, donde sostiene que los puntos de contaminación microbiológica son las fincas ganaderas y zonas de cultivo cercanas a la fuente del agua, las bacterias presentes dentro del agua para consumo humano son coliformes fecales, *Escherichia Coli* y coliformes totales. Lo cual implica que dentro de la red de distribución puede ver biopelículas, los valores encontrados en el agua de los Puntos 2 y 3 junto con los puntos de contaminación señalados por los habitantes de berlín demuestran que la alteración de la calidad del agua se da por vertimientos agropecuarios específicamente por excretas de animales.

Huamuro et. al (2020), realizaron el trabajo de investigación para revista académica titulado “Influencia de la calidad microbiológica del agua para consumo humano del sector Linderos Bajo-Jaén”, una vez realizado el recuento de las muestras analizadas de coliformes totales y termotolerantes, el 61.5% son aptas y el 38.48% no son aptas para consumo humano por lo que llegó a la conclusión de que el agua que consume la población del Sector Linderos Bajo - Jaén no es de buena calidad.

Morales et. al (2019), realizaron el trabajo de investigación para una revista académica titulado “Evaluación del impacto de la estabilidad climática en calidad de agua de un sistema de suministro de agua en San José, Costa Rica”, demostraron que la concentración de coliformes fecales en el agua fue >103 NMP/100ml, y la turbidez de 5 UTN, superó los límites máximos permitidos para agua de consumo humano, también encontró presencia significativa en todos los parámetros básicos de calidad de agua entre las diferentes zonas de captación, así como en épocas climáticas, llegando a la conclusión de que la calidad del agua no es apto para consumo humano.

Vega (2019), en su trabajo de investigación de licenciatura titulado “Calidad microbiológica del agua potable de acuerdo a la norma ecuatoriana NTE INEN 11.08:2014 - Machala”, donde analizó 28 muestras de diferentes viviendas y en base a los resultados obtenidos determinó la presencia de coliformes fecales y totales, siendo 53,5% de coliformes totales en el agua potable a causa de que sus habitantes no tratan adecuadamente los tanques de reservorio y también no logró identificar los factores de contaminación bacteriana que radican en la higiene personal, malos procesos de almacenamiento, la contaminación bacteriana en el hogar o en la red de distribución, indicando que el agua potable no es apto para consumo humano.

Baldeon (2018), en su trabajo de investigación de Licenciatura denominado “Control de la calidad del agua de consumo humano a través de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la Parroquia San Andrés Chimborazo- Quito para una gestión sanitaria

eficiente”, con base a la investigación realizada demostró que el agua que consume la población se encuentra en buen estado y cumple con el reglamento técnico de Ecuador NTE INEN 1108, Acuerdo Ministerial N° 097A, que concluye que el agua es apta para consumo humano.

Arroyo (2017), en su proyecto de investigación de licenciatura denominado “Contaminación en redes de distribución de agua potable en España”, en la que realizó una evaluación cuantitativa y cualitativa de la red de distribución, donde ralentizó el crecimiento bacteriano, este elemento hace más accesible a la materia orgánica, a los microorganismos, donde la calidad de agua con respecto a *Escherichia coli*, fue excedente independientemente del tratamiento y los bajos recuentos positivos que se dieron, guardan correlación con la aparición de biopelículas.

Bracho y Fernandez (2017), en el artículo de la revista académica denominado “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la comunidad Venezolana de San Valentín, Maracaibo”, donde indican que las fuentes de abasto están contaminadas con colonias coliformes totales superando las normativas venezolanas establecidas siendo >3 y <9 NMP/100 ml, concluyeron que el efluente del aductor requería un tratamiento convencional completo para su purificación.

Gupta et. al (2017), en un artículo científico denominado “Efectos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos sobre la calidad del agua Madhya Pradesh- India”, donde consideraron un estudio para el desarrollo del índice de calidad del agua, observaron que la calidad del agua en época de verano e invierno es inadecuada para consumo humano, esto debido al saneamiento deficiente.

Martinez (2017), en su proyecto de investigación de grado titulado “Calidad Fisico Quimico y bacteriologico del agua de consumo humano la presencia de coliformes fecales y totales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en el periodo marzo y agosto 2013 San Román”, tomo 30 muestras de agua

domiciliaria al azar, encontró presencia de coliformes totales 64.13 y 42.13 UFC./100 ml y coliformes termotolerantes 78.13 y 65.13 UFC/100 ml, llegando a la conclusión de que el agua de consumo humano contiene altos índices de coliformes y afirma que no cumple con la norma técnica NTE INEN 1108.

1.2.2. A Nivel Nacional

Tafur et. al (2022), en el artículo de la revista académica denominada “Microorganismos patógenos en sistemas de abastecimiento de agua para consumo de asentamiento humano - Ucayali”, utilizaron 12 sistemas de abastecimiento de agua, con tres repeticiones por sistema de agua, como resultado identificaron presencia de coliformes fecales en el 66% en los sistemas en rangos desde 2 UFC/100 ml hasta 31 UFC/100 ml; Coliformes termo tolerantes en un 25% de los sistemas en rangos desde 2 UFC/100 ml hasta 5 UFC/100 ml; *E.Coli* en 25% en sistemas en rangos de 1 UFC/100 ml hasta 2 UFC/100 ml. Concluyendo que el 66.6% de los sistemas de abastecimiento de agua evaluados, presentan microorganismos patógenos como indicador de que el agua que consume la población no es apta para consumo humano.

realizaron el trabajo de investigación de pregrado, “Evaluaron la calidad de agua para consumo humano del caserío la Huaca - Jaén”, donde el objetivo principal fue evaluar la calidad de agua para consumo humano en cinco puntos de muestreo, según los resultados obtenidos para coliformes totales fue 33 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes 3.7 UFC/100 ml, donde llegaron a la conclusión de que el agua que consume la población no es apta para consumo humano, debido a la presencia excesiva de los coliformes totales y termotolerantes.

Espitia (2019), realizó el trabajo de investigación de maestría denominado “Análisis de la calidad de agua potable con relación a los parámetros fisicoquímicos, biológicos y crecimiento de Lemna Minor en la estancia de Lurín, Lima”, donde analizó en 5 puntos de muestreo seleccionados de acuerdo al reglamento de la calidad del agua para consumo

humano y según las muestras analizadas, la presencia de coliformes totales superaron en un 25% los LMP en agua potable, que de acuerdo a la norma peruana DIGESA el 90% de las muestras no debe contener coliformes totales, esto debido a que la cloración del agua es deficiente.

Mejia (2019), realizó el trabajo de investigación de licenciatura denominado “Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontali, Provincia de Jaén - Cajamarca”, donde tomó muestras de 120 viviendas y cuatro pozos de abastecimiento de agua, donde obtuvo resultados de $> 6.8 /100$ ml de coliformes totales y coliformes termotolerantes $> 4/100$ ml y E. coli $>2/100$ ml, concluyendo que el agua de consumo humano está contaminado con material fecal.

Atencio (2018), realizó el trabajo de investigación de pregrado denominado “Análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local de la población de la localidad de San Antonio de Rancas de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco”, donde el objetivo fue realizar el análisis Físico Químico y Microbiológico del agua de consumo humano, tomando en referencia D.S. N° 031-2010-SA del Ministerio de salud y estándares nacionales de calidad ambiental para agua D.S. N° 004-2017- MINAM. Finalizando con la investigación, obtuvo resultado de coliformes totales de 1000 UFC/100 ml y coliformes fecales 1 UFC/100 ml en domicilio, llegando a la conclusión de que el agua que consume la población no es apta debido a que no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de calidad de agua para consumo humano.

Galindo (2018), en su proyecto de investigación de pregrado denominado “Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano de cuatro comunidades nativas del Distrito de Constitución, Oxapampa, Pasco”, según los resultados obtenidos concluye que no existe mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo

humano, muchos países se han visto motivados para ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental para prevenir la transmisión de las enfermedades de tipo gastrointestinal y cólera.

Gonzales (2018), realizó el trabajo de investigación de grado denominado “Evaluación de la calidad de agua para uso doméstico en el Centro poblado de San Francisco, Bagua - Amazonas”, donde las muestras analizadas presentaron contaminación microbiana especialmente en los meses de avenida con un valor de 350 NMP/100 ml de coliformes totales y Coliformes Fecales 25 NMP/100 ml, Concluyendo que el agua que es abastecida al Centro Poblado de San Francisco presenta un alto grado de contaminación por los coliformes totales y fecales, demostrando que el agua no es apta para consumo humano.

Turpo (2018), realizó el trabajo de investigación de pregrado denominado “Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento Aziruni - Puno”, donde según los resultados obtenidos encontró presencia de coliformes totales con un valor de 0.53 NMP/100 ml, tales resultados comparados los ECA y LMP, confirmando que no cumplen con la calidad óptima necesaria para el consumo humano.

Araujo y Benito (2017), en su trabajo de investigación de licenciatura denominado “Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector sequía alta, santa bárbara- Huancavelica”, realizaron el análisis de muestras donde obtuvieron resultados de presencia de coliformes totales con un valor promedio de 0.6 UFC/100 ml y llegaron a la conclusión de que el agua de consumo presenta microorganismos patógenos, superando los límites máximos permisibles de los reglamentos de calidad de agua para el consumo humano.

Rivera y Garcia (2017), realizaron una investigación de pregrado denominado “Caracterizaron del agua de la Quebrada Naranjal, San Martin en la localidad Unión de

Mamonaquihua, Cuñumbuque”, en la época de estiaje (mayo-noviembre) en la que obtuvieron resultados de la concentración de coliformes termotolerantes 490 NMP/100 ml, coliformes fecales, *Escherichia Coli* 330 NMP/100 ml, según los resultados obtenidos y contrastando con la normativa propusieron un sistema convencional para el tratamiento de agua para el consumo humano.

1.2.3. A Nivel Local

Ramirez (2020) en su trabajo de investigación Titulado ”Determinación de la calidad del agua potable del Distrito de Paucarcolla”, donde considero los puntos como de captación, reservorio y viviendas, los resultados obtenidos se encontraron dentro de los parámetros, ya que encontró presencia de coliformes totales por debajo de los 20 col/100 ml coliformes totales, cumpliendo con el Límite Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua D.S. N° 004-2017-MINAM, señalando que el agua potable es apta para consumo humano.

Blanco (2018), en su trabajo de Investigación denominado “Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román Departamento Puno”, los parámetros analizados como coliformes totales no se encuentran dentro de los parámetros establecidos, ya que están por encima de 20 NMP/100 ml con promedio de 303.33NMP/100 ml y coliformes termotolerantes se encontraron por encima de las normas establecidas de 50 NMP/100 ml con un valor de 200 NMP/100 ml. donde llegó a la conclusión de que el agua que consume la población no es apta para consumo humano.

Ibañez (2018), en su trabajo de investigación de grado denominado “Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano en las localidades de Payllasy Miraflores de Distrito de Umachiri- Melgar- Puno”, donde el propósito fue evaluar la calidad del agua de las fuentes para consumo humano y mejorar la cobertura del servicio de agua potable, donde se consideró cuatro muestras representativas, según los resultados la presencia

de parámetros microbiológicos fueron muy elevados 134 UFC/100 ml, por consiguiente no es apta para consumo humano.

Tacora (2018), en su trabajo de investigación de pregrado denominado “Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno - 2018”, donde tomó 10 muestras, que analizó en tres semanas consecutivas, estas muestras se analizaron en el sistema de distribución de agua potable como en las primeras viviendas, centrales, finales y reservorio donde como resultado del análisis bacteriológico encontró presencia de coliformes totales 7 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes 12 UFC/100 ml y *Escherichia coli* 4 UFC/100 ml, superando los valores establecidos por las normativas vigentes.

Turpo (2018), en su trabajo de investigación de pregrado denominado “Evaluación de los parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos de las aguas crudas del sector Chimú y las suministradas por la planta de tratamiento de agua potable aziruni a los inmuebles de la ciudad de Puno”, en función a los estándares de calidad ambiental - categoría 4 y los límites máximos permisibles para agua de consumo humano, la metodología en que se basó fue un estudio no experimental descriptivo, según los resultados obtenidos encontró presencia de coliformes totales que excedieron ligeramente en el mes de junio, el límite es 0,53 NMP/100 ml, la varianza entre las muestras de agua entre Chimú y PTAR aziruni no cumple con ECA y LMP, confirmando que no cumple con la calidad óptima necesario para consumo humano.

Ccama (2017), en su trabajo de investigación de pregrado denominado “Evaluación la calidad bacteriológica y física-química del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa Melgar”, donde determinó valores de hasta 330 NMP/100 ml de coliformes totales, coliformes fecales 30 NMP/100 ml sobrepasa los valores de límites máximos permisibles según el D.S. N° 031-2010-SA, por ende concluye que el agua que consume la población no es recomendable para el consumo humano.

Martinez (2017), en su trabajo de investigación de grado denominado “Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del Distrito de Samán, Provincia de Azángaro-Puno”, donde analizó muestras del punto de ingreso y salida de la planta de tratamiento y red domiciliaria donde los parámetros bacteriológicos coliformes totales 64.13 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes 78.13 UFC/100 ml, estos parámetros evaluados sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles según el protocolo D.S. N° 031-2010-S.A, donde llegó a la conclusión de que el agua de consumo no es apta para el consumo humano.

Vilca (2017), en su trabajo de investigación de maestría titulado “Disposición a pagar para el mejoramiento del servicio de agua potable de la población de la ciudad de Ilave, Provincia del Collao”, en la que la población de estudio fueron 10,828 familias, llegó a los resultados que en la provincia el Collao la población se encuentra en alto nivel de pobreza (71.16%) el nivel de instrucción fue de 32.01%, mientras que 66.14% de la población si sabe de dónde se extrae el agua para el abastecimiento; en cuanto a la disposición a pagar (DAP) obtuvo una disposición de S/. 8.29 mensuales por familia, en vista que la población no tiene recursos suficientes para pagar y para que consuman agua potable de buena calidad esa podría ser una de las razones por la que no se realiza el monitoreo de desinfección mensual del agua potable del Distrito de Ilave.

Yana (2017), en su trabajo de investigación de licenciatura titulado “Evaluación la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro-Puno”, donde su procesamiento de datos físicos, químicos y bacteriológicos, lo evaluó mediante pruebas de análisis de varianza y pruebas de contraste de Ducan, siendo los resultados obtenidos 14.33 NMP/100 ml de coliformes totales superando los LMP según el reglamento de calidad del agua y llegó a la conclusión de que el agua potable que es suministrado no es apta para consumo humano.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar la presencia de principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia Coli*) en agua potable del Distrito de Ilave 2021- 2022.
- Comparar los resultados del análisis de los principales parámetros microbiológicos en agua potable del Distrito de Ilave con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según D.S. N° 004-2017-MINAM y Límites Máximos Permisibles (LMP) según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA 2021-2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Agua

Es un elemento bastante común en la tierra, donde se encuentra principalmente en forma de vapor o hielo por lo cual es indispensable para el origen y sustento de la vida. El agua es un elemento que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H_2O) y se puede encontrar en estado sólido (Hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua) mencionada en el artículo (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2021).

El agua es la sustancia líquida, transparente, inodora, incolora e insípida, fundamental para el desarrollo de vida en la tierra, como tal el agua es la sustancia más abundante del planeta al punto de que ocupa más del 70% de la superficie terrestre (Valdivielso, 2022).

Es una necesidad vital que influye en forma directa en la salud de las personas, la calidad de agua de consumo humano se ha relacionado con diversas enfermedades, lo cual se debe a la falta de acceso adecuado de fuentes de agua y condiciones de saneamiento, la OMS (Organización Mundial de la Salud) menciona que 2,9 millones de personas mueren cada año por estas causas, siendo niños los más afectados, ya que el 90% mueren en niños menores de 5 años, casi siempre residentes en países en desarrollo (OMS, 2011).

2.1.2. Calidad De Agua

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre la calidad del agua y las necesidades del usuario, también se puede definir por su contenido de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (ONGLEY, 1997).

El problema de la calidad del agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos mención, el término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: consumo humano, doméstico, riego, recreación e industria (Mejia, 2005).

