

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA CON
ESPECIALIDAD EN LABORATORIO CLÍNICO



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y
PARASITOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN EL CENTRO POBLADO TOMAQUE –
BAGUA, 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE TECNÓLOGO MÉDICO CON ESPECIALIDAD EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

Autor : Bach. Yobany Guevara Fonseca

Asesor : Mg. Katty Linsey Espinoza Delgado

JAÉN-PERÚ, SETIEMBRE, 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 05 de octubre del año 2021, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Cinthya Yanina Santa Cruz López

Secretario: Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero

Vocal: Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zuñiga, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(x) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO TOMAQUE – BAGUA, 2021”, presentado por la bachiller **Yobany Guevara Fonseca** de la Carrera Profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(x) Aprobar

() Desaprobar

(x) Unanimidad

() Mayoría

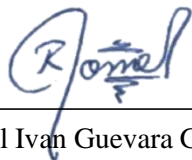
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 17:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dra. Cinthya Yanina Santa Cruz López
Presidente



Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero
Secretario



Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zuñiga
Vocal

ÌNDICE

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	5
II. OBJETIVOS	8
2.1. Objetivo general.....	8
2.2. Objetivos específicos	8
III. MATERIAL Y MÉTODOS	9
3.1. Ubicación del área de estudio	9
3.2. Población, muestra y muestreo	9
3.3. Identificación de variables de estudio.....	10
3.4. Tipo y diseño de la investigación.....	10
3.5. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	11
IV. RESULTADOS	16
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
6.1. Conclusiones.....	27
6.2. Recomendaciones	27
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
AGRADECIMIENTO	31
DEDICATORIA.....	32
ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de puntos de muestreo.....	9
Tabla 2. Métodos de ensayo para los análisis microbiológicos y parasitológicos en el Laboratorio Regional del Agua	14
Tabla 3. Resultados del muestreo.....	16
Tabla 4. Resultado de los parámetros comparados con los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 031-2010-S.A.....	19
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultado de coliformes totales en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.....	16
Figura 2. Bacterias coliformes termotolerantes en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque	17
Figura 3. Bacterias heterótrofas en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.	17
Figura 4. <i>Echerichia coli</i> en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.....	18
Figura 5. Formas parasitarias en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.	18
Figura 6. Imagen satelital del Centro Poblado Tomaque - Bagua - Amazonas.....	35
Figura 7. Frascos para la toma de muestras.....	35
figura 8. Presencia de ganadería a los alrededores de la captación de agua de consumo humano del C.P. Tomaque	36
figura 9. Captación de agua del manantial "Chonza Laguna".	36
Figura 10. Primer pozo de la planta de Tratamiento.	37
Figura 11. Segundo pozo de la planta de tratamiento y al fondo se observa el reservorio y la caseta de cloración.....	37
Figura 12. Deslizamiento del reservorio.....	38
Figura 13. Tapa del reservorio fuera de su lugar.....	38
Figura 14. Fotos representativas de la toma de muestras de agua del C.P. Tomaque	39
Figura 15. foto de la planta de tratamiento con presencia de malezas.	39
Figura 16. Foto de la planta de tratamiento cuando el agua lleva con materia contaminante por las fuertes lluvias.....	40
Figura 17. Presencia de malezas en el primer pozo.....	40
Figura 18. presencia de barro marrón en la canaleta en ausencia de agua y animales en descomposición en la planta de tratamiento.	41
Figura 19. tubería del agua que llega a la planta de tratamiento en mal estado.	41
figura 20. Parámetro con mayor concentración microbiana en los puntos de muestreo. ...	43
figura 21. Punto de muestreo con mayor concentración microbiana	43

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano en el centro poblado Tomaque-Bagua, se analizaron dos muestras en cuatro puntos de muestreo (captación, planta de tratamiento, reservorio y cañerías), se determinaron cinco parámetros: bacterias coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, bacterias heterotróficas y formas parasitarias; estos fueron analizados con el método de ensayo específico de estudiar. Según los resultados obtenidos, de los cuatro puntos de toma de muestra el más contaminado fue el reservorio, obteniéndose los siguientes parámetros: 4100 NMP/100 ml de coliformes totales, 1850 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, 1650 NMP/100ml de bacteria *Escherichia coli*, 8750 UFC/ml de bacterias heterótrofas y 3480 org/L de formas parasitarias. todos estos parámetros obtenidos se compararon con la norma vigente DS N.º 031-2010-SA DIGESA, encontrándose que los valores están por encima de los límites máximos permisibles, llegando a la conclusión que la estructura con mayor contaminación es el reservorio y que el agua de este sistema no es apta para el consumo humano.

Palabras claves: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, límites máximos permisibles, reservorio.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the microbiological and parasitological parameters of water for human consumption in the Tomaque-Bagua town center, two samples were analyzed at four sampling points (catchment, treatment plant, reservoir and pipes), five parameters were determined : total coliform bacteria, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* , heterotrophic bacteria and parasitic forms; These were analyzed with the specific test method to study. According to the results obtained, of the four sampling points, the most contaminated was the reservoir, obtaining the following parameters: 4100 MPN / 100 ml of total coliforms, 1850 MPN / 100ml of thermotolerant coliforms, 1650 MPN / 100ml of *Escherichia coli* bacteria, 8750 CFU / ml of heterotrophic bacteria and 3480 org / L of parasitic forms. All these parameters obtained were compared with the current standard DS No. 031-2010-SA DIGESA, finding that the values are above the maximum permissible limits, reaching the conclusion that the structure with the greatest contamination is the reservoir and that the water in this system is not suitable for human consumption.

Key words: Total coliforms, thermotolerant coliforms, maximum permissible limits, reservoir.

I. INTRODUCCIÓN

Las referencias sobre el agua para consumo humano son muy extensas. En el año 2018 La Organización Mundial de la Salud (OMS) en las “Guías para la Calidad de Agua de Consumo Humano” indica que el objetivo de los reglamentos de calidad del agua de consumo humano debe ser, garantizar que el consumidor tenga acceso a agua segura de forma sostenible y suficiente. Otro objetivo viene a ser la protección de la salud pública, previniendo las enfermedades transmitidas por el agua y proveer un abastecimiento adecuado de agua de consumo humano¹.

El reglamento de la calidad de agua de consumo humano²: D.S. N°031-2010-SA. En su artículo 60° indica que toda agua destinada para el consumo humano debe estar exenta de: Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*; Virus; Huevos y larvas de helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos; organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Según información obtenida por parte del centro de salud de Tomaque - Bagua, indicó que hay muestras de enfermedades infectocontagiosas procedentes de microorganismos que están presentes en el agua de consumo humano, por tal motivo es importante y necesario proteger, prevenir y controlar su calidad mediante tratamientos eficaces. En esta comunidad las personas no permiten que se clore el agua en el reservorio dado su escaso conocimiento sobre la importancia de clorar el agua a fin de evitar enfermedades gastrointestinales, motivo por el cual impulsa a realizar este estudio del agua con el objetivo de, Analizar los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano y compararlos con los valores Límites máximos permisibles de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua de consumo humano: D.S. N°031-2010-SA.