Todos los seres vivos necesitan agua para su supervivencia, con una adecuada calidad, entre los contaminantes del agua se encuentran virus, bacterias y otras formas de vida; especies minerales disueltos, productos orgánicos solubles, sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos. Un alto riesgo de contaminación que puede presentar el agua potable es que contenga materia fecal según la (Larrea et al., 2013), donde el control de la calidad microbiológica del agua de consumo humano y de vertido, requiere de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos. La alternativa para realizar el control fiable, económico y rápido de la calidad microbiológica del agua es el uso de indicadores de contaminación fecal.

Es importante evaluar los parámetros de la calidad del agua, para poder determinar si necesita o no tratamiento y obtener una buena calidad del agua para consumo humano con las características adecuadas según los LMP del D.S. N° 031-2010-SA. y para vigilar el proceso de tratamiento mencionado por (Coto y Romero, 2012).

2.1.3. Agua Potable

El agua potable es necesaria para la vida, para la salud y para una existencia productiva, la salud humana no solo depende de la cantidad de agua suministrada si no principalmente de la calidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El agua potable es un líquido indispensable (SUNASS, 2004), el agua de consumo debe ser inocua o agua potable y es definida como la que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud de los consumidores durante toda su vida, pero esta se encuentra vulnerable a diferentes contaminantes de diferentes índoles, considerándose imprescindible, ya que la población podría contraer enfermedades mediante esta vía, donde los más propensos son los lactantes y niños a contraer enfermedades, (Aucalla, 2019).

El agua puede contener muchas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella, disolviendo los componentes químicos para mantener la vida del hombre los que deben gozar del suministro suficiente, inocua y accesible, (Cava y Ramos, 2016).

Es importante evaluar los parámetros de la calidad del agua según su uso, a fin de determinar si necesita tratamiento o no, para aplicar el procedimiento idóneo para lograr la calidad deseada así mismo los estándares de calidad son usados también para procesos de tratamiento y corregirlos si fuera necesario, (Tenelanda y Muyulema, 2013).

La SUNASS determina que, de manera obligatoria, la empresa prestadora de servicios de saneamiento o empresa prestadora (EPS) realicen el control de la calidad del agua que distribuyen a la población. De acuerdo con ello, la norma establece lo siguiente:

- El control de calidad debe ser efectuado en cada localidad administrada.
- Los parámetros básicos de control obligatorio son: cloro residual, turbiedad, pH, coliformes totales, coliformes *Escherichia Coli* y coliformes termotolerantes o fecales.

- Las muestras que sirven para el control deben ser recolectadas y analizadas siguiendo los procedimientos de recolección, preservación y análisis prescritos en las normas técnicas peruanas; en caso de ausencia de éstas, se emplearán preferentemente los procedimientos de la American Water Works Association (APHA-AWWA WEF) en cualquiera de sus últimas tres ediciones.
- El agua potable es aquella que es apta para consumo humano, debido a que no tiene riesgo alguno para la salud, el acceso al agua potable es la más importantes a nivel mundial, puesto que la mayor parte de la población en situación de extrema pobreza y sin acceso adecuado al vital líquido, mientras que otras naciones, que han implementado una serie de políticas responsables en torno al tema del agua, su control y tratamiento, han logrado garantizar a sus ciudadanos en buena medida su acceso al agua potable (Valdivielso, 2022).

2.1.4. Contaminación Del Agua

La contaminación del agua puede proceder de diferentes fuentes, estas mismas pueden ingresar en el agua directamente, a través de vertidos legales e ilegales de fábricas, por ejemplo, de las plantas de tratamientos de aguas imperfectas, los vertidos y las fugas, etc. La principal causa de los problemas de calidad del agua (contaminación de fuentes no puntuales, es cuando los contaminantes son transportados a través del suelo por la lluvia o la nieve derretida, esta corriente puede contener fertilizantes, pesticidas y herbicidas procedente de chacras, sedimentos; bacterias originarias de los ganados; residuos de animales domésticos y otros contaminantes, este es un problema que se ve en todo el mundo (Crespo, 2020).

Uno de los factores contaminantes del agua también son las heces de los humanos, provocando enfermedades en la salud de la población, por eso es muy importante la prevención y control sanitario, el derecho de tener agua segura, pura y accesible para el consumo humano es una necesidad primordial (Aurazo, 2004).

La contaminación antropogénica causada por diversas actividades que realiza el hombre, trae como consecuencia: la pérdida del ecosistema y hábitat, muerte de especies y enfermedades gastrointestinales, en el Lago Titicaca se vierten diferentes contaminantes como son los pesticidas, agroquímicos, aguas residuales, residuos sólidos, grasas, aceites, relaves mineros etc., trayendo graves consecuencias para la salud y el medio ambiente (Huaman, 2019).

Contaminación del agua consiste en la modificación del agua, que mayormente es provocado por el hombre, la calidad del agua haciéndola impropia o nociva para el consumo humano, la agricultura, las actividades recreativas, etc., el cuerpo de agua que es contaminada se ve alterada en sus características naturales, ya sea directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana en su constante búsqueda del desarrollo (Gonzales, 2018).

2.1.4.1. Contaminantes del agua

Tabla 01: Tipos de contaminación del agua

Tipo de contaminante		Causa	Efecto
Físico	Térmico	Vertimientos industriales	Al elevar la temperatura ($^{\circ}$ T), se reducen los niveles de oxígeno disuelto, incrementa las actividades biológicas y químicas y pone en riesgo la existencia de fauna susceptible a cambios de ($^{\circ}$ T)
	Sólidos suspendidos	Vertimientos industriales, arrastre de material, procesos erosivos	Depósito en cuerpos hídricos alterando, por ejemplo, el nivel de profundidad. incremento del nivel de turbidez.
	Aceites y grasas	Derrame y vertimientos industriales y domésticos	Puede llegar a inhibir el crecimiento de flora y fauna al evitar la absorción de oxígeno. Altera las propiedades organolépticas del agua.
	Nitratos y fosfatos	Fertilizantes, detergentes y vertimientos industriales.	Responsables del proceso de eutrofización en cuerpos de agua lénticos, lo que disminuye la concentración de oxígeno disuelto.
Químicos	Plomo	Baterías, cables eléctricos, redes de tuberías, vertimientos industriales.	Tóxico para la salud humana, metal bioacumulable.
	ácidos		Las medidas extremas de acidez o alcalinidad pueden ser nocivas para la fauna y la flora.
Biológicos	Microbiológicos	Vertimientos industriales y domésticos, actividades pecuarias.	Los microorganismos patógenos causan enfermedades en seres humanos y animales.

Fuente: Ramírez (2016).

2.1.4.2. Contaminantes Microbiológicos

La fermentación es la composición de un compuesto orgánico por la influencia de un fermento, como es el caso de la fermentación alcohólica, donde se desdoblan los hidratos

de carbono. Pasteur fue el primero en establecer una conexión definitiva entre los microorganismos y la aparición de la enfermedad y dio lugar a una nueva ciencia: la bacteriología (Jaramillo, 2009).

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario, la norma bacteriológica de calidad indica que el agua debe estar libre de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades como salmonelosis, shigelosis, amebiasis, etc., (Apella y Araujo, 2005).

Las colonias coliformes habitan el tracto intestinal de mamíferos y aves, se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosas a 35 °C. Los géneros que componen este grupo son *Escherichia*, *klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella* todas pueden existir como saprofitas independientes o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia* que es origen netamente fecal, esto lleva a distinguir entre coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen), y coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal), la contaminación microbiológica de origen fecal se restringe a la presencia de coliformes fecales, mientras que la presencia de coliformes totales que desarrollan a 35 °C, solo indica existencia de contaminación, sin asegurar su origen (Apella y Araujo, 2005).

Los contaminantes microbiológicos, las enfermedades se transmiten principalmente a través de las excretas de los seres humanos y animales, si el agua es utilizada para beber y preparar alimentos estando contaminado, produce enfermedades infecciosos; la OMS señala que el riesgo más común que lleva consigo el agua potable son las enfermedades infecciosas causadas por las bacterias, virus, protozoos, helmintos (SUNASS, 2004).

2.1.5. Control Y Vigilancia De La Calidad Del Agua

La calidad microbiológica del agua de consumo humano es de gran importancia por el cual es considerado como un indicador bacteriano a los coliformes totales y fecales el cual se debe dar prioridad dentro de las políticas de abastecimiento de agua potable; la calidad de agua para consumo humano tiene incidencia en la salud de las personas, porque sirve como vehículo de muchos microorganismos patógenos para el hombre de origen gastrointestinal y que están presentes en el agua como bacterias, virus y en menor cantidad como los parásitos (OMS, 2011).

Rojas (2002), argumenta que la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido tres elementos básicos que todo programa debe contener y que son perfectamente aplicables al control de la calidad del agua realizado por el abastecedor. Adicionalmente, existen otros elementos que pueden ser considerados de apoyo que coadyuvan a la implementación de los programas de vigilancia y control. Los elementos básicos son:

- Evaluación de la calidad físico-químico y microbiológica.
- Inspección sanitaria y operacional.
- Evaluación institucional.

A su vez, los elementos complementarios o de apoyo son:

- Reglamentos y normas.
- Recursos humanos, materiales y económicos-financieros.
- Capacitación.
- Educación sanitaria, encuestas y flujo de información.

2.1.6. Constitución Política Del Perú

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del estado. En ella se resaltan los derechos

fundamentales de las personas, como el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

El reglamento de la calidad de agua para consumo humano actualizada - D.S N° 004-2017-MINAM (ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL), establece 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.

El reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, tenga responsabilidad de acuerdo a la ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo (MINSa, 2011).

2.1.7. Estándares De Calidad Ambiental

Es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional, el ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente, que no representan riesgo para la salud y el ambiente, así como también regula 104 parámetros, entre los que se encuentran elementos microbiológicos y fisicoquímicos (MINAM, 2019), el ECA del agua se mide en cuerpos receptores, mientras que los Límites Máximos Permisibles (LMP) se realizan en puntos de efluentes D.S N° 004-2017-MINAM (ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL), la normativa completa se puede apreciar en el Anexo 04.

2.1.7.1. Categoría 1: poblacional y recreacional

Sub Categoría A aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entendiéndose como aquellas aguas que: previo tratamiento, son destinadas para abastecimiento de agua para consumo humano.

A1: Que pueden ser potabilizadas con desinfección, comprendiendo 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, comprendiendo 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, filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado comprendiendo como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos, químicos avanzados como prefloración, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector componente.

Tabla 02: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

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 avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,2	0,2	0,2
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**

I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

Tricloroetano	mg/L	0,02	0,02	**
Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**

BTEX

Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**

Hidrocarburos Aromáticos

Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**

Organofosforados

Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
----------	------	------	--------	----

Organoclorados

Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**

II. CIANOTOXINAS

Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
-----------------	------	-------	-------	----

III. BIFENILOS POLICLORADOS

Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
---------------------------------	------	--------	--------	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Coliformes Totales	NMP/10	50	**	**
	0 m			
Coliformes	NMP/10	20	2000	20000

Termotolerantes	0 m			
Formas parasitarias	N°	0	**	**
	Organis mo/L			
<i>Escherichia coli</i>	NMP/10	0	**	**
	0 ml			
Vibrio cholerae	Presenci a/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N°	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶
	Organis mo/L			

2.1.8. Límites Máximos Permisibles

Es la medida de la concentración el grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químico y biológico, que caracteriza a una emisión, que al ser excedida puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental Reglamento de Calidad de Agua para consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Agua Natural

Es un recurso esencial acuático que se encuentra en la naturaleza, aquella que mantiene sus propiedades originales sin que nada haya intervenido (Gonzales, 2012).

2.2.2. Agua Cruda

Es aquella agua, en estado natural captada para abastecimiento que no ha sido sometida a ningún tratamiento (DIGESA, 2015a).

2.2.3. Agua Natural Superficial

Es la que se encuentra en la superficie del suelo formando los ríos, lagos, manantiales, etc. (González, 2012).

2.2.4. Agua Potable

Es la que se puede consumir sin riesgo, la que no tiene ningún tipo de contaminantes, incolora, inodora y de sabor agradable, agua que es sometida a un proceso de potabilización (DIGESA, 2015b).

2.2.5. Análisis Microbiológico Del Agua

Son los procedimientos de laboratorio que se realizan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, cantidad y tipo de microorganismos (DIGESA, 2015b).

2.2.6. Características Bacteriológicas

Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias perjudiciales a la salud humana. (González, 2012)

2.2.7. Contaminación

Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultado de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua. (González, 2012).

2.2.8. El Agua Como El Vehículo De Enfermedades

Los diferentes factores que se han asociado a riesgo de contraer una enfermedad por el consumo de agua han demostrado un gran interés en prevenir la proliferación de enfermedades transmitidas por consumo de agua, actualmente son muchas las enfermedades transmitidas por este elemento, las enfermedades más frecuentes son las enfermedades gastrointestinales (Trujillo y Ponce, 2018).

2.2.9. Grupo Coliforme

Son bacilos Gram(-), no esporulados, aeróbicos facultativas, fermentan la lactosa con producción de gas, cuando se incuban 37° C por 48 horas. La presencia de este grupo de bacterias indica que el agua puede estar contaminada con patógenos y malas condiciones de higiene representantes: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia Coli* y *Proteus*, donde los coliformes fecales implican la presencia de *Escherichia coli* y evidencian contaminación fecal (Andueza, 2014).

2.2.10. Coliformes Totales

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales incluyendo los humanos, la presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Normalmente, las bacterias coliformes se encuentran en gran cantidad en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo, la contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana por ello, el control sanitario de riesgo microbiológico es muy importante y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Peña, 2015).

El grupo coliforme está conformado por todas las bacterias gram negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos (DIGESA, 2015a).

Su presencia indicaría déficit en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución:

- Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis.
- Por contacto puede dar infección a la piel, ojos y oídos.

2.2.11. Coliformes Termotolerantes O Fecales

Los coliformes termotolerantes también denominados coliformes fecales llamados así porque soportan temperaturas elevadas hasta los 45 °C que son un grupo de microorganismos muy reducidos indicadores también de la calidad del agua ya que estas bacterias son de origen fecal y el cual encontramos al *Escherichia Coli*, (Hernandez et al., 2008).

Esta bacteria se encuentra en el excremento humano y otros animales de sangre caliente entrando al sistema por medio de desecho directo de mamíferos y aves entre otros, así como indica (Mejia, 2019a).

La frecuencia alta de los resultados en los análisis bacteriológicos nos indica que hay una contaminación fecal en el agua, por lo que siempre es preferible realizar el monitoreo para los exámenes bacteriológicos de los sistemas de abastecimiento de agua potable, así como los cuerpos de agua de las que el hombre será suministrado para su consumo. (Mejia, 2019).

Los termotolerantes diferentes de *Escherichia coli*, pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales de materias vegetales y suelos en descomposición (DIGESA, 2015a).

Características: Comprende al género de los *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citribacter*, este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 - 45 °C.

Riesgos para la salud: Es poco probable que los organismos termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materias inadecuadas estén en contacto con el agua tratada.

Por contacto directo puede infectar heridas, mucosas de ojos y oídos, por ingestión ocasiona gastroenteritis aguda.

2.2.12. *Escherichia Coli*

Nos menciona que abunda en las heces de origen humano y animal. Se halla en agua residual, en agua y suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales y aves salvajes.

Pertenece a la familia de las enterobacterias, posee las enzimas beta-galactosidasa, beta-glucuronidasa. Se desarrolla a 44 - 45 °C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produciendo índole a partir del triptófano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37 °C pero no a 44 - 45 °C y algunas no liberan gas. *Escherichia Coli* no produce oxidasa ni hidroliza la urea (DIGESA, 2015a)

Riesgo para la salud: La vía de infección primaria es la ingestión. Habitualmente no es patógeno, pero puede ocasionar gastroenteritis, diarreas y vómitos intensos, deshidratación, frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis General

El agua potable del Distrito de Ilave presenta niveles altos de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021- 2022.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- Existe presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (Coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia Coli*) es alta en agua potable del Distrito de Llave 2021 - 2022.
- El agua potable del Distrito de Llave cumple con las normativas vigentes Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y (LMP) con los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021 - 2022.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio del presente proyecto es el agua potable del Distrito de Llave, de la Provincia de El Collao del Departamento de Puno - Perú. donde abarca desde la estación de bombeo de la captación (agua superficial de río Llave) Coordenadas: ESTE 0432475, NORTE 821457, ALTITUD 3837 msnm, donde sale una línea de impulsión desde el cual se lleva el agua hasta el reservorio de una capacidad de 800m³ y la red de abastecimiento de agua potable que está conformado por 33.7 km.