Hasta el momento no se han realizado estudios relacionados con la calidad de agua que consumen la población del centro poblado de Tomaque, por lo tanto, el presente proyecto será un primer aporte que permitirá servir de base a quienes estén involucrados con el tema, para una mejor toma de decisiones en beneficio de los afectados.

Como antecedentes de la investigación se han encontrado diversos trabajos realizados a nivel internacional, nacional y local, donde las instituciones involucradas han sido incapaces de colaborar para prestar un buen servicio público de agua de calidad, existiendo ausencia de

vigilancia en la calidad de agua para consumo humano. A continuación, se presentan algunas de estas investigaciones realizadas:

Montenegro³ en su investigación titulada “evaluación de la calidad del agua de las redes de captación y distribución pública del ámbito urbano del distrito el Milagro, Amazonas, 2019” realizó el estudio de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Echericha coli*, obteniendo resultados con elevadas concentraciones microbiológicas entre 400 NMP/100 mL. y 1600 NMP/100 mL. concluyendo que el agua de consumo humano en el distrito de El Milagro, provincia de Utcubamba es de mala calidad y no se encuentra apta para el consumo, ya que incumple los parámetros obligatorios establecidos en el Decreto Supremo 031-2010-SA, por lo cual pone en evidencia que el agua de consumo humano no recibe ningún tratamiento o lo recibe de manera deficiente.

Araujo y Benito⁴ realizaron el proyecto titulado “Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector sequia alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017”, Obteniendo como resultados que el nivel de contaminación microbiológica de la muestra 1 (zona de captación) es de 2,8 de promedio de contaminación microbiológica; la muestra 2 (zona de reservorio) con 1,1 promedio de contaminación microbiológica y la muestra 3 (zona de los grifos de las viviendas) con 0,6 promedio de contaminación microbiológica, concluyendo que las muestras superan los límites máximos permisibles del Reglamento de la calidad de agua para el consumo humano.

Chin y Fàrez⁵ realizaron una investigación titulado “Evaluación de la calidad microbiológica del agua de la planta de Potabilización de la Parroquia San José de Morona-Tiwintza y su relación con la Prevalencia de Parasitosis Intestinales” donde concluyeron que los resultados del estudio del agua no cumplen con los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014, desde este punto de vista, el agua no es apta para el consumo humano. Y necesita urgente ser tratadas lo más pronto posible.

Juan y Santos⁶ realizaron una investigación titulada “Concentración microbiológica en el agua para consumo humano, de la comunidad campesina Yaminchad, distrito y provincia de San Pablo 2015”, el estudio de esta investigación se realizó teniendo en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del reglamento D.S 002/2008 MINAM y el D.S 015/2015/MINAM las cuales determinan, el análisis de aguas superficiales, para consumo

humano y el D.S 031 – 2010 – SA DIGESA para determinar si el agua de consumo humano está libre de microorganismos. Los resultados obtenidos estuvieron por encima de los parámetros máximos permisibles en muy poca cantidad concluyendo que no realizan el tratamiento adecuado del agua antes de consumirlo.

Con el fin de dar solución a la problemática del agua materia de estudio en esta investigación se sugiere obedecer a las recomendaciones dadas en el presente informe y realizar nuevos estudios para especificar el tipo de bacterias (coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Echerichia coli* y bacterias heterotróficas) y el tipo de parásito (protozoos y helmintos) causantes de la contaminación del agua.

Para esto, el presente estudio servirá como fuente para posteriores investigaciones ya que los resultados obtenidos son confiables porque el estudio del agua se realizó en un laboratorio acreditado y certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano en el centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de bacterias coliformes totales en el agua utilizada para consumo humano del centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.
- Determinar la cantidad de bacterias coliformes termotolerantes o fecales en el agua utilizada para consumo humano del centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.
- Determinar la cantidad de bacterias *Escherichia coli* en el agua utilizada para consumo humano del centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.
- Determinar la cantidad de bacterias heterotróficas en el agua utilizada para consumo humano del centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.
- Determinar la cantidad de helmintos y protozoarios patógenos en el agua utilizada para consumo humano del centro poblado Tomaque-Bagua, 2021.
- Comparar los resultados de los parámetros microbiológicos y parasitológicos obtenidos con los valores Límites Máximos Permisibles (LMP) de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua de consumo humano: D.S. N°031-2010-SA.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Tomaque, distrito de Bagua, provincia de Bagua – departamento de Amazonas, ubicado a una altitud de 475.00 m.s.n.m. aproximadamente, el cual se adjunta mediante imagen satelital en el Anexo 1.

Puntos de muestreo

son determinados de manera representativa a criterio del tesista, descritos a continuación:

Tabla 1. Ubicación de puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Descripción	Coordenadas	
		Este (m)	Norte (m)
M – 01	Captación	788156.43	9376281.12
M – 02	Planta de tratamiento	777227.15	9375012.56
M – 03	Reservorio	777152.36	9374965.22
M – 04	Cañería domiciliaria	776445.14	9374832.10

3.2. Población, muestra y muestreo

- **Población**

Fuente de agua natural de consumo humano que abastece a las familias del Centro Poblado Tomaque-Bagua.

- **Muestra**

Se tomaron dos muestras de 500 mL de agua correspondiente a los cuatro puntos de muestreo.

- **Muestreo**

Muestreo no probabilístico - deliberado: también se pueden llamar muestras dirigidas, pues la elección de sujetos u objetos de estudio depende del criterio del investigador. Se incluyen, en la muestra, todos los elementos o casos disponibles, seleccionados, arbitrariamente, hasta alcanzar el número fijado por el investigador y permite seleccionar, explícitamente, cierto tipo de elementos o casos que el investigador considera más representativos, típicos o con posibilidades de ofrecer mayor cantidad de información⁷.

La toma de la muestra se hará en base a los siguientes criterios determinada por el protocolo de procedimientos para la toma de muestras dado por el Ministerio de Salud; considerando cuatro puntos fijos de muestreo (captación, a la salida del sistema de planta de tratamiento, a la salida del reservorio y la cañería más alejada de la red de distribución).

En cada muestra se analizarán cinco parámetros: bacterias coliformes totales, *E. coli*, bacterias coliformes fecales, bacterias heterotróficas, helmintos y protozoarios patógenos de agua para consumo humano del centro poblado Tomaque.

3.3. Identificación de variables de estudio

Parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de consumo humano:

- Bacterias coliformes totales.
- Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.
- Bacteria *Escherichia coli*.
- Bacterias Heterotróficas.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.

La operacionalización de las variables se encuentra en el Anexo 3.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

- **Tipo de investigación:** Básica.

Como dice Burns y Grove⁸ La investigación básica busca el nuevo conocimiento sobre los fenómenos de la salud con el deseo de establecer principios generales.

- **Método de investigación:** el método aplicado es deductivo.

Este método, a diferencia del inductivo, es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Posee la característica de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son.

- **Diseño de la investigación:** Descriptivo de tipo comparativo.

descriptivo: es descriptivo porque consiste en la exploración y descripción de los fenómenos en las situaciones de la vida real. Los investigadores descubrimos nuevos significados, se describe lo que existe, se determina la frecuencia con la que sucede algo y se categoriza la información⁸.

en este estudio el objetivo de la investigación descriptiva consiste en determinar la calidad de agua que está consumiendo la población, a través de la descripción exacta de los análisis del agua de consumo humano de la zona realizados en el laboratorio, para luego compararlos con los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos de acuerdo al reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

3.5. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Las técnicas y procedimientos a seguir durante la investigación se realizarán tomando en cuenta el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” R.D. N.º 160-2015/DIGESA/S. A.º.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnica:** es el conjunto de pasos u operaciones que se realizan en determinado orden y con determinados instrumentos, para obtener un resultado¹⁰. En este caso usamos como técnica la observación.

Observación: es una técnica de recolección de información consistente en la inspección y estudio de las cosas o hechos tal como acontecen en la realidad (natural o social) mediante el empleo de los sentidos (con o sin ayuda de los soportes tecnológicos), conforme a las exigencias de la investigación científica y a partir de las categorías perceptivas construidas a partir y por las teorías científicas que utiliza el investigador¹¹.

- **Instrumento:** es una herramienta física o conceptual que se puede utilizar en uno o varios pasos de una técnica, o en diferentes técnicas, de acuerdo con lo indicado por la técnica y el método¹⁰. En este caso el instrumento utilizado es el informe de ensayo de laboratorio.

Informe de ensayo de laboratorio: son los reportes de resultados de los análisis microbiológicos y parasitológicos de laboratorio que constituyen la fuente de datos empleados para la investigación; es el documento que permite recolectar el valor de la concentración por unidad de medida del número de unidades formadoras de colonias o el número más probable según el método aplicado en el ensayo (anexo 12)

Procedimiento de recolección de datos

A continuación, se describen los procedimientos que se siguieron durante el proceso de la investigación:

- Para empezar la investigación se buscó la información en el centro de salud de Tomaque para tener conocimiento del tipo de tratamiento que se estaba dando al agua que consume la población de dicho centro poblado.
- Se coordinó con el vigilante del agua del centro poblado Tomaque para recolectar las muestras de agua de los cuatro puntos de muestreo que corresponden a la captación (chonza laguna), la planta de tratamiento, el reservorio y la cañería.
- Nos comunicamos con los encargados del laboratorio regional del agua en Cajamarca mediante una solicitud pidiendo la cotización de análisis microbiológicos y parasitológicos en los parámetros seleccionados.
- El laboratorio regional del agua nos hizo el llegado de los frascos y protocolos a seguir para la toma de muestra.
- Se recolectó las muestras de agua en los frascos estériles, rotulados y luego transportarlos hasta el laboratorio en caja de polietileno a 4°C.
- Una vez obtenidos los resultados se describió e interpretó los análisis de agua de consumo humano según el MINSA.

Antes de realizar la toma de muestras, se verificó que se cuente con todo lo necesario para efectuar dicha labor, a fin de evitar imprecisiones y/o alteraciones a las muestras.

Para la toma de muestras, el personal responsable del Laboratorio Regional del Agua realizó una capacitación dando a conocer los protocolos a seguir durante la toma de muestras, traslado y recepción de las mismas, a fin de asegurar que las muestras sean representativas, sistemáticas y que su composición no se modifique.

Rotulado e identificación de las muestras

Los frascos se identificaron antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra legible, utilizando plumón indeleble, sin borrones ni enmendaduras conteniendo los siguientes datos con precisión:

- Código de identificación de campo
- Punto de muestreo

- Fecha y hora de muestreo
- Tipo de análisis requerido

Toma de muestras

Se identificó la ubicación del punto de muestreo con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) la misma que se registró en coordenadas y se utilizó para el registro de información

Se considero un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la homogenización de las muestras.

- **Captación:** se removió todo tipo de maleza, residuos y/o desechos de la malla.
- **Reservorio:** en este caso el reservorio tenía acceso a una tubería de purga, se procedió a la limpieza correspondiente y a la toma de muestra.
- **Grifo:** se removió cualquier dispositivo ajeno al grifo, con algodón y alcohol al 70% se desinfecto el grifo interna y externamente. Abrimos la llave y dejamos que el agua fluya durante tres minutos y procedimos a tomar la muestra a tomar la muestra.

Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas: utilizamos guantes al momento de la toma de muestra, Desamarramos el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y sacamos la cubierta protectora del frasco para la toma de muestras; Evitamos tocar el interior del frasco, sujetando este con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlos sobre algún material que lo pueda contaminar; Mientras mantenemos la tapa en la mano, colocamos inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua; enroscamos la tapa fijando la cubierta protectora de papel en su lugar mediante el cordón.

Consideraciones para la toma de muestras parasitológicas: utilizamos guantes al momento de la toma de muestras; Tomamos las muestras en los mismos puntos de las tomas de muestras bacteriológicas. En la captación, después de abrir el frasco invertimos y sumergimos a unos 30 cm por debajo de la superficie y giramos en contra la corriente.

una vez tomadas las muestras cerramos herméticamente los frascos y las conservamos en una caja térmica, a una temperatura que no exceda los 4° C, para lograr esta temperatura, se colocaron dentro de la caja térmica ice pack, que son paquetes de hielo diseñados para este fin; de esta manera se hace llegar las muestras al Laboratorio Regional del Agua.

Procesamiento de muestras

El análisis microbiológico del agua, son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano, para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos⁹.

En el presente estudio las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Regional del Agua con el método de ensayo correspondiente al tipo de microorganismo a estudiar en equipos automatizados y semiautomatizados de calidad. A continuación, se describe el método de ensayo que se aplicó para cada microorganismo:

Tabla 2. Métodos de ensayo para los análisis microbiológicos y parasitológicos en el Laboratorio Regional del Agua.

Parámetro	Método de ensayo utilizado
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
<i>Escherichia coli</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other <i>Escherichia coli</i> Procedures.
Bacterias Heterótrofas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Formas Parasitarias	Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

Fuente: Informe de ensayo del Laboratorio Regional del Agua.

- **Recuento indirecto o también denominado “Técnica de los tubos Múltiples”** basados en cálculos estadísticos, después de sembrar diluciones seriadas de la muestra en medios de cultivo líquido específicos, Se considera, al cabo de una

incubación adecuada, los números de cultivos positivos y negativos. Los resultados se expresan como número más probable (NMP) de microorganismos¹².