La cuenca hidrográfica del río Llave se encuentra en la vertiente del lago Titicaca tiene una extensión de 7.705 km² en promedio, precipitación 216 mm, temperatura 12 °C, viento 10 km/h.

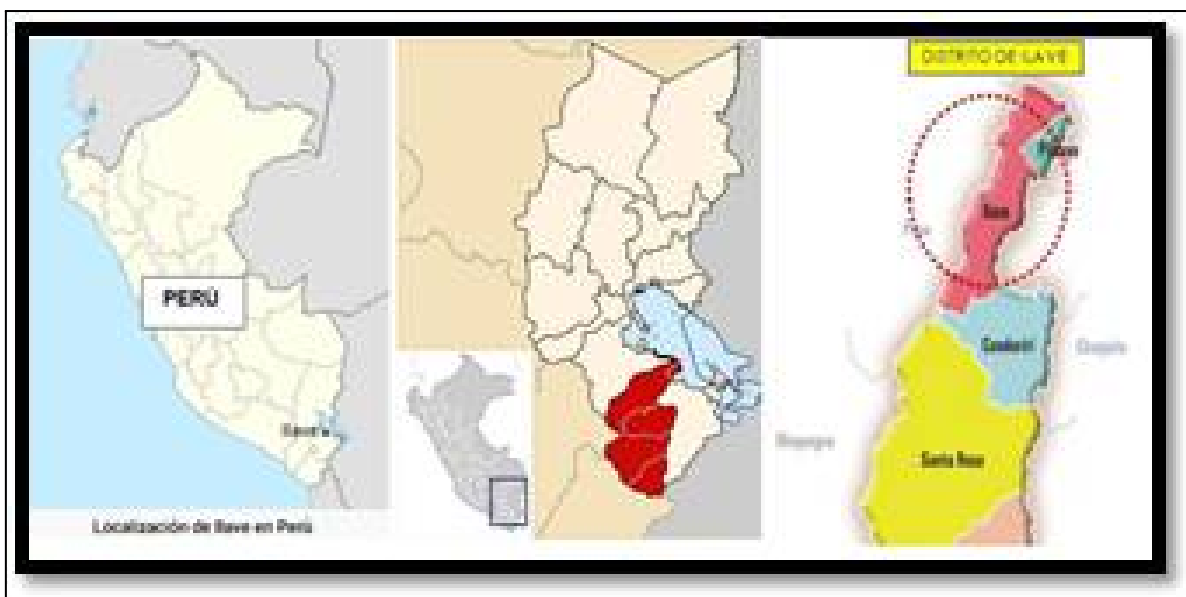


Figura 01: Área de influencia de la zona de estudio de investigación

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. Población

El criterio a tomar para determinar la población, es la ruta suministro de agua potable, de esa manera encontrando el área de influencia de estudio. Se ha tomado esta población por ser la adecuada para los objetivos planteados.

3.2.2. Muestra

El tamaño de la muestra se tomó de forma representativa y de manera aleatoria en viviendas, calculando mediante la siguiente fórmula estadística.

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Tamaño de la población

p = Proporción esperada (0.5%)

Z_a = Nivel de confianza (95% = 1.96)

q = 1-p.

d = Precisión deseada (0.3%=0.03)

Entonces:

$$n = \frac{10 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.03^2 * (10 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 10$$

Obteniendo un total de 10 muestras a analizar por cada mes el punto de captación, reservorio y 8 barrios principales (viviendas suministradas), en el que también se registraron las coordenadas UTM y se analizaron los parámetros microbiológicos a identificar.

3.2.3. Muestreo De Agua

El muestreo se realizó de la siguiente manera:

Se consideraron 10 puntos representativos donde en los 8 puntos (viviendas suministradas) fueron escogidos al azar con balotas en la que contó con tres repeticiones por cada punto de muestreo. A partir de lo anterior se determinaron los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (Coliformes Totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) para consumo humano. Las 10 muestras de agua considerados fueron: una (01) muestra en el punto de captación (río), una (01) muestra en el reservorio y ocho (08) muestras en los principales barrios (viviendas suministradas) como Barrio Unión Santa Barbara (Calle 32 N° 35), Barrio Progreso (Jr. Desaguadero N° 89), Barrio Ciudad Nueva (Jr. Los mártires N° 206), Barrio san miguel (Jr. 28 de Julio N° 112), Barrio Nuevo San Miguel (Av. Jesús N° 190), Barrio Porvenir Miraflores (Jr. Argentina N° 78), Barrio Alazaya (Jr. Conde de Lemus N° 307) y Barrio San Juan Tepro (Jr. Muñantani N° 421). Estas muestras se analizaron en el periodo (diciembre 2021 al febrero 2022) una vez por mes en (3) tres repeticiones y fue llevado al laboratorio de la Red de Salud Chucuito Juli en la Oficina de Salud Ambiental, el que contó principalmente con el análisis de las muestras y la interpretación de los resultados y la elaboración del informe final, respectivamente.

Tabla 03: Coordenadas de los puntos de muestreo.

Puntos de Muestre o	Lugar de Muestreo	Coordenadas UTM		
		Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
P1	Captación (Río)	-16.08569	-69.64498	3837
P2	Barrio Unión Santa Bárbara (Reservorio)	-16.08638	-69.63367	3874
P3	Barrio Unión Santa Bárbara(Calle 32 N° 35)	-16.08631	-69.63440	3866
P4	Barrio Progreso (Jr. Desaguadero N° 89)	-16.08992	-69.63497	3847
P5	Barrio Ciudad Nueva (Jr. Los mártires N° 206)	-16.08298	-69.64498	3843
P6	Barrio San Miguel (Jr. 28 de Julio N° 112)	-16.08724	-69.63879	3868
P7	Barrio Nuevo San Miguel (Av. Jesús N° 190)	-16.08850	-69.64292	3867
P8	Barrio Porvenir Miraflores (Jr. Argentina N° 78)	-16.07787	-69.64349	3860
P9	Barrio Alazaya (Jr. Conde de Lemus N° 307)	-16.08136	-69.63899	3866
P10	Barrio San Juan Tepro (Jr. Muñantani N° 421)	-16.07818	- 69.65216	3857



Figura 02: Ubicación de los Puntos de muestreo

Fuente: Adaptado de las imágenes Google Earth

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. Métodos

Para el muestreo en la presente investigación, se tomó como referencia el Protocolo de procedimiento para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano R.D. N° 160-2015-DIGESA-SA como se muestra en el Anexo 3, con análisis de laboratorio de agua (laboratorio salud ambiental- Hospital Rafael Ortiz Ravinez) y compararlos con los Estándares de Calidad del Agua Para Consumo Humano D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA.

3.3.1.1. Fases de Pre Campo

Se coordinó con el responsable de la oficina de salud ambiental - Hospital Rafael Ortiz Ravinez - ROR Juli, para que brinde todas las facilidades para el análisis de las muestras del presente estudio.

Se desarrolló el cronograma de muestreo para realizar el análisis microbiológico del agua potable del Distrito de Ilave.

3.3.1.2. Fases Análisis de campo

- **Reconocimiento y ubicación de área**

Se realizó la visita y georreferenciación de los componentes de muestreo que comprende el punto de captación, reservorio y viviendas en el sistema de abastecimiento de agua potable del Distrito de Ilave.

- **Toma de muestra de agua en punto de captación**

Con los procedimientos expuestos en el Reglamento de calidad de agua para el consumo humano, se procedió a realizar la toma de muestras para el análisis del parámetro microbiológico establecido, donde se evitó las zonas con elevadas turbulencias; las muestras fueron tomadas en frascos de vidrio esterilizados de boca ancha con tapa capacidad de 500 ml, para la recolección de muestras primero el recipiente se enjuagó con agua de la misma fuente tres veces y seguidamente se sumergió de forma inclinada a un ángulo de 30 a 20 cm de profundidad, dirigiendo a la boca del frasco en sentido contrario de la corriente, luego se etiquetó y acondicionó adecuadamente en el cooler para su traslado al laboratorio.

3.3.2. Técnicas

Para la obtención de datos se procedió con las siguientes técnicas:

- Elaboración de la ficha de registro.
- Identificación de punto de muestreo en la fuente de captación y suministro a viviendas, según los criterios que establecen los protocolos de monitoreo (accesibilidad, representatividad e importancia).
- Determinación de las coordenadas en el punto de muestreo GPS GARMIN 76CSx.

- Custodio de las muestras para trasladar al laboratorio para el análisis microbiológico por filtración en membrana.

3.3.2.1. Técnicas de recolección de muestras

Grifos o caños (vivienda)

Primero se eligió al grifo de agua que esté directamente conectado a una cañería de suministro, luego se desinfectó con un algodón que contenía alcohol de 70%, seguido a esto se abrió el caño y se dejó correr el agua por un periodo de 5 segundos y finalmente se procedió a recolectar las muestras almacenadas a un cooler a una temperatura de 0.4 °C y posteriormente es llevado al laboratorio para su respectivo análisis.

Instrumento de medición mediante ficha de análisis.

3.3.3. Materiales

Los materiales, equipos e instrumentarios que se usaron para cumplir con los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

Materiales:

- ❖ Envases de vidrio de 500ml.
- ❖ Cooler.
- ❖ Libreta de campo.
- ❖ Tabero.
- ❖ Plumón indeleble, lapiceros.
- ❖ Guantes descartables.
- ❖ Algodón.
- ❖ Alcohol.

Equipos:

- ❖ GPS.

- ❖ Cámara fotográfica.
- ❖ Laptop.

Indumentarias:

- ❖ Barbijo.
- ❖ Guantes.
- ❖ Casco.
- ❖ Botas.
- ❖ Mandil de laboratorio.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable del estudio: Contaminación microbiológica del agua potable en el Distrito de Ilave.

Variable Independiente: Contaminación microbiológica.

Variable Dependiente: Agua Potable en el Distrito de Ilave.

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

3.5.1. Tipo De Investigación

Este trabajo es de enfoque cuantitativo porque se tiene identificado los puntos de muestreo y se tiene las cantidades de análisis de los datos que nos permitirá cumplir con los objetivos propuestos en la investigación. Tipo de estudio descriptivo comparativo, porque se usó la recolección de datos, luego se llevó al laboratorio para su respectivo análisis y se comparó con la normativa vigente y se buscó determinar la calidad microbiológica del agua que se está consumiendo actualmente en el Distrito de Ilave.

3.5.2. Diseño De Investigación

El diseño de investigación es de tipo no experimental - transversal; no experimental porque buscará describir los parámetros microbiológicos tal cual como se observa sin manipular ninguna variable, transversal por la recolección de datos que se dará en un

tiempo determinado ya que se tiene considerado 3 meses (diciembre del 2021, enero del 2022 y febrero del 2022).

3.5.3. Técnica De Procesamiento Y Análisis De Datos

Estadística descriptiva: La estadística descriptiva es una gran parte de la estadística que se dedica a recolectar, ordenar, analizar y representar a un conjunto de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de éste. Este análisis es básico, las primeras conclusiones obtenidas tras un análisis descriptivo, es un estudio calculando una serie de medidas de tendencia central, para ver en qué medida los datos se agrupan.

software: IBM SPSS Statistics 23 y Microsoft office Excel 2016.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

a) **Diseño de Muestreo**

La toma de muestra se hizo de forma aleatoria en los 8 puntos correspondientes a grifos de viviendas suministradas de los barrios principales en excepción al punto de captación y reservorio. Se realizaron tres repeticiones por punto de muestreo, donde las muestras de agua recolectadas se almaceno en cooler en una temperatura de 0.4 °C, posteriormente es llevado al laboratorio para su respectivo análisis de los parámetros microbiológicos: coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia Coli.

b) **Métodos de recojo de muestras en viviendas para análisis microbiológico**

Para el recojo de las muestras de agua se usó recipientes esterilizados, que se transportó en cooler que fue facilitado por la MINSA CHUCUITO JULI de la área de salud ambiental, para el adecuado recojo de las muestras se siguió el manual de Protocolo de Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos R.D. N° 160 - 2015 -DIGESA, disponiendo el envase se procedió a recolectar muestras de los grifos de viviendas dejando correr el agua 5 segundos y se recibió en los frascos de 500 ml, luego se rotulado adecuadamente y se almacenó en cooler manteniendo en una temperatura en 0.4 °C enseguida es llevado a laboratorio que cuenta MINSA CHUCUITO JULI en el área de salud ambiental.

Producto de la investigación realizada se recolectaron los resultados de los parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia Coli), en el agua potable del Distrito de Llave en el periodo 2021 y 2022 en los meses 17 de diciembre del 2021, 10 de enero del 2022 y 03 de febrero del 2022, los resultados obtenidos se muestran en las siguientes Tablas 04 al 08 y Figuras 03 al 08.

4.1.1. Respecto Al Objetivo General

Los resultados obtenidos para el objetivo general, evaluar el nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario de agua potable del Distrito de Llave 2021-2022.

Tabla 04: Resultado de análisis de los parámetros microbiológicos del agua potable periodo 2021-2022.

RESULTADO DE ANALISIS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS										
AÑO 2021 - 2022										
MES										
		17-Dic-2021			10-Ene-2022			03-Feb-2022		
Punto s de muest reo	Lugar de muestreo	C. Tot a les	Col if. Ter m	E. Coli	C. Tota les	Colif. Term	E. Coli	C. Tota les	Colif. Term	E. Coli
		UF C/1 00 ml	UF C/1 00 ml	UF C/1 00 ml	UFC/ 100 ml	UFC/ 100 ml	UF C/ 100 ml	UFC/ 100 ml	UFC/1 00 ml	UFC/1 00 ml
P1	Captación (río)	10	19	7	34	10	9	107	98	16
P2	Reservorio	25	11	4	17	34	6	177	0	0
P3	Calle 32 N° 35	3	0	0	52	3	0	85	3	1
P4	Jr. Desaguadero N° 89	1	0	0	15	0	0	34	1	0
P5	Jr. Los Mártires N° 206	6	1	1	30	6	0	53	0	0
P6	Jr. 28 de Julio N° 112	5	1	0	34	1	1	21	5	2
P7	Av. Jesus N° 190	30	8	1	50	6	0	17	4	0
P8	Jr. Argentina N° 78	15	5	0	32	24	7	107	2	0
P9	Jr. Conde de Ilemus N° 307	3	0	0	53	17	4	10	4	0
P10	Jr. Muñantani N° 421	8	1	0	37	5	1	28	6	2

En la Tabla 04: se aprecia los resultados de la evaluación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable, donde en la mayoría de los puntos de muestreados la hay presencia microbiológica en el agua en los tres meses, por lo que se estima que el agua que consume la población no es apta para consumo humano del mismo modo (Tacora, 2018) analizó el agua potable de la zona Urbana de la ciudad de Juli donde también detectó presencia de coliformes totales 7 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes 12 UFC/100 ml y *Escherichia Coli* 4 UFC/100 ml y comparando con las normativas vigentes el agua potable que consume la poblaciones no es de buena calidad, así mismo, (Espitia, 2019) donde analizo el agua potable de consumo humano en Lurín, tomando en cuenta los cinco puntos muestreados, la presencia de coliformes totales superaron en un 25% los LMP y considerando la normativa de la DIGESA el 90% de las muestras no debe contener coliformes totales, mientras tanto (Vilca, 2017) investigó la disposición a pagar para el servicio de agua potable en el distrito de Llave a 10,828 familias donde el 71.16% de la población es pobre y la disposición máxima a pagar es de S/. 8.29 mensuales por familia, llegando a la conclusión de que esa podría ser una de las razones por la que no se realiza el monitoreo y la desinfección mensualizada del agua potable del Distrito de Llave.

4.1.2. Respecto Al Primer Objetivo Específico

Existirá la presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) en agua potable del Distrito de Llave, presentamos a continuación los resultados obtenidos

4.1.2.1. Resultados del nivel de concentración de colonias Coliformes Totales en los puntos de muestreo periodo 2021-2022.

Tabla 05: Resultados de análisis de Coliformes Totales en puntos de muestreo periodo 2021-2022.

PUNTOS DE MUESTREO	Lugar de muestreo	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Coliformes Totales (UFC/100ml)		
		MESES		
		17-Dic-21	10-Ene-22	03-Feb-22
P1	Captación (río)	10	34	107
Promedio general				50.33
P2	Reservorio	25	17	177
Promedio general				73
P3	Calle 32 N° 35 (vivienda)	3	52	85
P4	Jr. Desaguadero N° 89 (vivienda)	1	15	34
P5	Jr. Los Mártires N° 206 (vivienda)	6	30	53
P6	Jr. 28 de Julio N° 112 (vivienda)	5	34	21
P7	Av. Jesus N° 190 (vivienda)	30	50	17
P8	Jr. Argentina N° 78 (vivienda)	15	32	107
P9	Jr. Conde de Ilemus N° 307 (vivienda)	3	53	10
P10	Jr. Muñantani N°	8	37	28
Promedio	421 (vivienda)	9	38	44
Promedio general				30

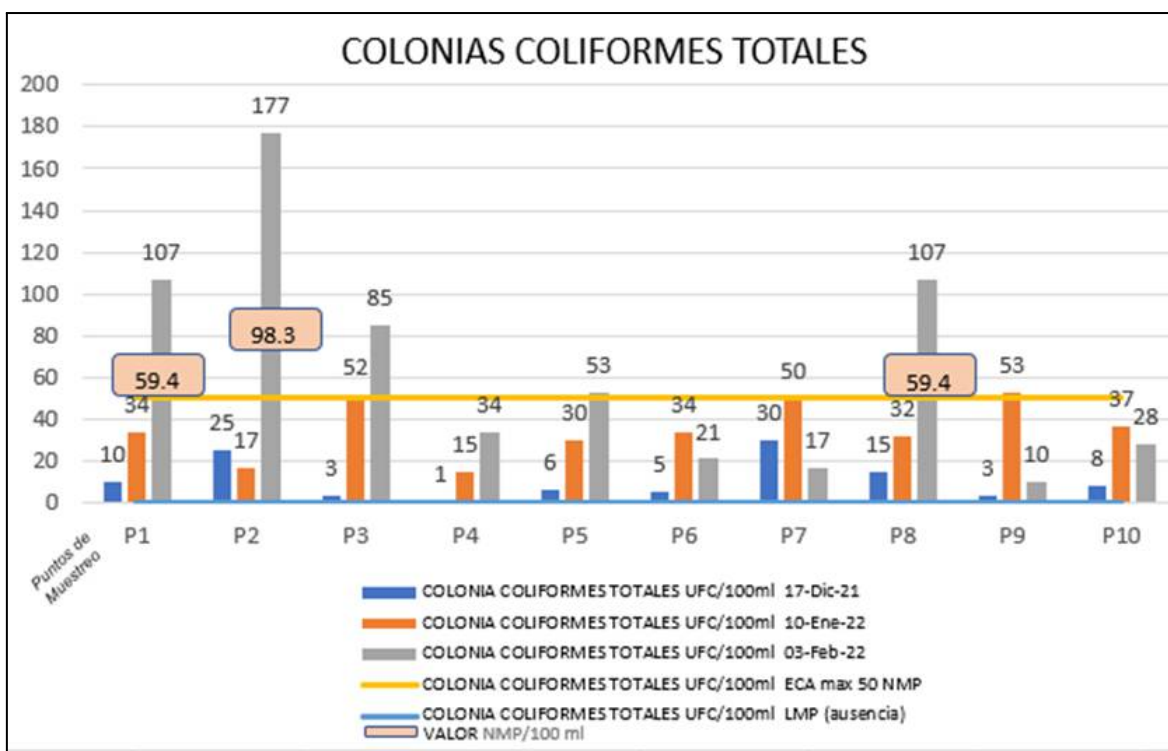


Figura 03: Valor de los resultados obtenidos de colonias coliformes totales

En la Tablas 05 y Figura 03: Se pueden apreciar los resultados de Coliformes Totales obtenidos de las 30 muestras analizadas; donde el valor más alto en el P1 (captación) fue de 107 UFC/100 ml perteneciente al 3 de febrero del 2022 y el valor mínimo en el mismo punto fue de 10 UFC/100 ml perteneciente al 17 de diciembre del 2021, en el P2 (reservorio) se encontró un valor máximo de 177 UFC/100 ml perteneciente al 03 de febrero del 2022 y el valor mínimo en el mismo punto fue de 17 UFC/100 ml perteneciente al 10 de enero 2022. El valor más alto en las muestras obtenidas en la red de suministro (vivienda) fue de 107 UFC/100 ml perteneciente al P8 en 03 de febrero 2022 y el valor mínimo obtenido fue 1 UFC/100 ml perteneciente al P4 en 17 de diciembre 2021; también se aprecia el valor promedio general en el P1 (captación) con un valor de 50.33 UFC/100 ml; promedio general en el P2 (reservorio) es de 73 UFC/100 ml y el resultado promedio correspondiente a la red de suministro (viviendas) en la fecha 17 de diciembre 2021 fue 9 UFC/100 ml, 38 UFC/100 ml correspondiente a la fecha 10 de enero 2022 y 44 UFC/100 ml correspondientes a la fecha 3 de febrero 2022 y con promedio general de los puntos de redes de suministro (viviendas) fue 30 UFC/100 ml; Como se puede estimar en la

figura 03: los valores más altos encontrados de la presencia de coliformes totales expresados en (NMP), fue en el P2 (reservorio) con un valor de 98.3 NMP/100 ml, seguida de los puntos P1 (captación) y P8 (vivienda) con un valor de 59.4 NMP/100 ml en ambos puntos.

Tales resultados guardan relación con Vega (2019), en el Caserío la Huaca, perteneciente al Distrito de Huabal, Machala - Ecuador, donde registró 53.5% de coliformes totales en agua potable esto debido a que sus habitantes no realizaron un mantenimiento adecuado de los tanques de reservorio, así mismo guarda relación con Martínez (2017), en la localidad de Samán, Provincia de Azángaro, los resultados obtenidos en el ingreso de la planta de tratamiento fue de 467 UFC/10 ml y de 32 UFC/100 ml en viviendas, de mismo modo Blanco (2018), obtuvo resultados similares en la calidad del agua potable para consumo humano en el Distrito de Cabanillas, donde también encontró valores altos como 303.33 NMP/100 ml de coliformes presentes en agua potable, también obtuvo resultados similares Tacora (2018), en agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, según la evaluación realizada encontró presencia de coliformes totales en el agua potable con un valor de 6 y 9 UFC/100 ml. Así mismo Turpo (2018), donde analizó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento de Aziruni. donde obtuvo resultados que excedieron con un valor de 0.53 NMP/100 ml.

4.1.2.2. Resultados del nivel de concentración de colonias Coliformes

Termotolerantes o fecales en los puntos de muestreo periodo 2021-2022.

Tabla 06: Resultado de análisis de coliformes termotolerantes en puntos de muestreo periodo 2021-2022.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes o fecales (UFC/100ml)				
PUNTOS DE MUESTREO	Lugar de muestreo	17-Dic-21	10-Ene-22	03-Feb-22
P1	Captación (río)	19	10	98
Promedio general				46
P2	Reservorio	11	34	0
Promedio general				15
P3	Calle 32 N° 35 (vivienda)	0	3	3
P4	Jr. Desaguadero N° 89 (vivienda)	0	0	1
P5	Jr. Los Mártires N° 206 (vivienda)	1	6	0
P6	Jr. 28 de Julio N° 112 (vivienda)	1	1	5
P7	Av. Jesus N° 190 (vivienda)	8	6	4
P8	Jr. Argentina N° 78 (vivienda)	5	24	2
P9	Jr. Conde de lemus N° 307 (vivienda)	0	17	4
P10	Jr. Muñantani N°	1	5	6
Promedio mes	421 (vivienda)	2	8	3
Promedio general				4

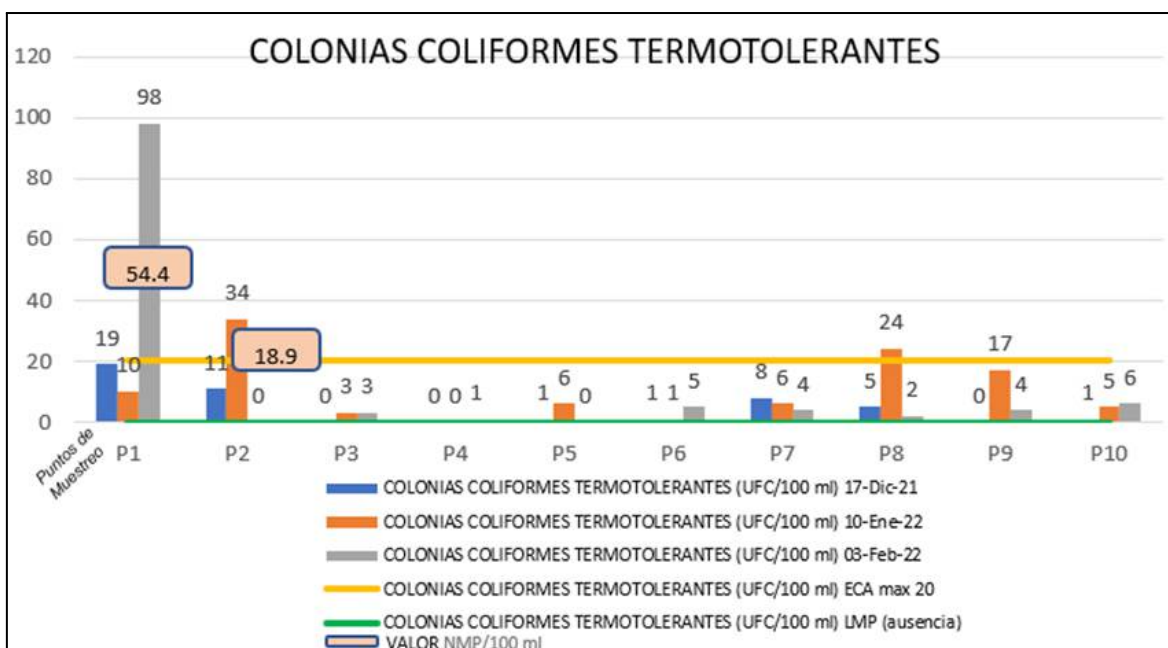


Figura 04: Valor de los resultados obtenidos de colonias coliformes termotolerantes.

En la Tabla 06 y Figura 04, se pueden observar los resultados de Coliformes Termotolerantes obtenidos de los 30 muestras analizadas; donde el valor más alto en el P1 (captación) es 98 UFC/100 ml perteneciente al 3 de febrero 2022 y el valor mínimo obtenido en el mismo punto es 10 UFC/100 ml en 10 de enero 2022; En el P2 (reservorio) el valor más alto es 34 UFC/100 ml perteneciente al 10 de enero 2022 y el valor mínimo es 0 UFC/100 ml en 3 de febrero 2022 y el valor más alto obtenido en la red de suministro (vivienda) es 24 UFC/100/ ml perteneciente al P8 en 10 de enero 2022 y el valor mínimo obtenido es 0 NMP/100 ml pertenecientes al P3, P4 y P9 en 17 de diciembre 2021, en 10 de enero 2022 se encontró el mismo valor en el P4 y en 3 de febrero se encontró el mismo valor en el P5, en los demás puntos se encontraron valores ≥ 1 . También se halló un promedio general de 46 UFC/100 ml en el P1 (captación) en los tres meses; promedio general en P2 (reservorio) es 15 UFC/100 ml y el resultado promedio de la red de suministro (vivienda) correspondiente al 17 de diciembre 2021 fue de 2 UFC/100 ml, 8 UFC/100 ml correspondiente al 3 de enero 2022 y 3 UFC/100 ml correspondientes al 10 de febrero de 2022; el valor del promedio general de la red de suministro (vivienda) es 4 UFC/100 ml. como se muestra en la figura 04: El valor más sobresaliente estimadas en

(NMP) se observa en el P1 (captación) con un valor de 54.4 NMP/100 ml correspondiente al 3 de febrero de 2022.

Los resultados obtenidos guardan relación, Vega (2019) en el Caserío La Huaca perteneciente al Distrito de Huabal, Machala- Ecuador, donde encontró presencia de coliformes termotolerantes en el agua potable valores < 9 NMP/100 ml, del mismo modo Martínez (2017), donde determinó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del Distrito de Samán” encontrando presencia de coliformes termotolerantes en el agua con un valor de 26 UFC/100 ml, así mismo Blanco (2018), analizó la calidad del agua potable en el Distrito de Cabanillas, donde detectó presencia de coliformes termotolerantes presentes con un valor de 200 NMP/100 ml en la red domiciliaria, del mismo modo Tacora (2018), evaluó la calidad de agua potable de la ciudad de Juli, encontrando valores entre 0 a 20 UFC/100 ml presentes en el agua, a si mismo se puede observar que el agua potable que consume la población en diferentes regiones es de muy mala calidad.

4.1.2.3. Resultados del nivel de concentración de colonias *Escherichia Coli* en los puntos de muestreo periodo 2021-2022.

Tabla 07: Resultado de análisis de Colonia *Escherichia Coli* en puntos de muestreo periodo 2021-2022.