El Laboratorio Regional del Agua usó el método del recuento indirecto para la determinación de bacterias (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Echericha coli*) que contiene el agua en estudio, este método es amparado en la norma SMEWW-APHA-AWWA-WEF: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.

Que traducido al español quiere decir “Técnica de Fermentación de tubos múltiples para miembros del Grupo Coliformes” de SMEWW-APHA-AWWA-WEF.

- **Recuento de heterótrofos en placa** detecta un amplio espectro de microorganismos heterótrofos, incluidos bacterias y hongos, basado en la capacidad de estos microorganismos de crecer en medios ricos en nutrientes, sin agentes selectivos ni inhibidores, durante un periodo de incubación específica y una temperatura definida. Estos análisis detectan únicamente una pequeña proporción de los microorganismos presentes en agua y la población recuperada será diferente según el método y las condiciones que se apliquen¹.

El laboratorio regional del agua uso el **método de la placa de vertido** para el recuento de bacterias heterótrofas, los resultados se obtienen mediante la incubación de sencillas placas de agar en condiciones aerobias, produciendo colonias subsuperficiales que son relativamente pequeñas, compactas y menos propensas a invadir unas a otras que las colonias superficiales.

- **Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust.** Este método se basa en la propiedad que tiene la solución de mayor densidad para hacer flotar elementos menos densos. Se usa una solución de sulfato de zinc, cuya densidad específica es 1,180 (33%) la cual es más alta que la de la mayoría de los quistes, los residuos se mantienen en el fondo del tubo. La concentración de parásitos por flotación permite verificar la existencia de quistes de protozoos incluso cuando están presentes en pequeñas cantidades.

IV. RESULTADOS

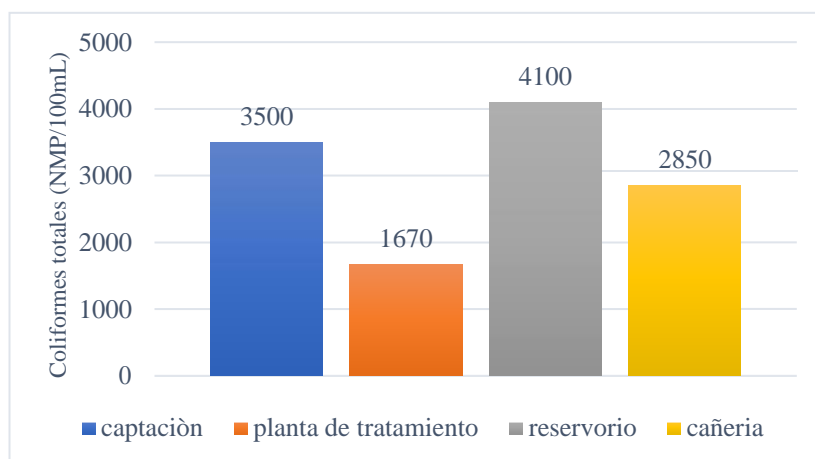
A continuación, se presentan los resultados evaluados tomando en cuenta la clasificación de la estadística, mediante la estadística descriptiva representada por las tablas de frecuencia y sus respectivas gráficas, luego la estadística descriptiva se ha ordenado de forma deductiva, es decir presentamos los resultados generales y luego los específicos.

Tabla 3. Resultados del muestreo.

Parámetros	Unidad de medida	Puntos de muestreo			
		Captación	Planta de tratamiento	Reservorio	Cañería
Coliformes Totales	NMP/100mL	3500	1670	4100	2850
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1260	720	1850	820
Echericha Coli	NMP/100mL	1070	720	1650	820
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	5400	2490	8750	4050
Formas Parasitarias	N° Org/L	646	702	3480	416

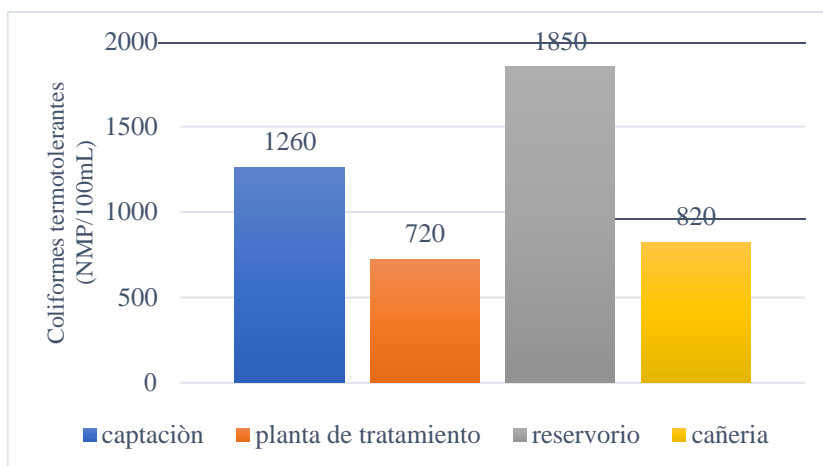
Fuente: Informe de ensayo del Laboratorio Regional del Agua.

Figura 1. Resultado de coliformes totales en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.



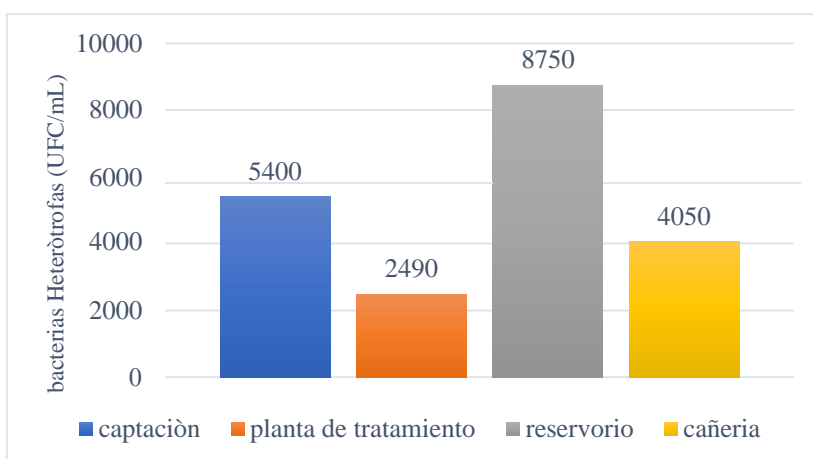
En la figura 1 se muestra que en todos los puntos de muestreo se encuentra presente el parámetro de coliformes totales en niveles muy elevados a los valores permitidos en la normativa nacional del reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Figura 2. Bacterias coliformes termotolerantes en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.