PUNTOS DE MUESTREO	Lugar de muestreo	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS <i>Escherichia Coli</i> (UFC/100 ml)		
		17-Dic-21	10-Ene-22	03-Feb-22
P1	Captación (río)	7	9	16
Promedio general				11
P2	Reservorio	4	6	0
Promedio general				3.3
P3	Calle 32 N° 35 (vivienda)	0	0	1
P4	Jr. Desaguadero N° 89 (vivienda)	0	0	0
P5	Jr. Los Mártires N° 206 (vivienda)	1	0	0
P6	Jr. 28 de Julio N° 112 (vivienda)	0	1	2
P7	Av. Jesus N° 190 (vivienda)	1	0	0
P8	Jr. Argentina N° 78 (vivienda)	0	7	0
P9	Jr. Conde de Ilemus N° 307 (vivienda)	0	4	0
P10	Jr. Muñantani N° 421 (vivienda)	0	1	2
Promedio punto		0	2	1
Promedio general				1

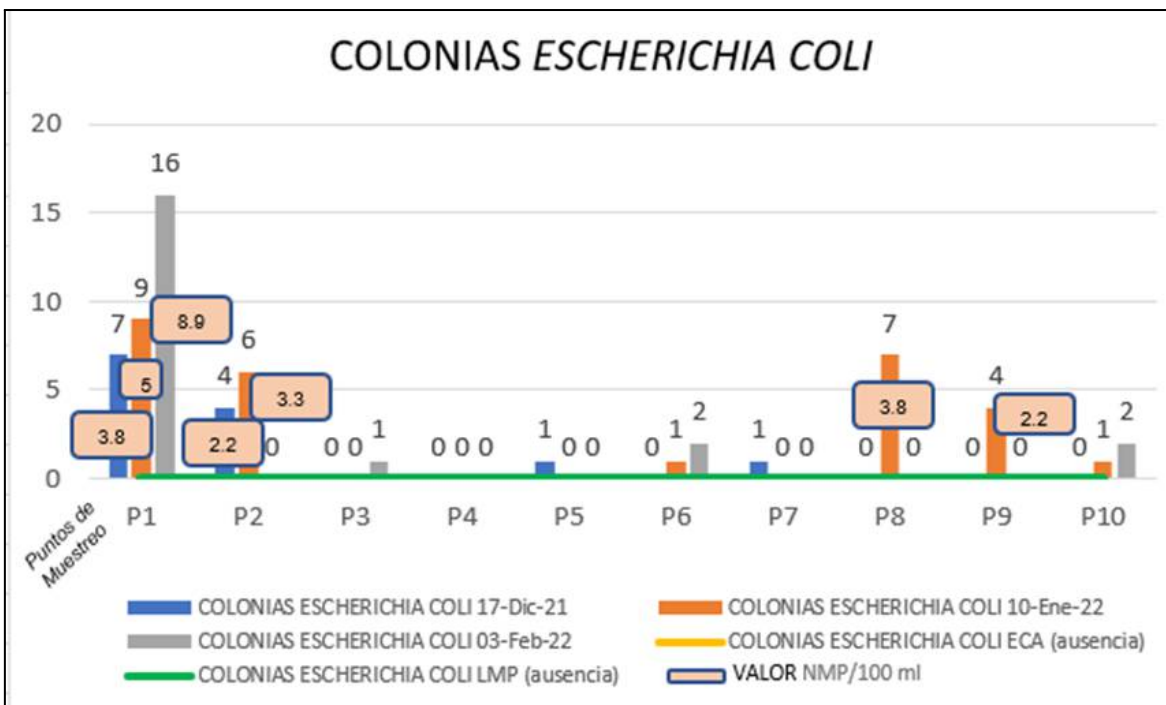


Figura 05: Valor de los resultados obtenidos de colonias *Escherichia Coli*

En la tabla 07 y Figura 05, se aprecia los resultados de Colonias *Escherichia Coli* obtenidos de los 30 muestras analizadas; el valor más alto se observa en el P1 (captación) es 16 UFC/100 ml en 3 de febrero 2022 y el valor mínimo en el mismo punto es 7 UFC/100 ml en 17 de diciembre 2021; en el P2 (reservorio) el valor elevado es de 6 UFC/100 ml en 10 de enero 2022 y el valor mínimo en el mismo punto es de 0 UFC/100 ml en 3 de febrero 2022 y en la red de suministro (vivienda) el valor más alto fue 7 UFC/100 ml perteneciente al P8 en 10 de enero 2022 y el valor mínimo obtenido fue 0 UFC/100 ml encontrados en 6 puntos pertenecientes al: P3, P4, P6, P8, P9 y P10 en 17 de diciembre 2021, en 10 de enero 2022 se encontró el valor mínimo en 4 puntos pertenecientes a los puntos: P3, P4, P5 y P7; y en 3 de febrero 2022 se encontró el valor mínimo en 6 puntos pertenecientes al: P4, P5, P7, P8 y P9; El promedio general en los tres meses en el P1 (captación) es de 11 UFC/100 ml; promedio general en P2 (reservorio) es de 3.3 UFC/100 ml en los tres meses y el resultado promedio correspondiente a la red de suministro (vivienda) en 17 de diciembre 2021 fue 0 UFC/100 ml, 2 UFC/100 ml correspondiente al 10 de enero 2022 y 1 UFC/100 ml correspondientes

al 3 febrero 2022 y el promedio general de los puntos de red de suministro (vivienda) en los tres meses es 1 UFC/100 ml. Los valores más resaltantes en (NMP) se aprecian en los puntos: P1 (captación) con un valores desde 3.8 NMP/100 ml en 17 de diciembre del 2021, 5 NMP/100 ml en 10 de enero 2022 y de 8.9 NMP/100 ml en 3 de febrero 2022; en el P2 (reservorio) con valores desde 2.2 NMP/100 ml en 17 de diciembre 2021 y 3.3 NMP/100 ml en 10 enero del 2022; asimismo en la red de suministro (vivienda) resaltó más en el P8 con un valor de 3.8 NMP/100 ml y en el P9 con un valor de 2.2 NMP/100 ml ambos en 10 de enero 2022.

Los resultados obtenidos guardan relación con Rivera y García (2017), donde caracterizaron el agua de consumo humano de la Quebrada Naranjal, donde según los resultados obtenidos detectaron presencia de *Escherichia Coli* en 330 NMP/100 ml, así mismo Chambi (2015), encontró presencia de *Escherichia Coli* en el agua potable de consumo humano en el C.P. Trapiche - Ananea con un valor de 6.28 NMP/100 ml y 2.21 NMP/100 ml, del mismo modo Tacora (2018), donde también encontró presencia de Colonias *Escherichia Coli*, presentes en el agua potable de la ciudad de Juli con un valor promedio de 4 UFC/100 ml. Así mismo, se ve que el agua potable que es suministrada a la población en diferentes regiones presentó contaminación microbiana siendo no apto para consumo humano.

4.1.3. Respecto Al Segundo Objetivo Específico

Para el cumplimiento de este punto se tomó en cuenta de forma estricta los parámetros del estándar de calidad ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM y límites máximos permisibles según D.S. N° 031-2010 SA. Reglamento de calidad de agua para consumo humano, para la siguiente investigación se utilizó el ECA del agua correspondiente a:

- Categoría 1: Poblacional y Recreacional.
- Sub Categoría A: Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable.
- Tipo A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

4.1.3.1. Análisis Comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del D.S. N° 004-2017-MINAM

Realizado durante el periodo de diciembre del 2021 hasta febrero del 2022, lo cual se detalla en la siguiente tabla, donde se aprecia los resultados en los puntos de muestreo (P1 el punto de captación, P2 el reservorio y P3 al P10 puntos de vivienda analizadas).

Tabla 08: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MESES										PROM EDIO	OBSERVACIÓN	
		17-Dic-21					10-Ene-22							3-Feb-22
		P1	P2	vivien da	P1	P2	vivien da	P1	P2	vivien da	P2			vivien da
Coliformes Totales	NMP/100mL	5.6	14	5	18.9	9.4	21	59.4	98.3	25	28.5	50	cumple el ECA	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10.6	6.1	1	5.6	18.9	4	54	0	2	11.4	20	cumple el ECA	
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100mL	3.9	2.2	0	5	3	1	8.9	0	0.6	2.7	0	no cumple el ECA	

En la Tabla 08: muestra un listado de parámetros microbiológicos de control sanitario coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*, que son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental, Categoría 1: poblacional y recreacional, subcategoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, los resultados obtenidos en cada una de las 3 repeticiones tomadas en 17 de diciembre 2021, 10 de enero y 3 de febrero 2022, como se puede observar los resultados de coliformes totales cumplen con el ECA del agua en excepción del P2 (reservorio) que obtuvo el valor más alto de 98.3 NMP/100 ml en 3 de febrero 2022, seguida del P1 en el mismo mes con un valor de 59.4 NMP/100 ml, en donde solo en estos puntos sobrepasaron el ECA del agua. En cuanto a los coliformes termotolerantes el punto que sobrepasa el ECA fue P1 (captación) con un valor de 54 NMP/100 ml en 3 de febrero de 2022, mientras tanto los puntos no mencionados cumplen con el ECA del agua. Según los resultados de *Escherichia coli* su valor indica que se requiere una atención inmediata. ya que supuestamente los desechos humanos o animales están ingresando al suministro del agua.

Según el reglamento de D.S. N° 004-2017 MINAM, **sub categoría A:** aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, según el ECA el valor máximo de la presencia de coliformes totales es 50 NMP/100 ml, pero según los resultados de las muestras sobrepasan los ECA en algunos puntos se encuentran por encima de los valores que establecen los Estándares de Calidad Ambiental según D.S. N° 004-2017-MINAM pero sin embargo en los demás puntos de muestreo se encuentra dentro los parámetros.

El valor del ECA de la presencia de coliformes termotolerantes es 20 NMP/100 ml pero según el resultado de las muestras sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental. Esta concentración elevada de los coliformes termotolerantes se debe a que la población de la zona Urbana del Distrito de Ilave vierten el agua sin ningún tratamiento alguno al río Ilave, el camal municipal es una fuente de contaminación directa ya que no trata los

vertidos o residuos ya sea sangre, heces, bilis, etc. Por otro lado, la Unidad de Gestión Administrativa de Servicio y Saneamiento (UGASS) de Ilaya que suministra agua potable a los usuarios no desinfecta adecuadamente. La presencia de colonias *Escherichia Coli*, según la normativa ECA debería de ser 0 NMP/100 ml, pero según los resultados de las muestras sobrepasan los ECAs con un valor de 2.7 UFC/100 ml por lo que se determina que el agua potable que consume la población no es apta para el consumo humano.

4.1.3.2. Análisis Comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 09: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos de los puntos de muestreo de acuerdo al LMP según D.S. N° 031-2010-SA periodo 2021-2022.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MESES			PROME DIO	LMP	OBSERVACIÓ N
		17-Di c-202 1	10-Ene -2022	03-Feb -2022			
Coliformes	UFC/100	11	35	64	37	0	No cumple el
Totales	mL						LMP
Coliformes	UFC/100	5	11	12	9	0	No cumple el
Termotolerantes	mL						LMP
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100	1	3	2	2	0	No cumple el
	mL						LMP

En la Tabla 09: Presenta los parámetros microbiológicos abordados por los Límites Máximos Permisibles establecidos para el agua de consumo humano, que son coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia coli*, el parámetro microbiológico va acompañado de los resultados de la toma de muestras junto al promedio y el límite establecido durante el 17 de diciembre 2021, 10 de enero 2022 y 3 de febrero 2022. Los resultados no garantizan la salubridad del recurso para su ingesta por los pobladores en los 3 parámetros microbiológicos: donde las bacterias coliformes totales exceden con un promedio de 37 UFC/100 ml, las bacterias coliformes termotolerantes excede en promedio desde 9 UFC/100 ml y bacterias *Escherichia coli*

excede con un promedio de 2 UFC/100 ml ocasionado por medias ligeramente elevadas en la captación de agua cruda.

4.2. APLICACIÓN DE PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Para el análisis estadístico descriptivo se hizo una comparación de todos los resultados de la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia coli* de los meses 17 de diciembre del 2021, 10 de enero del 2022 y 3 de febrero del 2022. Usando el programa SPSS, para ver el estado de los parámetros de desviación de los periodos considerados en el análisis microbiológico.

ANÁLISIS DE PRUEBA ESTADÍSTICA COLIFORMES TOTALES

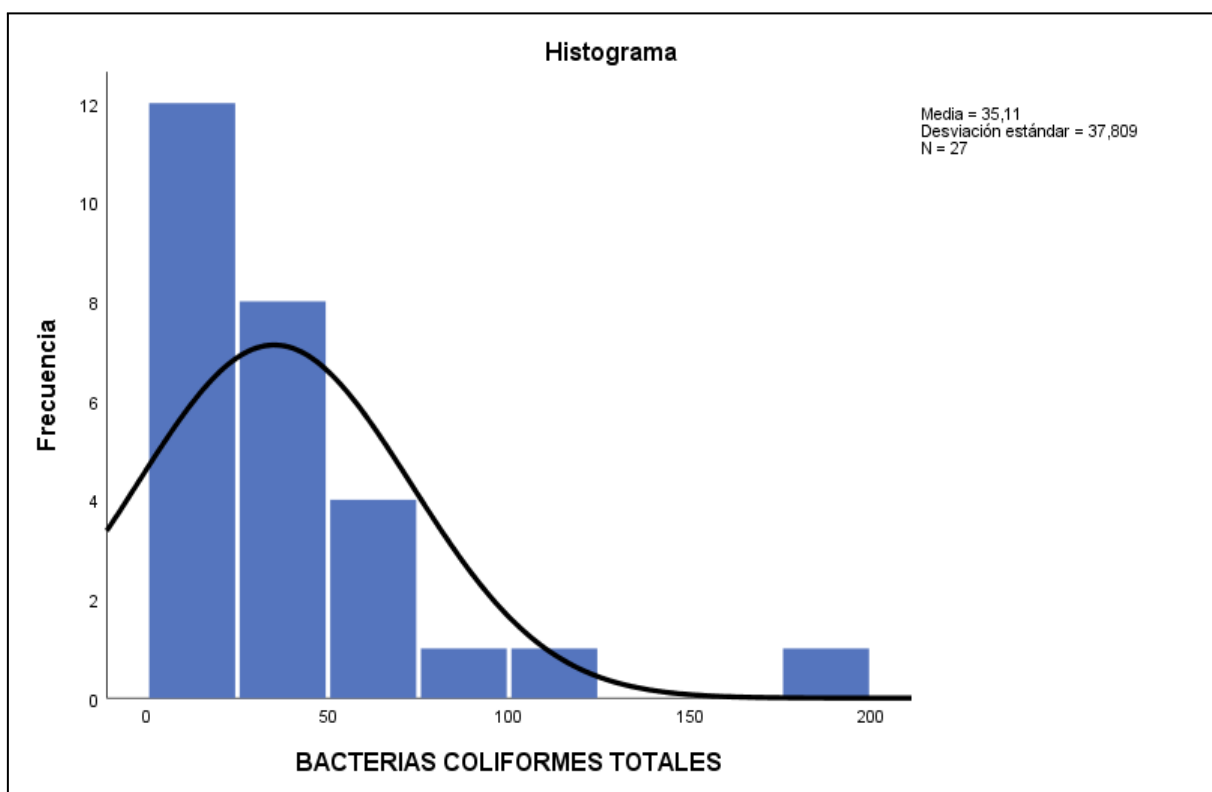


Figura 06: Análisis de prueba estadística coliformes totales

En la Figura 06: se muestra el resultado del análisis estadístico descriptivo para el parámetro de coliformes totales con 1429,5 de varianza demostrada en el anexo 2, desviación estándar de 37,803 lo cual indica una dispersión de resultados muy elevadas con respecto a la media que fue de 35,11 una desviación elevada debido a que

probablemente exista la introducción de materia orgánica en el cuerpo de agua potable que es suministrada a la población.

ANÁLISIS DE PRUEBA ESTADÍSTICA COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES

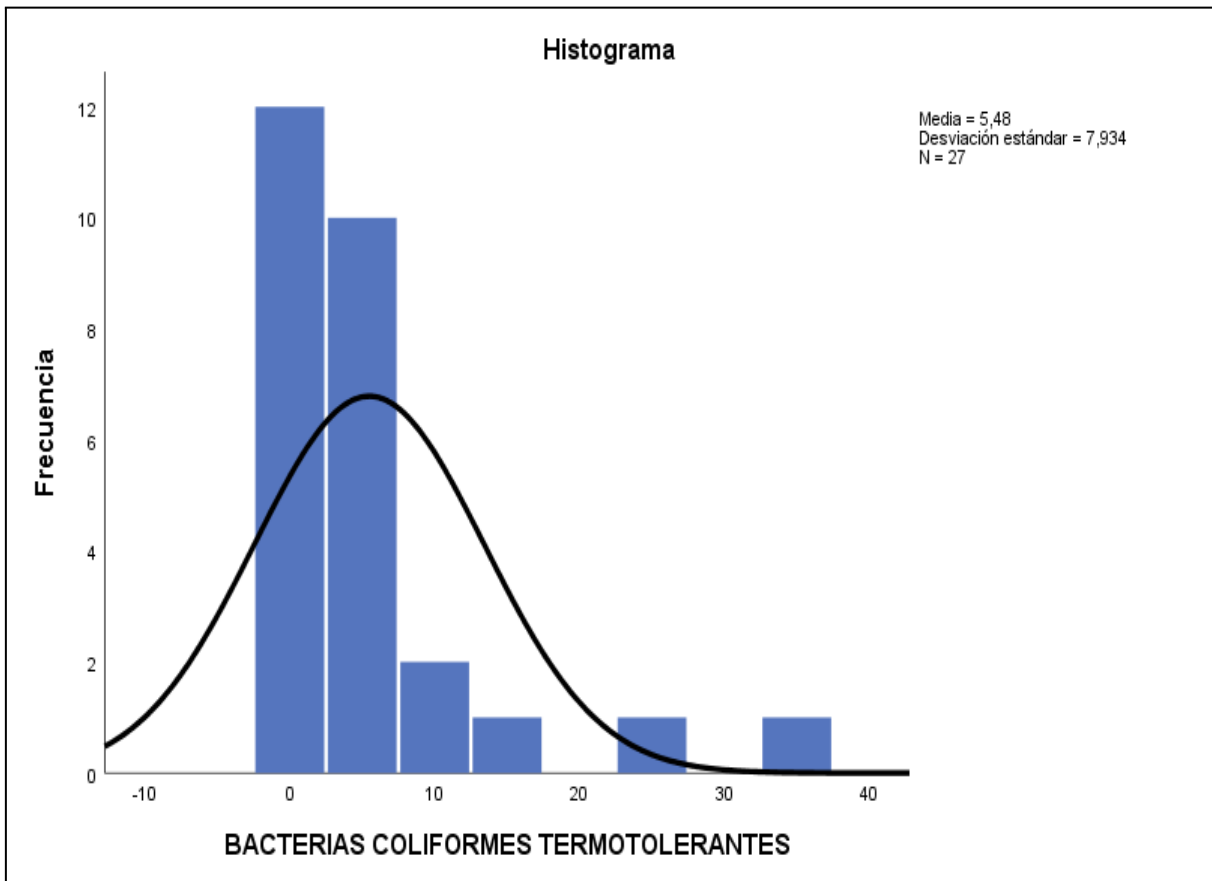


Figura 07: Análisis de prueba estadística coliformes termotolerantes o fecales

En la Figura 07: se muestra el resultado del análisis estadístico descriptivo para el parámetro de coliformes termotolerantes o fecales con 62,9 de varianza demostrada en el anexo 2, desviación estándar de 7,934 lo cual indica una dispersión de resultados elevadas con respecto a la media que fue de 5.48 una desviación elevada debido a que existe la introducción de materia orgánica fecal en el cuerpo de agua potable procedente de la contaminación y/o falta de limpieza en el reservorio.