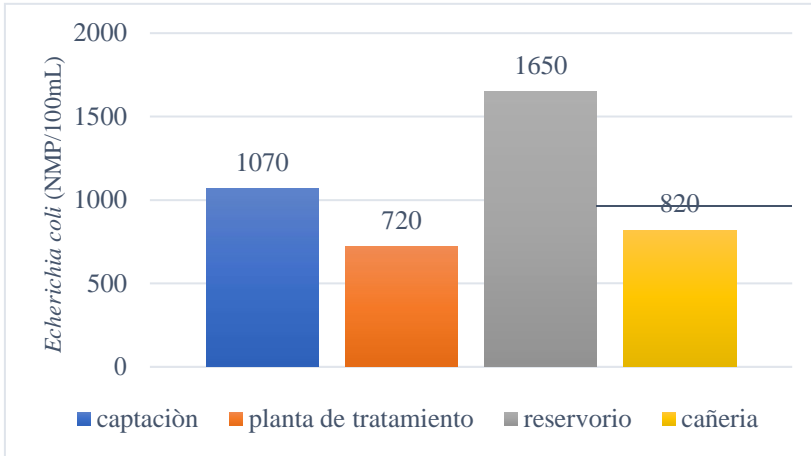
En la figura 2 se muestra que en todos los puntos de muestreo se encuentra presente el parámetro de coliformes termotolerantes en niveles muy elevados a los valores permitidos en la normativa nacional del reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Figura 3. Bacterias heterótrofas en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.



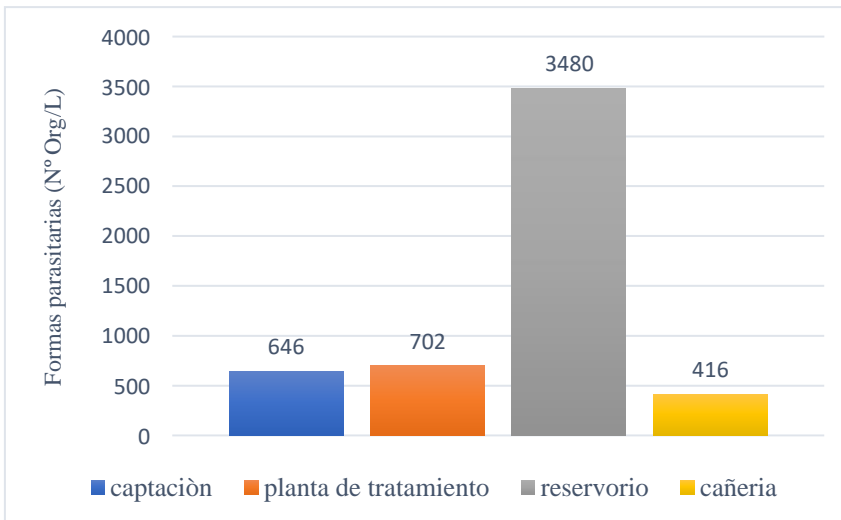
En la figura 3 se muestra que en todos los puntos de muestreo se encuentra presente el parámetro de bacterias Heterótrofas en niveles muy elevados a los valores permitidos en la normativa nacional del reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Figura 4. *Echerichia coli* en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.



En la figura 4 se muestra que en todos los puntos de muestreo se encuentra presente el parámetro de bacterias *Echerichia coli* en niveles muy elevados a los valores permitidos en la normativa nacional del reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Figura 5. Formas parasitarias en agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.



En la figura 5 se muestra que en todos los puntos de muestreo se encuentra presente el parámetro de Formas parasitarias en niveles muy elevados a los valores permitidos en la normativa nacional del reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Tabla 4. Resultado de los parámetros comparados con los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 031-2010-S.A.

Parámetros	Unidad de medida	Puntos de muestreo				Límite Máximo Permissible
		Captación	Planta de tratamiento	Reservorio	Cañería	
Coliformes Totales	NMP/100mL	3500	1670	4100	2850	< 1,8/100 ml
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1260	720	1850	820	< 1,8/100 ml
Echericha Coli	NMP/100mL	1070	720	1650	820	< 1,8/100 ml
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	5400	2490	8750	4050	500
Formas Parasitarias	N° Org/L	646	702	3480	416	0

El agua de consumo humano debe estar exenta de microorganismos contaminantes patógenos, sin embargo, al comparar los resultados obtenidos por el laboratorio con los límites máximos permisibles se muestran positivos para los parámetros microbiológicos y parasitológicos.

V. DISCUSIÓN

Durante esta investigación, se buscó determinar si el agua utilizada para consumo humano en el centro poblado de Tomaque cumple o no con los límites máximos permisibles de los parámetros microbiológicos y parasitológicos, y para confirmar esta hipótesis se tuvo como objetivo principal analizar los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano en el centro poblado Tomaque-Bagua.

De acuerdo a la inspección in situ, del trayecto desde el punto de captación del agua (chonza laguna) hasta el reservorio se logró encontrar que la tubería pasa por muchas laderas de desastre o derrumbes de tierra por las consecuentes lluvias de la zona. En consecuencia, desde mi punto de vista técnico el agua que llega a la planta de tratamiento no está en constante circulación por los cortes e interrupciones que se dan a causa de las tuberías rotas, y esto hace que el agua detenida tanto en los pozos como en el reservorio se vuelva un medio de proliferación microbiana concentrada y si no se da una limpieza adecuada estos microorganismos pueden ser la causa de muchas enfermedades.

En la Tabla 4, Según los resultados del laboratorio regional del agua y el Análisis estadístico realizado a los mismos, se tiene que el agua de consumo humano del centro Poblado Tomaque, supera los límites máximos permisibles, de acuerdo al reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A. este evento confirma la hipótesis planteada, “ La calidad del agua utilizada para consumo humano en la población del centro poblado Tomaque – Bagua no cumple con los límites máximos permisibles de Parámetros microbiológicos y parasitológicos”. esto quiere decir que las muestras son positivas para coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Echerichia coli*, bacterias heterótrofas y formas parasitarias.

En la figura 1 se muestran las bacterias coliformes totales obtenidos de muestras analizadas de agua de la captación, planta de tratamiento, reservorio y cañería. observándose un alto nivel de concentración microbiana, pero con una descoordinación en los puntos de muestreo, lo normal sería que el agua vaya bajando su nivel de concentración microbiana conforme avance su trayecto hasta la red de distribución (cañería).

Según la OMS¹ indica que la calidad del agua puede variar rápidamente y todos los sistemas presentan fallas ocasionalmente. Por ejemplo, la lluvia puede aumentar en gran medida los niveles de contaminación microbiana en las fuentes de agua.

Según Barrios et al. (OPS/OMS-2009)¹³: describen que la contaminación del agua está asociada a las aguas de lluvia, deshielo, percolación, etc. A medida que la lluvia cae, acarrea contaminantes naturales, producidos por el hombre y microorganismos provenientes de zonas de ganadería.

Coincidiendo con el resultado de la presente investigación; se observa que estos varían correspondientes a las muestras tomadas, porque la zona por donde se transporta el agua es lluviosa, y esto probablemente a causa de la actividad agrícola, ganadería (Figura 8) y humana que hay alrededor de la captación generando sólidos y materia orgánica contaminante que durante las lluvias sean arrastrados hacia el lugar de captación.