ANÁLISIS DE PRUEBA ESTADÍSTICA *ESCHERICHIA COLI*

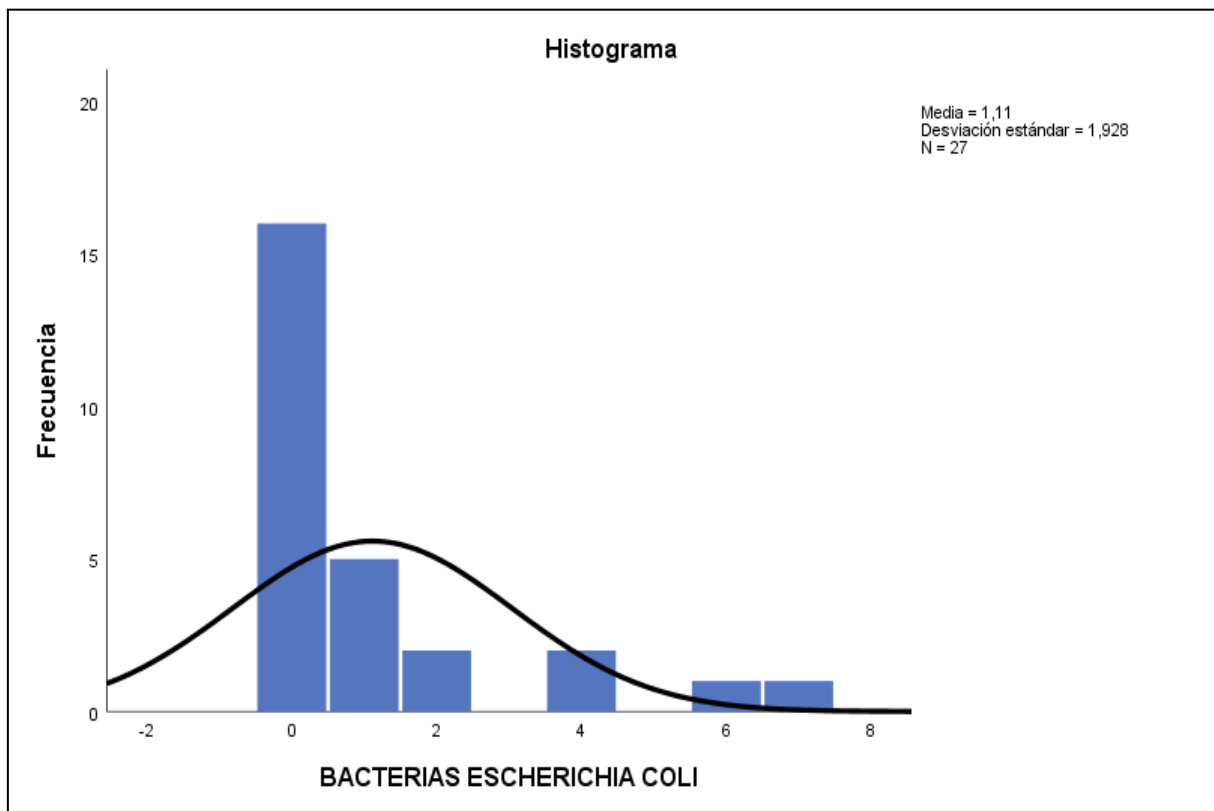


Figura 08: Análisis de prueba estadística *Escherichia Coli*

En la Figura 08: se muestra el resultado del análisis estadístico descriptivo para el parámetro *Escherichia Coli* con 3,7 de varianza demostrada en el anexo 2, desviación estándar de 1,928 lo cual indica una dispersión de resultados muy elevadas con respecto a la media que fue de 1,11 una desviación elevada debido a que probablemente exista la contaminación fecal animal y humano en el cuerpo de agua potable, su presencia es más serio que las colonias coliformes porque algunas cepas pueden provocar enfermedades gastrointestinales (diarrea) (Rock y Rivera, 2014).

4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. Constatación De La Hipótesis General

H0: El agua potable del Distrito de Ilave no se encuentra contaminado por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021-2022.

H1: El agua potable del Distrito de Ilave tiene alto nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021-2022.

Para constatar esta hipótesis se compararon los resultados obtenidos de las muestras de agua en diferentes puntos evaluados durante los meses 17 de diciembre del 2021, 10 de enero del 2022 y 3 de febrero del 2022 con los Estándares de Calidad Ambiental según D.S. N° 004-2017-MINAM y con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010 SA del MINSa. Los resultados que se observan en las tablas 04 al 09, donde se aprecia que los parámetros microbiológicos en la mayoría de los casos se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

4.3.2. Constatación De Hipótesis Específicas

- **Hipótesis Específica 1**

H0: No existe contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) en el agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.

H1: Existe presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia coli*) en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.

Según los resultados obtenidos la presencia de los principales parámetros de control sanitario es alta, del mismo modelo se determinó que no cumplen con los Límites

Máximos Permisibles en los tres parámetros evaluados (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles D.S. N° 031-2010-SA del MINSA y tampoco cumple con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM. 2021-2022.

Para contrastar la hipótesis se compararon los resultados obtenidos de las muestras de agua en diferentes puntos, definidos durante los meses de 17 de diciembre del 2021, 10 de enero del 2022 y 3 de febrero del 2022 con el Reglamento de la Calidad de Agua Para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A. del MINSA y también con el Estándar de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM. Los resultados obtenidos de las muestras se pueden apreciar en las Figuras 03 al 05, donde existe presencia de contaminación por los principales parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) sobrepasando los límites máximos permisibles establecidas por la normativa vigente.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

- **Hipótesis Específica 2**

H0: Según los resultados la concentración de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario cumplen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) D.S. N° 004-2017-MINAM y Límites Máximos Permisibles (LMP) Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A. del MINSA No existe contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) en el agua potable del Distrito de llave 2021-2022.

H1: El agua potable del Distrito de llave no cumple en sus principales parámetros microbiológicos de control sanitario con los (ECA) D.S. N° 004-2017-MINAM y (LMP) Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A. del MINSA. Donde se confirma que existe contaminación por los principales parámetros

microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) en el agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.

Para contrastar la hipótesis se compararon los resultados obtenidos de las muestras de agua en diferentes puntos, definidos durante los meses de 17 de diciembre del 2021, 10 de enero del 2022 y 3 de febrero del 2022 con el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A. del MINSA y también con el Estándar de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM donde se aprecian en las tablas 08 y 09 donde los valores obtenidos de las muestras sobrepasan el ECA la presencia de Colonias *Escherichia coli* y mientras que las colonias termotolerantes y totales cumplen el ECA del agua. mientras tanto comparado con la normativa establecida para la ciudad del agua para consumo humano superan los Límites Máximos Permisibles en todos los parámetros.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los resultados hallados muestran la presencia de microorganismos (colonias de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en agua potable del Distrito de llave durante el periodo de diciembre del 2021 al febrero de 2022. Esto debido a que probablemente no se está realizando adecuadamente la desinfección o el tratamiento del agua potable del Distrito de llave.

SEGUNDA: Se determinó la cantidad de presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) en el agua potable, donde se obtuvo en Coliformes Totales un promedio de 50.33 UFC/100 ml en el P1 (captación), P2 (reservorio) 73 UFC/100 ml y 30 UFC/100 ml en viviendas; coliformes termotolerantes o fecales con promedio de 46 UFC/100 ml en el P1 (captación), P2 (reservorio) 15 UFC/100 ml y 4 UFC/100 ml en viviendas y *Escherichia coli* con un promedio de 11 UFC/100 ml en P1 (captación), 7 UFC/100 ml en el P2 (reservorio) y 1 UFC/100 ml en viviendas: teniendo en cuenta que en los punto de captación y reservorio se encontraron mayor cantidad de colonias, en términos generales se llega a la conclusión de que existe alta concentración de contaminantes microbiológicos evaluados pudiendo afectar a la salud poblacional de la localidad de llave.

TERCERA: Comparando los resultados del análisis de los principales parámetros microbiológicos coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* de control sanitario de agua potable del Distrito de llave con el ECA según D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP según D.S. N° 031-2010-SA. se dio como resultado que los

parámetros analizados respecto al ECA los coliformes totales y coliformes termotolerantes cumplen con los estándares de calidad Ambiental, a excepción de la colonia de *Escherichia Coli* que se encuentra fuera de los parámetros establecidos, debido a que excede en un valor promedio de 2.7 NMP/100 ml, siendo el límite máximo del ECA 0 NMP/100 ml y mientras tanto, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano (LMP) no cumple en ninguno de los parámetros de las muestras analizadas. Por lo tanto, el agua potable que consume la población supera los Estándares de calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles según las normativas establecidas.

RECOMENDACIONES

- A la Municipalidad Provincial El Collao, establecer un plan de monitoreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a fin de realizar el seguimiento para una desinfección apropiada y suministrar agua apta para el consumo humano, a través de la Sub Gerencia de Desarrollo Económico y Medioambiente - al responsable del Área de la Unidad de Gestión Administrativa de Servicio y Saneamiento (UGASS). Realizar mantenimiento del reservorio mensualmente o trimestralmente y verificar que funcione correctamente y así poder eliminar el impacto de la contaminación microbiológica del agua potable del Distrito de Ilave.
- A la Red de Salud Collao Ilave, realizar el monitoreo y vigilancia de calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable del Distrito de Ilave, por intermedio de la Unidad de Salud Ambiental.
- A la población en general, hervir el agua al menos 5 minutos antes de consumirlo para eliminar las bacterias, esto debido a que se determinó presencia microbiológica en agua potable del Distrito de Ilave y por el mismo hecho de que los coliformes termotolerantes soportan hasta 45 °C de temperatura y pueden causar daños en la salud del consumidor como enfermedades gastrointestinales, etc. En vista de que se encontró presencia de parámetros microbiológicos en el agua potable que consume la población en el Distrito de Ilave, es el motivo de las recomendaciones realizadas y de esa manera consumir agua segura.

BIBLIOGRAFÍA

- Amachi. (2016). *Evaluación de los niveles de contaminación del agua del río llave y sus tributarios 2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5906>
- Andueza, F. D. (2014). *Microbiología del agua* [Ponencia]. XVI Congreso Farmaceutico Nacional, San Jose de Costa Rica. [https://www.cff.org.br/userfiles/file/Pasta%20-%20Costa%20Rica/_XVI%20Congreso%20Farmac%C3%A9utico%20Nacional%20%20\(PDF\)_/Clase%201%20M%C3%A9todos%20fisicoqu%C3%ADmicos%20y%20microbiol%C3%B3gicos%20para%20garantizar%20la%20calidad%20del%20agua.pdf](https://www.cff.org.br/userfiles/file/Pasta%20-%20Costa%20Rica/_XVI%20Congreso%20Farmac%C3%A9utico%20Nacional%20%20(PDF)_/Clase%201%20M%C3%A9todos%20fisicoqu%C3%ADmicos%20y%20microbiol%C3%B3gicos%20para%20garantizar%20la%20calidad%20del%20agua.pdf)
- Apella, M. C., & Araujo. (2005). *Microbiología del agua: Conceptos básicos*. En *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua*. Universidad Nacional de San Martín. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/132795>
- Araujo, & Benito. (2017). *Nivel de contaminación microbiológica en el agua de consumo humano en el sector Sequía Alta, Santa Bárbara, Huancavelica—2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/ef3246f5-5d7b-42ec-b379-1646604b6087>
- Arroyo, R. Á. (2017). *Contaminación en redes de distribución de agua potabilizada mediante membranas de ultrafiltración* [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=113519>
- Atencio. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del Distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Aucalla. (2019). *Evaluación de la calidad del agua del rio oro y quebrada quincañera del parque nacional Tingo Maria*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epimnr/EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20DEL%20RIO%20ORO%20Y%20QUEBRADA>

%20QUINCEA%C3%91ERA%20DEL%20PARQUE%20NACIONAL%20TINGO%20MARIA%20.pdf

Aurazo. (2004). Aspectos biológicos de la calidad del agua. En *Tratamiento de Agua para consumo humano*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPIS-OPS%202004.%20Tratamiento%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.%20Cap%C3%ADtulo%202.pdf

Baldeon. (2018). *Control de la calidad del agua para consumo humano a través de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la parroquia San Andrés, Chimborazo, para una gestión sanitaria eficiente* [Tesis de pre grado, Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3166>

Blanco. (2018). *Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento de Puno*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10619/Blanco_Coaquira_Maritzita.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bracho, & Fernandez. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 33(3), 341-352. <https://www.redalyc.org/journal/2235/223551846007/>

Cava, T., & Ramos, F. del R. (2016). *Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/850>

Ccama, D. Q. (2017). *Calidad Bacteriológica y Físico-Química del Agua de Seis Manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5562>

Chambi, B. G. C. (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].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/1922>
- Coto, J. L., & Romero, R. (2012). *Equidad en el acceso al agua en la ciudad de Lima: Una mirada a partir del derecho humano al agua* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1365>
- Crespo. (2020). La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. Esto es lo que hay que saber. En *National Geographic*.
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>
- Cruz. (2019). *Nivel de contaminación fisicoquímica del agua potable del Distrito de Llave, Región Puno 2019*. [Tesis de bachillerato, Universidad Privada San Carlos].
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./265>
- DIGESA, D. (2015a). *Parámetros organolépticos*.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- DIGESA, D. (2015b). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano*.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf
- D.S N° 004-2017-MINAM (*Estándares de Calidad Ambiental*). (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2021, de
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Espitia. (2019). *Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10715>
- Fernández, A. (2012). *El agua: Un recurso esencial*. 11(3), 25.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>

Galindo. (2018). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano de cuatro comunidades nativas del distrito de Constitución, Oxapampa, Pasco*. (Informe de práctica pre profesional N.º 1). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Gonzales. (2012). *Microbiología del agua: Conceptos y aplicaciones* (Nueva Edición). Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
<https://ulibros.com/microbiologia-del-agua-conceptos-y-aplicaciones-fkg61.html>

Gonzales, E. E. (2018). *Evaluación del agua de uso doméstico del Centro Poblado San Francisco, Bagua – Amazonas (Perú), 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1545/Gonzales%20V%c3%a1squez%20Edin%20Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guevara (2021). (s. f.). Recuperado 24 de noviembre de 2022, de
https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/189/1/Guevara_FO_Zurita_MI.pdf

Guevara, & Zurita. (2021). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío la Huaca – Jaén Cajamarca* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Jaén].
http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/189/1/Guevara_FO_Zurita_MI.pdf

Gupta, N., Pandey, P., & Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*, 31(1), 11-23. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.03.002>

Hernandez, Carmela, Cháidez, C., Hernández, A., Rendón, G., & Suslow, T. (2008). *Detección de Salmonella y coliformes fecales en agua de uso agrícola para la producción de melón «Cantaloupe»**. 34(1), 13.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-2517200800010009

Huaman. (2019). *Contaminantes del ecosistema del lago Titicaca de la Región Puno y la gestión ambiental del turismo* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de

- Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4825>
- Huamuro, E., Rivera, C., Torres, L. A. T., & Carbajal, L. (2020). Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis de los pobladores del sector lindero bajo – Jaén. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.25127/rcsh.20192.527>
- Ibañez, W. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en las localidades de Payllas y Miraflores del distrito de Umachiri – Melgar – Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7938>
- Jaramillo. (2009). Ecología-Salud y Enfermedad. *Acta Médica Costarricense*, 52(1). <https://doi.org/10.51481/amc.v52i1.553>
- Larrea, Rojas, Romeu, & Heydrich. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: *Revista CENIC*. 2012, 44(3), 24-34. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Martinez. (2017). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del Distrito de Samán, Provincia de Azangaro – Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/6585/Martinez_Olivares_Jose_Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mejia. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras* [Tesis de grado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4434/Analisis_de_la_calidad_del_agua_para_consumo_humano.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mejia. (2019a). *Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Jaén].

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1355#:~:text=Pachapiriana%2C%20no%20re%C3%BAne%20las%20condiciones,est%C3%A1%20contaminada%20con%20materia%20fecal.>

- Mejia, G. (2019b). *Índice de calidad ambiental del agua del recurso hídrico del rio cueva de las lechuzas y rio colorado del parque nacional de Tingo Maria* (p. 95) [Informe final de Prácticas Pre Profesionales]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epimr/INDICE%20DE%20CALIDAD%20AMBIENTAL%20DEL%20AGUA%20DEL%20RECURSO%20HIDRICO%20DEL%20RIO%20CUEVA%20DE%20LAS%20LECHUZAS%20Y%20RIO%20COLORADO%20DEL%20PARQUE%20NACIONAL%20DE%20TINGO%20MARIA%20.pdf>
- MINAM. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental* (Resolución Ministerial N.º 260). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/360677/RM_N__269-2019__2_.pdf?v=1568327234
- MINSA. (2011). *Reglamento de calidad de agua para consumo humano* (Decreto Supremo N.º 031-2010-SA). http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Morales, E., Solano, M., Morales, R., Reyes, L., Barrantes, K., Achí, R., & Chacón, L. (2019). Evaluación de la influencia de la estacionalidad climática en la calidad del agua de consumo humano en un sistema de abastecimiento en San José, Costa Rica, periodo 2017-2018. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 28(1), 48-58. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v28n1/1409-1429-rcsp-28-01-48.pdf>
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (Guías N.º 636). <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- ONGLEY. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje—55)*. <https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millon>

es-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable

Oxfam Peru. (2022). *Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable | Oxfam en Perú.*

<https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millon-es-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>

Peña. (2015). *Calidad del recurso hídrico de la laguna Los Milagros—José Crespo y castillo.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/650/T.FRS-268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pinzon. (2021). *Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el corregimiento de Berlín (Samaná- Caldas)* [Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/13378/An%C3%A1lisis%20bacteriol%C3%B3gico%20del%20agua%20de%20consumo%20humano%20en%20el%20corregimiento%20de%20Berl%C3%ADn%20%28Saman%C3%A1-%20Caldas%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Ponce, Y., & Pecho, M. (2018). *Determinación de calidad microbiológica del agua de los dispensadores de oficinas farmacéuticas en el Distrito de Villa el Salvador* [Tesis de pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3699>

Ramirez, F. (2020). *Determinación de la calidad del agua potable en el Distrito de Paucarcolla-Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos]. http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./328/Fany_Erica_RAMIREZ_CHOQUEHUANCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramirez, L. (2018). *“Contaminación bacteriológica por coliformes totales, coliformes fecales, escherichia coli y salmonella sp. En aguas termales de alcance turístico de la Región San Martín – Perú 2016”* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2817/1/MAEST.%20CIENC.%20A>

MB.%20-%20Luis%20Antonio%20Ram%c3%adrez%20Flores.pdf

Reglamento de Calidad de Agua para consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA.pdf. (s. f.).

Recuperado 25 de mayo de 2021, de
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (2021, diciembre 1). Agua: Qué es, Definición, Características e Importancia. *Responsabilidad Social y Sustentabilidad*.<https://responsabilidadsocial.net/agua-que-es-definicion-caracteristicas-e-importancia/>

Rivera, A., & García, N. (2017). Caracterización del agua de la quebrada Naranjal para la gestión del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad Unión de Mamonaquihua-Cuñumbuqui, 2017. *Universidad Peruana Unión*. <http://200.121.226.32:8080/handle/UPEU/965>

Rivera, & Garcia. (2017). *Caracterización del agua de la quebrada Naranjal para la gestión del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad Unión de Mamonaquihua-Cuñumbuqui* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Rivera, A., & García, N. (2017). Caracterización del agua de la quebrada Naranjal para la gestión del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad Unión de Mamonaquihua-Cuñumbuqui, 2017.

Rock, & Rivera. (2014). *La Calidad del Agua, E. coli y su Salud*.
<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>

Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*.https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55439/guia_vigilancia_agua_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SUNASS. (2004). *Plan Anual de contrataciones y adquisiciones modificatorias* [Plan].
https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/re53_04gg.pdf

Tacora. (2018). *Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018* [Tesis

- de pregrado, Universidad Peruana Unión].
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1696>
- Tafur, Torres, Zeña, Reátegui, & Esteban. (2022). *Microorganismos patógenos en sistemas de abastecimiento de agua para consumo de asentamientos humanos, Ucayali 2019 | Investigación Universitaria UNU*. 121(9), 13.
<http://revistas.unu.edu.pe/index.php/iu/article/view/72/116>
- Tenelanda, & Muyulema. (2013). *Optimización de la unidad de floculación y calidad, microbiológica y fisicoquímica del agua del sistema de abastecimiento de la parroquia Sinincay* [Pregrado, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4751>
- Turpo, J. (2018). *Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento Aziruni, Puno 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/355>
- UNESCO. (2003). *Agua para todos, agua para la vida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*.
<https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Valdivielso. (2022). Qué es el Agua. *Significados*. <https://www.significados.com/agua/>
- Vega. (2019). *Calidad microbiológica del agua potable de acuerdo a la normativa ecuatoriana NTE INEN 11.08:2014* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala].http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14746/1/E-8217_VE GA%20HERRERA%20JOSE%20OCTAVIO.pdf
- Vilca. (2017). *Disposición a pagar, para el mejoramiento del servicio de agua potable de la población de la ciudad de llave* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3219319>
- Yana. (2017). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro, Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3218869>

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz De Consistencia

Evaluación del nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables		Indicador	Instrumento
			Independientes	Dependientes		
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El agua potable del Distrito de Ilave presenta niveles altos de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021-2022.</p>	<p>Variables Independientes</p> <p>Nivel de contaminación por los principales parámetros microbiológicos de control sanitario</p>	<p>Variables Dependientes</p> <p>Agua potable para consumo humano del Distrito de Ilave.</p>	<p>Coliformes totales. Coliformes <i>Escherichia Coli</i>. Coliformes termotolerantes fecales.</p>	<p>-Análisis laboratorio -Estadística descriptiva de</p>
<p>Problema Específico</p> <p>- ¿Existirá la presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y <i>Escherichia Coli</i>) en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022?</p> <p>- ¿El agua potable del Distrito de Ilave estará dentro de los Estándares de Calidad Ambiental ECA según D.S. N° 004-2017-MINAM y Límites Máximos Permisibles según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA 2021-2022?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>- Identificar la presencia de los parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y <i>Escherichia Coli</i>) en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.</p> <p>- Comparar los resultados del análisis de los principales parámetros microbiológicos en agua potable del Distrito de Ilave con los Estándares de Calidad Ambiental según D.S.N° 004-2017-MINAM y Límites Máximos Permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA 2021-2022.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>- Existe presencia de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario (coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y <i>Escherichia Coli</i>) es alta en agua potable del Distrito de Ilave 2021-2022.</p> <p>- El agua potable del Distrito de Ilave cumple con las normativas vigentes de ECA y LMP con los principales parámetros microbiológicos de control sanitario 2021-2022.</p>	<p>Variables Independientes</p> <p>Agua potable para consumo humano del Distrito de Ilave.</p>	<p>Variables Dependientes</p> <p>Agua potable para consumo humano del Distrito de Ilave.</p>	<p>Coliformes totales. Coliformes <i>Escherichia Coli</i>. Coliformes termotolerantes fecales.</p>	<p>-Análisis laboratorio -Estadística descriptiva de</p>

Fuente: Elaboración propio

ANEXO 02: Análisis Estadístico

Estadísticos		
BACTERIAS COLIFORMES TOTALES		
N	Válido	27
	Perdidos	0
Media		35,11
Mediana		28,00
Moda		3 ^a
Desv. Desviación		37,809
Varianza		1429,487
Rango		176
Mínimo		1
Máximo		177
Suma		948

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Estadísticos

BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES

N	Válido	27
	Perdidos	0
Media		5,48
Mediana		3,00
Moda		0
Desv. Desviación		7,934
Varianza		62,952
Rango		34
Mínimo		0
Máximo		34
Suma		148




BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	6	22,2	22,2	22,2
	1	5	18,5	18,5	40,7
	2	1	3,7	3,7	44,4
	3	2	7,4	7,4	51,9
	4	2	7,4	7,4	59,3
	5	3	11,1	11,1	70,4
	6	3	11,1	11,1	81,5
	8	1	3,7	3,7	85,2
	11	1	3,7	3,7	88,9
	17	1	3,7	3,7	92,6
	24	1	3,7	3,7	96,3
	34	1	3,7	3,7	100,0
	Total		27	100,0	100,0

Estadísticos		
BACTERIAS ESCHERICHIA COLI		
N	Válido	27
	Perdidos	0
Media		1,11
Mediana		,00
Moda		0
Desv. Desviación		1,928
Varianza		3,718
Rango		7
Mínimo		0
Máximo		7
Suma		30

BACTERIAS ESCHERICHIA COLI					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	16	59,3	59,3	59,3
	1	5	18,5	18,5	77,8
	2	2	7,4	7,4	85,2
	4	2	7,4	7,4	92,6
	6	1	3,7	3,7	96,3
	7	1	3,7	3,7	100,0
	Total	27	100,0	100,0	

ANEXO 03: Protocolo De Procedimiento Para Toma De Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento Y Recepción De Agua Para Consumo Humano - R.D. N°160-2015-Digesa.Sa.



PERÚ


Ministerio
de Salud

INSTRUMENTOS
DE TRABAJO

- chaleco con el logotipo de la institución.
- Pantalón
- Impermeable
- Casaca con el logotipo de la institución

6.2.1.1. Consideraciones Generales

- Preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- El frasco para muestras microbiológicas debe ser estéril de vidrio neutro no tóxico, con tapa protectora con cierre hermético, de 500mL de capacidad que será proporcionado por el laboratorio de control ambiental.
- Los frascos para muestras microbiológicas no deben ser abiertos hasta el momento del muestreo y no serán enjuagados, debe destaparse el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que puedan alterar los resultados.
- El análisis físico químico, microbiológico, parasitológicos e hidrobiológicos, carecen de valor si las muestras analizadas no han sido recolectadas, preservadas, conservadas, transportadas, almacenadas e identificadas debidamente.



E. NIETO

6.2.2. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo n.° 031-2010-SA, del Ministerio de Salud, define los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria, determina la ubicación de los puntos de muestreo, toma de muestras y frecuencias, en el marco de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.


La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua



E. GIL

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.


La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua



S. TANG

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.


La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua



C. QUIÑIZ

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.


La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua



P. RETURTO

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.

La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) **Puntos fijos.** Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digsa.upsc.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Linco - Lima 34, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

El punto de muestreo debe localizarse a la salida del sistema de tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento ha sido sometida a procesos de tratamiento físicos y químicos, para hacerla inocua. Este punto de recolección de la muestra, debe ser representativa del agua tratada (grifo de muestreo en tubería de salida de agua, cisterna de agua tratada, etc.)

- A la salida de la infraestructura(s) de almacenamiento (reservorio(s))

El punto de muestreo debe localizarse en el grifo de la tubería de salida del/los reservorio(s), de no existir accesorio (grifo o válvula) para la toma de muestras; el punto debe ubicarse en un grifo de la vivienda más cercana al/los reservorio(s), que se abastece de la red de distribución. En sistemas de gravedad o bombeo sin tratamiento, es imprescindible establecer este punto de muestreo, por ser representativa del agua tratada. De existir más de un reservorio, establecer puntos de muestreo en cada uno de ellos, delimitando sus áreas de servicio para que no se superpongan. En el muestreo no se considerará reservorios flotantes.



E. NIETO

- En las áreas intermedias y extremos más alejados de la red de distribución

En una red abierta, el/los punto(s) fijos de muestreo estará ubicado en áreas intermedias de la red de distribución y en ramales al final de ellas, teniendo en consideración, el recorrido de agua más largo.



E. GIL

Si la red es cerrada, el/los punto(s) de muestreo estará ubicado en áreas intermedias de la red de distribución y en extremos de ella: al ingreso de la red, en el punto más bajo de la red, en el punto más alejado de la red, teniendo en cuenta el recorrido más largo del agua para llegar a la periferia de la red. Si la red de distribución tiene más de una zona de servicio, se debe considerar para cada zona el recorrido más largo del agua desde el punto de entrada a la zona hasta su periferia, considerando su configuración.



S. TANG

b) Puntos de interés colectivo. Se deben localizar otros puntos de muestreo teniendo en cuenta que deben representar el funcionamiento hidráulico del sistema de distribución de agua en su conjunto y en sus principales componentes, a saber:

- En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente.

El sector podrá estar delimitado por:

- ✓ Tipo de fuente (superficial, subterránea o mixta)
- ✓ Zonas de presión (hasta 50 metros)

- En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución por posible contaminación del agua para consumo humano

Se trata de aquellos sectores del sistema de distribución que se definen como de mayor riesgo de contaminación del agua por baja presión, presión



M. QUICHAZ



P. RETUERTO

www.dgspa.minsa.gob.pe
www.dgspa.minsa.gob.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

PROCESOS
DE CALIDAD

negativa dentro de las tuberías o frecuente rotura de tuberías, considerando las siguientes situaciones:

- Porque se presentan bajas presiones en horas de mayor consumo.
- Porque están sujetos a permanentes cortes de servicio por racionamiento de agua.
- Porque estando alimentados por un sistema de bombeo están sujetos a permanentes cortes de energía.
- Donde se presentan permanentes fallas de servicio, por roturas de las tuberías de distribución, debido a la antigüedad de la tubería.
- Aquellas zonas que carecen de alcantarillado sanitario.

En cualquiera de las circunstancias anteriormente mencionadas hay un alto riesgo de ingreso de agua contaminada proveniente del suelo circundante a la tubería, porque al estar vacías, se presentan en su interior presiones negativas, favoreciendo el ingreso de agua contaminada a través de uniones defectuosas, perforaciones o fisuras, especialmente si éstas ya han excedido el periodo de vida útil.



E. NIETO

- Distribuidos de forma uniforme a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua.

Los puntos de muestreo que se identifiquen a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua para consumo humano, deben representar todo el sistema de tal forma que el muestreo sea representativo de la calidad del agua para consumo humano que se distribuye.



E. GIL

- En aquellos puntos después de la mezcla del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua que ingresan al sistema de distribución.



S. TANG

Con el fin de determinar rápidamente la fuente responsable de eventuales alteraciones en la calidad del agua mezclada, se deben ubicar puntos de muestreo, previos al sitio en donde se mezclen aguas provenientes de diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua y que ingresan al sistema de distribución.



E. QUIMAZ

- En aquellos puntos de abastecimiento para la población, por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución, tales como piletas públicas y surtidores de camiones cisterna.