Con respecto a la descoordinación de resultados en los puntos de muestreo, es probablemente al inapropiado manejo que se da al sistema de tratamiento del agua, cuando se habló con el vigilante del agua, informó que la llegada del agua a la planta de tratamiento no es permanente por los constantes derrumbes que hay en las zonas por donde se transita el agua hasta llegar al centro poblado Tomaque, por tal motivo es que cuando llega el agua y se llena el reservorio cierran la llave que pasa de la planta de tratamiento al reservorio y dejan pasar el agua directo de la planta de tratamiento hacia la red de distribución y el agua del reservorio lo mantienen acumulada (permitiendo que se vuelva un medio de concentración microbiológica) para luego ser usada en tiempo de escases. A consecuencia de los derrumbes que hay por donde se transita la tubería del agua, se tiene que hacer el tendido de nuevas tuberías para reparar las tuberías rotas (Figura 19), y si estas se realizan sin las mínimas medidas de seguridad vendría a ser una de las innumerables causas de contaminación del agua. Todo esto explica el porqué de mayor nivel de coliformes totales en la captación y el reservorio.

Las bacterias coliformes totales en este estudio permitieron evaluar la limpieza e integridad en que se encuentra el sistema de distribución del agua de consumo humano del centro poblado Tomaque.

En la figura 2 y 4 se muestran los altos valores de presencia de coliformes termotolerantes y *Echerichia coli* respectivamente con una mínima diferencia en los resultados, en donde se observa que los dos niveles más elevados de concentración microbiana se encuentran en la captación (choza laguna) y el reservorio. como se explicó lo que sucedió en las bacterias coliformes totales, que los niveles elevados de estos microorganismos son debido al mal

manejo del sistema de tratamiento y a la contaminación de la fuente de agua por la actividad agrícola, ganadería y humana que hay alrededor de la captación y a la falta de desinfección a pesar que existe una caseta de cloración (Figura 11)

Según OMS¹ Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es la bacteria *Escherichia coli*, está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales y en el agua que ha estado expuesta recientemente a contaminación fecal, y es muy poco probable que la disponibilidad de nutrientes y la temperatura del agua en los sistemas de distribución de agua de consumo humano favorezcan la proliferación de estos microorganismos. Por lo tanto, la presencia de *Echerichia coli* (o bien de coliformes termotolerantes) es indicador de una contaminación fecal reciente.

De lo expresado anteriormente, se puede afirmar que el agua de consumo humano del centro poblado Tomaque se encuentra contaminada con grandes cantidades de *Echerichia coli*, y la presencia de esta bacteria es necesario considerarla como una señal segura de una peligrosa contaminación fecal reciente, que exige la aplicación de medidas urgentes; por lo que tras su detección se considera que se realicen otros muestreos y abrir una investigación de las posibles fuentes de contaminación.

en la figura 3 se muestran el nivel de concentración microbiológica de bacterias heterótrofas en todos los puntos de muestreo, donde el reservorio viene a ser el punto de muestreo con mayor concentración de bacterias heterotróficas con 8750 UFC/mL.

El recuento de bacterias heterótrofas, se utiliza en el monitoreo operativo como indicador del tratamiento y desinfección del agua, cuyo objetivo es mantener los recuentos en los valores más bajos que sea posible. También se puede usar para evaluar la limpieza e integridad de los sistemas de distribución, así como la presencia de biopelículas¹.

según el análisis de resultados se puede decir que el agua que está consumiendo la población del centro poblado Tomaque- Bagua no cuenta con adecuado sistema de tratamiento, ineficaz proceso de filtración y falta de desinfección.

En la figura 5 observamos la presencia de formas parasitarias encontradas a partir de las muestras de agua analizadas en los diferentes puntos de muestreo, donde el reservorio viene a ser el punto de muestreo con mayor concentración parasitaria con 3480 Org/L.

Como ya se mencionó anteriormente, que el agua de consumo humano del centro poblado Tomaque no cuenta con adecuado sistema de tratamiento, ineficaz proceso de filtración y falta de desinfección. Según la información obtenida por el vigilante del agua del centro poblado Tomaque, dijo que la limpieza de la planta de tratamiento se realizaba cada 30 días y del reservorio cada 12 meses, esto hace que los sedimentos se compacten en las paredes elevando la temperatura del agua por efecto de los rayos del sol, Por lo tanto, las concentraciones microbianas aumentan en grandes cantidades y el reservorio vendría a ser un medio de concentración bacteriológica y parasitaria.

Otro problema grave vendría a ser que la fuente de agua donde está la captación (chonza laguna) es también utilizada para bebida de los vacunos que transitan por la zona. La planta de tratamiento también está en contacto con personas y animales que transitan cerca de ahí, porque su infraestructura es muy baja (figura 10), y no tiene rejas o mallas para protegerla. Esto indica que hay una contaminación directa por parte de los animales y personas.

Choza Laguna no cuenta con el servicio de desagüe por ende ahí la gente realiza sus necesidades en pozos ciegos y es probable que el agua de este manantial sea mezclada con aguas subterráneas contaminadas.

La presencia de parásitos en el agua de consumo humano del centro poblado Tomaque vendrían a ser las causas más comunes de infecciones y enfermedades que afectan al ser humano y a otros animales y estas enfermedades ocasionadas repercuten en el ámbito socioeconómico y en la salud pública. si se toma en cuenta las recomendaciones, esta investigación ayudaría a mejorar la situación económica de la población, porque un niño con parasitosis intestinal implica gran costo para el estado, así como para los padres de familia quienes dejan de gastar en la satisfacción de necesidades básicas por cubrir costos de salud; cuales en muchos de los casos no están a su alcance, en consecuencia, los niños bajarían su rendimiento escolar por causa de las enfermedades parasitarias causándoles sueño y desánimo.

para analizar de manera detallada el parámetro de mayor concentración microbiana y el el punto de muestreo con mayor concentración microbiana, se muestra mediante gráficas de barras en el anexo 2, a continuación se describen cada una de ellas:

En la figura 20 se muestra que el parámetro de mayor concentración microbiana son las bacterias heterotróficas siendo notorio su nivel alto de contaminación en los cuatro puntos de muestreo y de mayor concentración en el reservorio con 8750 UFC/mL.

Según la guía para la calidad de agua de consumo humano indica que para las medidas de control del sistema deben contar el requisito de un monitoreo operacional, y para el monitoreo operacional incluye mediciones de parámetros, uno de estos parámetros son la presencia de bacterias heterotróficas.

La presencia de bacterias heterotróficas en el sistema pueden ser un indicador útil de cambios como el aumento del potencial de la proliferación microbiana, extensión de los tiempos de retención o estancamiento e interrupción de la integridad del sistema, también es un indicador del tratamiento y desinfección del agua y sirve para evaluar la limpieza e integridad de los sistemas de distribución¹.

Por lo tanto, se podría deducir que este nivel de concentración microbiana puede deberse a los constantes cortes, tuberías en mal estado y cambios climatológicos que aumentan o disminuyen la temperatura del agua favoreciendo la multiplicación de los microorganismos presentes. De igual manera reafirmamos que el agua que consume la población de Tomaque no cuenta con adecuado sistema de tratamiento, ineficaz proceso de filtración y falta de desinfección.

En la figura 21 esta graficado el punto de muestreo con mayor concentración microbiana, donde se muestra claramente que el reservorio es el punto de muestreo con más alto nivel de concentración microbiana. superando el Límite máximo permisible indicado en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A.

Según el informe titulado “calidad de agua para consumo humano descrito por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento”, indica que las aguas superficiales están expuestas a la contaminación con bacterias, virus, enteroparásitos y cianobacterias, los cuales son removidos en 99,9% por los tratamientos convencionales del agua que incluyan sedimentación, coagulación y floculación, filtración y desinfección².

Por lo tanto, el proceso de filtración debe disminuir en gran medida la carga microbiana, sin embargo, después de este proceso los valores continúan excediendo el rango permitido en la norma nacional indicado en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A., la causa principal es la gran carga microbiana con la que el agua ingresa

a la planta, la cual no es eliminada con el proceso de filtración y así mismo es ingresada al reservorio. Todo esto se debe a que la desarenación, tratamiento previo a la filtración es insuficiente y la falta del proceso de floculación que es esencial en un tratamiento de potabilización del agua.

Otro de los grandes problemas del reservorio se ve reflejado en la falta de desinfección a pesar de existir una caseta de cloración, la cual esta permite que el agua ingresada al reservorio se mantenga inocua, también se observa que el reservorio no cuenta con una tapa fija y sellada para evitar el ingreso de polvo (Figura 13) o personas que puedan contaminar aún más el agua. Todas estas causas indican que el reservorio es un medio de concentración microbiológica debido al insuficiente proceso de filtración, falta de desinfección y constantes estancamiento e interrupción de la integridad del sistema de agua.

De acuerdo a los parámetros analizados en la presente investigación, tiene similitud con las siguientes investigaciones:

Montenegro³ en su investigación de evaluar la calidad del agua, en sus resultados obtuvo 1600.00 NMP/100 mL. de coliformes totales, 1373.33 NMP/100 mL. de coliformes termotolerantes y 920.00 NMP/100 mL. de *Echerichia coli*, dando a conocer que estos parámetros sobrepasan los límites máximos permisibles, y que la presencia de *Echerichia coli* en la red de distribución lo considera como un indicador de contaminación fecal, por lo que ponía en evidencia que el agua del servicio público de agua en el Distrito El Milagro no recibe ningún tratamiento o lo recibe de manera inadecuada, coincidimos con estas afirmaciones que a consecuencia de las elevadas concentraciones de microorganismos podemos decir que el agua no recibe ningún tratamiento.

Por otro lado, también considera que la presencia de coliformes totales, fecales y *Echerichia coli* en el sistema de distribución de agua de El Milagro contribuye a explicar los 565 casos de enfermedades relacionadas a la calidad de agua, emitidos en un informe por la Micro Red El Milagro, de igual manera en el centro de salud de Tomaque-Bagua, el personal de salud nos informó que existe el 90% de niños parasitados y con problemas gastrointestinales. Por lo tanto, coincidimos con Montenegro de que se gestionen el mejoramiento de la infraestructura del sistema de agua y se realice el mantenimiento más frecuente para que así la sedimentación y filtración sean eficientes.

Araujo y Benito⁴ en su investigación determinaron que de diez muestras analizadas, tres presentan huevos de protozoarios en la captación y el reservorio, en cambio en el presente estudio se encontró presencia de parásitos en todos los puntos de muestreo superando los límites máximos permisibles del reglamento D.S. N° 031-2010-S.A y coincidimos con estos investigadores en que se las autoridades sanitarias realicen un control periódico del agua de consumo humano y así poder advertir a los pobladores el riesgo que implica consumir aguas contaminadas.

Juan y Santos⁶ encontraron presencia de bacterias heterotróficas 45 UCF/100 mL. y lo consideran que no cumplen con el criterio establecido en la Norma, DS 031 – 2010 -SA sin embargo en el presente estudio el máximo valor encontrado fue 8750 UCF/100 mL. el cual, si acredita para considerarse superior a los valores permitidos en la Norma, DS 031 – 2010 -SA ya que en la norma se considera hasta 500 UCF/100 mL. pero se coincide con su criterio de que el agua no es tratada antes de consumirlo y que sin un breve tratamiento de cloración o haciéndole hervir puede producir enfermedades estomacales.

Durante el estudio realizado se produjo el deslizamiento del reservorio (Figura 12), provocando roturas en las tuberías cercanas, por lo tanto, esto amerita con urgencia a las autoridades competentes a realizar sus correspondientes gestiones.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se concluyó que el agua de consumo humano del centro poblado Tomaque está contaminada en gran cantidad de bacterias coliformes totales, en todos los puntos de muestreo.
- El agua de consumo humano del centro poblado Tomaque está contaminada en gran cantidad de bacterias coliformes termotolerantes, en todos los puntos de muestreo.
- El agua de consumo humano del centro poblado Tomaque está contaminada en gran cantidad de bacterias *Escherichia coli*, en todos los puntos de muestreo.
- El agua de consumo humano del centro poblado Tomaque está contaminada en gran cantidad de bacterias heterotróficas, en todos los puntos de muestreo.
- El agua de consumo humano del centro poblado Tomaque está contaminada en gran cantidad de formas parasitarias, en todos los puntos de muestreo.
- Se concluyó que el agua materia de la investigación del centro poblado Tomaque, no es apta para el consumo humano porque los resultados sobrepasan el Límite Máximo Permisible de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua de consumo humano: D.S. N°031-2010-SA.

6.2. Recomendaciones

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo de investigación y viendo que no cumplen con los valores de Límite Máximo Permisible de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua de consumo humano: D.S. N°031-2010-SA. Se sugiere a estudiantes e interesados en la materia abrir una investigación para determinar específicamente que tipo de microorganismos y parásitos son los causantes de la contaminación y las posibles fuentes de contaminación del agua.
- Al Centro de Salud del C.P. Tomaque, desarrollar capacitaciones de concientización a los pobladores para el tratamiento, uso y consumo adecuado, y que apoyen en el mantenimiento y limpieza más frecuente de los pozos y reservorio. también cumplir con la vigilancia Sanitaria según el Artículo 13° del reglamento de calidad de agua

para consumo humano: D.S. N.º 031-2010- SA. y efectuar los análisis de los parámetros obligatorios (PCO), tal como lo establece el Artículo 63º.