Dadas las características especiales de estos puntos de abastecimiento, que por lo general están ubicados en zonas públicas y son transitorios, el muestreo puede hacerse directamente utilizando los mismos dispositivos para dispensar el agua al público, como por ejemplo en el grifo de la piletta pública o surtidores de camiones cisterna, previo los procedimientos de desinfección de éste.



P. RETUERTO

- c) **Puntos de muestreo provisionales.** Los puntos de muestreo provisionales, deberán ser fijados teniendo en cuenta las siguientes situaciones:

- Cuando se presenta riesgo en la población por algún evento natural o antrópico que pueda alterar la calidad del agua.



PERÚ

Ministerio
de Salud

División General
de Asesoría

Se trata de aquellos casos en que por efecto de un desastre natural o antrópico puede resultar afectado seriamente el sistema de suministro de agua para consumo humano de una población.

Por cualquier desastre natural o antrópico, la autoridad municipal considerará necesario ubicar temporalmente a la población en una instalación pública (estadio o escuela) o en un campamento ubicado en un terreno que se pueda abastecer por agua preferiblemente de la red de distribución.

Cuando por desastres naturales o antrópicos, es necesario ubicar temporalmente a una población superior a 500 personas por un periodo de tiempo mayor a 3 días, se deberá establecer al menos un punto de muestreo provisional, para monitorear la calidad del agua de la red de distribución en el sector de reubicación. La toma de agua puede hacerse desde un dispositivo instalado en la conexión provisional al campamento.



E. RIETO

- Donde inusualmente surían quejas de los usuarios relacionadas con la calidad del agua, daños en las tuberías o baja presión.

Cuando se presenten en un sector de la red de distribución quejas inusitadas por mala calidad del agua, por alteración de sus características tales como elevada turbiedad o color, olor y/o sabor desagradables, presencia de aceite, material flotante o cualquier aspecto sospechoso que los usuarios reporten como anormales a simple vista, es necesario que se establezca un punto provisional de muestreo representativo de la calidad del agua en el sector afectado, para vigilar la calidad del agua mientras se corrige la falla que dio origen a dicha alteración.



E. GIL

Corresponde a la Autoridad Sanitaria hacer el seguimiento a esta contingencia hasta que el servicio se restablezca en condiciones normales



S. TANG

6.2.2.2. Toma de Muestras

a) Consideraciones generales:

- La toma de muestra debe ser realizada por personal autorizado para la actividad, a fin de asegurar que las muestras sean representativas del agua que está siendo suministrada a los consumidores y que durante el muestreo y transporte su composición no se modifique.
- El punto de muestreo debe ser identificado, en la determinación de la ubicación se utilizará el sistema de posicionamiento Satelital (GPS), la misma que se registrará en coordenadas UTM y utilizará para el registro de información.
- Considerar un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización de las muestras.



E. CRUICHIZ



P. RETUERTO

Tomar en cuenta:

- **Captación**
Para el caso de manantiales, remover todo tipo de maleza, residuos y/o desechos ubicados alrededor de la tapa de la cámara húmeda.

www.dgasa.minsa.gob.pe
www.dgasa.minsa.gob.pe

Calle Las Amopales N° 350
Urb. San Eugenio, Lima - Lince 1A, Perú
Central Telefónica (511) 832-4430



PERÚ Ministerio de Salud

Guía para el muestreo de agua

Para el caso de aguas superficiales (con excepción de las estructuras tipo barraje), remover todo tipo de malezas, residuos y/o desechos de la rejilla, malla o canastilla salida.

• **Reservorios y Cisternas:**

- Remueva todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa con la ayuda de una escobilla.
- Remueva la tapa cuidadosamente, teniendo la precaución de que no caiga al interior ningún tipo de residuo.



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ

• **Grifos o caños**

- Se elige un grifo que este conectado directamente con una cañería de distribución, es decir, que el ramal del grifo no este comunicado con tanques domiciliarios, filtros, ablandadores u otros artefactos similares. Tampoco conviene extraer muestras de grifos colocados en puntos muertos de la cañería.
- Remueva cualquier dispositivo ajeno al grifo, como pedazos de manguera y otros objetos.
- Verifique que no existan fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño. De existir fugas, deberán ser reparadas antes de tomar una muestra o seleccionar otro lugar de muestreo.
- Desinfectar el grifo interna y externamente previa a la toma de muestra con algodón o hisopo con hipoclorito de sodio (100 mg NaOCl/L) ó alcohol al 70%.
- Abra la llave y deje que el agua fluya durante dos a tres minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en la tubería.
- Cuando se tomen muestras de grifos mezcladores, se retirarán los filtros, protectores contra salpicaduras y demás accesorios semejantes; se deberá correr el agua caliente durante 2 minutos, después el agua fría durante 3 minutos, se realizará la toma de muestra de la forma anteriormente señalada.

• **Pozos o reservorios de almacenamiento (En caso no tuviera acceso, grifo o caño o purga).**

- Asegure un cordón de nylon de muestreo por medio del sujetador situado en un extremo del cable.
- Si fuera necesario, puede añadir otro pedazo de cordel o soguilla al cable para alcanzar el nivel de agua deseado.
- Tenga mucho cuidado de no perder el frasco de muestreo al realizar esta operación.
- Coloque el frasco de muestreo en el pozo o reservorio, teniendo cuidado de no rozarlo contra las paredes de la estructura.
- Permita que el frasco de muestreo se sumerja alrededor de 30 centímetros.
- Retire el frasco de muestreo del pozo con cuidado.

b) **Consideraciones para la medición de parámetros de campo:**

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- De acuerdo al Decreto Supremo n.º 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, corresponde evaluar los siguientes parámetros de campo: Cloro Residual Libre, Turbiedad, Conductividad, pH y Temperatura.



P. RETURTO

www.minsa.gob.pe
www.opma.sld.pe

Calle Las Américas N° 350
Urb. San Eugenio, Lima - Lima 24, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

División General
de Laboratorios

- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como la ubicación y descripción del punto de monitoreo se debe ingresar en la ficha de datos del campo (ver anexo n° 02), deberá estar llenada con letra imprenta legible, sin borrones ni enmendaduras consignando la información de la toma de muestras (tener en cuenta el mantenimiento, calibración de equipos de campo, revisión de los equipos de campo antes del muestreo).



c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta del frasco para la toma de muestra.
- Evitar tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.
- Si el agua está clorada, el frasco de muestreo debe contener tiosulfato de sodio en un porcentaje 3% (0.1 ml de tiosulfato de sodio al 3% por cada 120 ml) a fin de bloquear la acción del cloro.
- Coloque la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

d) Consideraciones para la toma de muestras parasitológicas e hidrobiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Tomar las muestras de preferencia en los mismos puntos de las tomas de muestras bacteriológicas y fisicoquímicas.
- En los puntos de captación, abrir el frasco de muestreo, invertirlo y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie y luego girarlo en contra de la corriente.
- En los puntos de reservorio, sistemas, grifo, pozo o reservorios de almacenamiento, abrir el frasco de muestreo y colocarlo debajo del chorro de agua del grifo.
- Para muestras destinadas a los ensayos hidrobiológicos, después de tomada la muestra, se agrega el preservante y se procede a cerrar herméticamente el frasco de muestreo e inmediatamente se agita vigorosamente.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

e) Consideraciones para la toma de muestras físico químico:

a. Parámetros Inorgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra

www.digesa.sld.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Arroyitas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Directorado General
de Epidemiología

humano, dicha autoridad realizará la recolección de la muestra, dejando constancia de ello en el acta de toma de muestra.

6.2.3. ACONDICIONAMIENTO PRESERVACION Y TRASLADO DE MUESTRAS

6.2.3.1. Rotulado e Identificación de la Muestras de Agua

Los frascos deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, de preferencia utilizar plumón de tinta indeleble, sin borrones ni enmendaduras, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente datos con precisión:



- a. Código de identificación de campo.
- b. Coordenadas.
- c. Localidad, distrito, provincia, región.
- d. Punto de Muestreo.
- e. Matriz.
- f. Fecha y hora de muestreo.
- g. Tipo de análisis requerido.
- h. Preservada, nombre del preservante.
- i. Muestreador.

Ver Anexo n.º 01



6.2.3.2. Acondicionamiento y Preservación de Muestras

- Debe asegurarse que las muestras para el análisis de cada parámetro considerado, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura); para la recepción de muestras por el laboratorio de control ambiental, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Una vez tomada la muestra de agua, se procederá a adicionar el reactivo de preservación requerido, cuando sea necesario. Tener en cuenta los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad sellar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar las muestras.



6.2.3.3. Conservación y Envío de Muestras

- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicadas en el Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp, debiendo disponer para ello con preservantes de temperatura (Ice pack u otro similar).
- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas, derrames y contaminación.



www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Américas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 651-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Director General
de Salud Ambiental

- Las muestras deben ser enviadas en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

6.2.3.4. Medio de Transporte

- Deben ser transportados en cajas adecuadas (cooler) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
- Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deberán entregarse debidamente rotuladas y con la solicitud de ensayo debidamente completada. Se debe tener en cuenta los tiempos establecidos en Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp



E. NIETO

6.2.3.5. Control de Calidad de Muestreo

Aseguramiento y control de calidad, son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza, o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.



E. GIL

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:



S. TANG

- Es fundamental que el personal de campo sea competente para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.
- Asegurarse que los frascos de muestreo cumplan con los requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados, para asegurar el mantenimiento y calibración de los mismos (Bitacoras).
- Enviar toda la documentación (Ficha de campo, etiquetas, solicitud de ensayo, etc.) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.



E. CUICHIZ

Para analizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:



P. RETUERTO

6.2.3.6. Físico Químico

- Los blancos de campo
Son frascos con agua desionizada ó destilada que se abren en el campo y están expuestos durante el tiempo que dure la toma de muestra por cada punto de muestreo. Se trata igual que las muestras y se envían al laboratorio. Se usan los blancos de campo para descartar factores externos que hayan incidido en la contaminación.

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Arroyitas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Centro Nacional
de Salud Ambiental

Anexo n.º 01

Rotulo de identificación de Muestra

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL Identificación de Muestra	
Código de identificación de campo	
Coordenadas	Este:
	Norte:
	Altura:
Localidad/distrito/provincia/region	
Punto de muestreo	
Matriz	
Fecha y Hora de Muestreo	
Tipo de análisis requerido:	Preservada: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Nombre del preservante:
Nombre del muestreador (Institución/Entidad)	



www.cnsa.gob.pe
www.minsa.gob.pe

Calle Las Amérgolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430

ANEXO 04: D.S. N° 004 - 2017 Estandare de Calidad Ambiental (ECA)

10	NORMAS LEGALES
<p>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</p> <p style="text-align: center;">DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</p> <p style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p> <p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p> <p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p> <p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p> <p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p> <p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p> <p style="text-align: center;">DECRETA:</p> <p>Artículo 1.- Objeto de la norma La presente norma tiene por objeto cumplir 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.</p> <p>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p> <p>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p> <p>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</p> <p>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 preoxidación, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente. <p>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente;</p>

14 NORMAS LEGALES Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

Parámetro	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	1	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₂)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Tetraclorobenceno	(*)	1,0	1,0	1,0
Diclorobenceno	mg/L	0,1	**	**
Clorobenceno	mg/L	0,3	**	**
Difluoroclorobenceno	mg/L	0,1	**	**
Bromoclorobenceno	mg/L	0,05	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexacloroetano	mg/L	0,005	0,005	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tetracloro	mg/L	0,07	0,07	**
III.1.				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Dibenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xileno	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Benzo(a)fluoranteno (B(a)F)	mg/L	0,003	0,003	**
Organoclorados				
Aldrin	mg/L	0,10	0,001	**
Organofosforados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,0003	0,0003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	mg/L	0,001	0,001	**
Dinín	mg/L	0,005	0,005	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0003	0,0003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carburos				
Aldedo	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANÓGENAS				
Monocianuro-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. IÓNICO POLICLORADOS				
Difenilo Policlorado (PCP)	mg/L	0,005	0,005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Fermeo Parasitarias	N° Organismos/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Virus coliforme	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todas sus etapas evolutivas) (f)	N° Organismos/L	0	<6x10 ⁶	<6x10 ⁶

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

(b) Después de la filtración simple.

 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitrato-N ($\text{NO}_3^- \text{N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitrato (NO_3^-).

**ANEXO 05: Límites Máximo 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

ANEXO 07: Registro Fotográfico General De Toma De Muestras



Figura 09: Toma de muestra de agua en viviendas



Figura 10: Preparación de insumos y materiales para la evaluación microbiológica del agua potable.



Figura 11 : Homogenización de cultivo m-CF esteril en la placa petri preparada



Figura 12: Filtración de muestra de agua.



Figura 13: Disposición de la membrana en la placa petri preparada después de la filtración de la muestra.



Figura 14: Disposición de la membrana a la placa petri preparado después de la filtración, para crecimiento de bacterias coliformes totales y *E.coli*.



Figura 15: Incubación de cultivos coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.



Figura 16: Verificación de crecimiento de Colonias después de 24 horas



Figura 17: Recuento de colonias coliformes termotolerantes

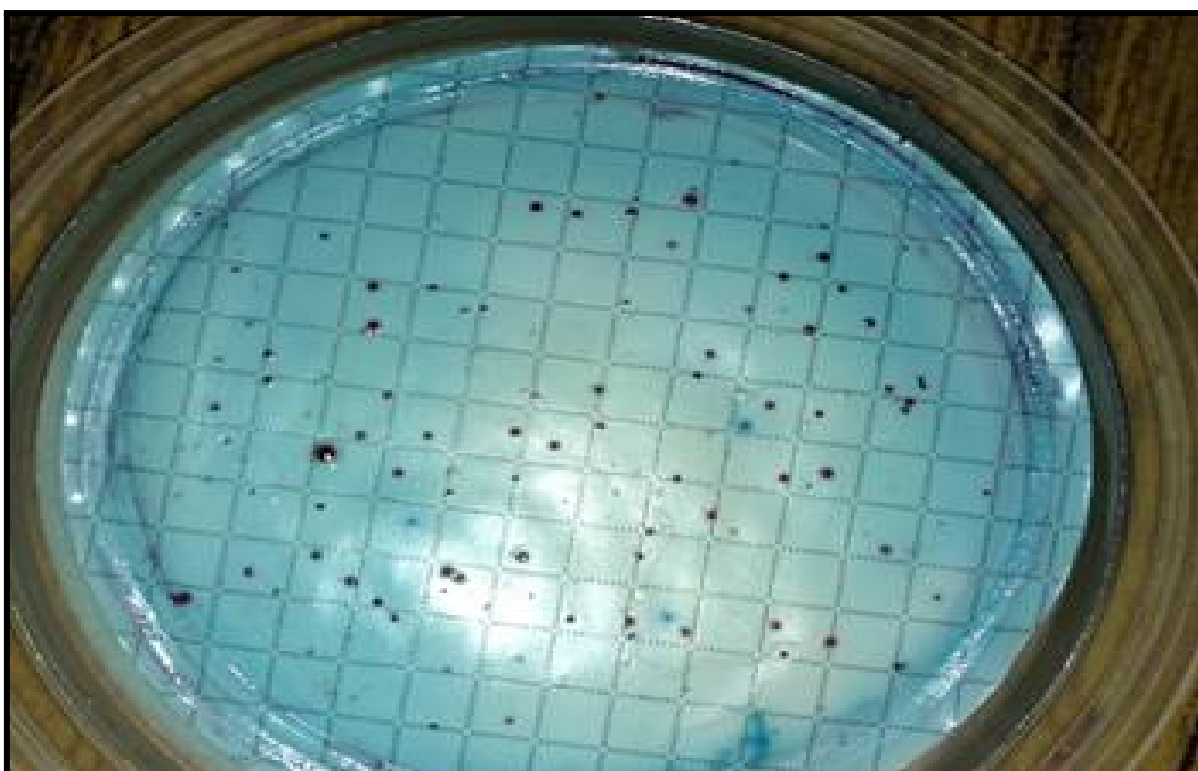


Figura 18: Recuento de colonias totales y *Escherichia coli*.