- A la municipalidad del C.P. Tomaque, a través de su área técnica municipal, cumpla con velar por la calidad de agua que consumen la población, también se recomienda invertir en el sistema de agua y gestionar con las autoridades de los diferentes niveles para que se haga una infraestructura de calidad y se lleve a cabo el adecuado tratamiento al sistema de agua, tal como está establecido en el Artículo 20º del reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N.º 031-2010-SA.
- Se sugiere que este trabajo sea considerado como una herramienta y/o instrumento de gestión, para las autoridades de los tres niveles de gobierno, toda vez que, en la mayoría de los casos, alcaldes y gobernadores regionales, tengan la voluntad de promover proyectos que cierren las brechas en saneamiento y no lo logran por falta de convicción de los entes superiores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Guías de la calidad de agua para consumo humano. cuarta ed. Ginebra; 2018.
2. Dirección General de Salud Ambiental: Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA/Ministerio de Salud. Primera ed. Lima; 2011.
3. Montenegro JS. Evaluación de la calidad del agua de las redes de captación y distribución Pública del ámbito urbano del Distrito El Milagro, Amazonas, 2019. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.; 2020.
4. Araujo R, Benito H. Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector Sequía Alta, Santa Bárbara, Huancavelica. (Tesis para obtener el Título profesional de Licenciado en Enfermería). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Enfermería; 2017.
5. Chin EM, Fàrez MC. Evaluación de la calidad microbiológica del agua de la planta de potabilización con la prevalencia de parasitosis intestinales. Tesis para optar el Título de Bioquímico Farmacéutico. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca; 2014.
6. Santacruz SW, Teràn JC. Concentración Microbiológica en el Agua Para Consumo Humano, de la Comunidad Campesina Yaminchad del Distrito y Provincia de San Pablo 2015. Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental. Cajamarca.; 2016.
7. Artiles L, Otero J, Barrios I. Metodología de la investigación para las ciencias de la salud La Habana: Ciencias Médicas; 2008.
8. Burns N, Grove SK. Investigación en Enfermería España: Elsevier España, S.A.; 2005.
9. Ministerio de Salud: Dirección General de Salud Ambiental. Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte,

Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano. Resolución Directorial N° 160-2015/DIGESA/S.A. Lima.; 2015.

10. Hernández LR. Metodología de la investigación en ciencias de la salud: guía práctica. 3rd ed. Bogotá; 2012.
11. Alberto J, Ariel C. Técnicas para investigar: Recursos Metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. 2nd ed. Còrdova: Brujas; 2006.
12. Apella MC, Araujo PZ. Microbiología de Agua: Conceptos Básicos. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Tucumàn.
13. Barrios et al. Guía de Orientación en Saneamiento Básico: Para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS; 2009.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la salud, la inteligencia y la fortaleza para seguir adelante día a día y por ser mi fiel compañía en este mundo ayudándome a superar todo obstáculo para lograr hacer una historia feliz al lado de mi familia.

A los docentes de Tecnología Médica la Universidad Nacional de Jaén por promover la ciencia y formar profesionales competentes.

A la Licenciada Katty Linsey Espinoza Delgado por su asesoría brindándome sus conocimientos en todo momento.

A mis padres por la dedicación y esfuerzo que hicieron para darme la educación y haberme guiado en la vida sabiamente, siendo parte de mis planes, éxitos, alegrías y tristezas.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A mis padres Arsenio Guevara Burga y María Lidia Fonseca Chávez, que se esforzaron día a día trabajando en el campo para pagarme los estudios y sabiamente me supieron guiar en la vida, corrigiendo mis errores y animándome para poder terminar mi carrera profesional, siendo ellos parte

A MI ESPOSO E HIJOS

Por el apoyo incondicional, motivación y cariño que me brindan todos los días.

A MIS HERMANOS

Por sus enseñanzas y apoyo incondicional brindado durante mis estudios, por incentivar el ímpetu de seguir luchando por el arduo camino de la superación.

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOS E IMÀGENES

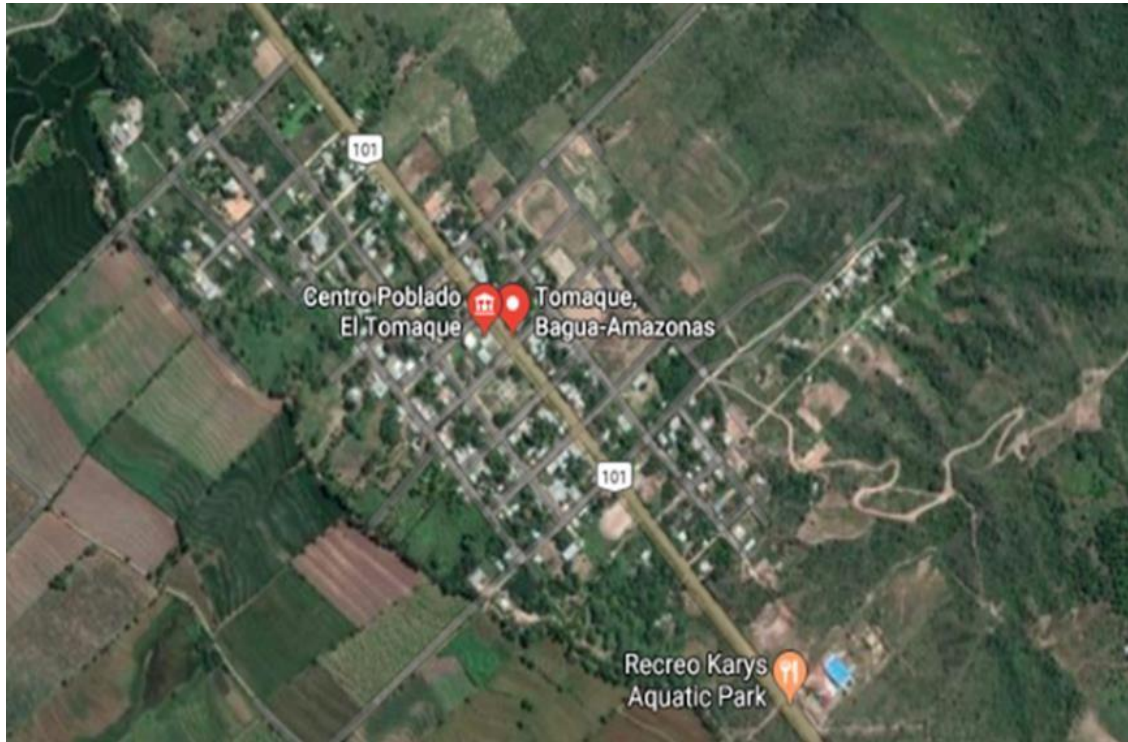


Figura 6. Imagen satelital del Centro Poblado Tomaque - Bagua - Amazonas



Figura 7. Frascos para la toma de muestras



figura 8. Presencia de ganadería a los alrededores de la captación de agua de consumo humano del C.P. Tomaque.



figura 9. Captación de agua del manantial "Chonza Laguna".



Figura 10. Primer pozo de la planta de Tratamiento.



Figura 11. Segundo pozo de la planta de tratamiento y al fondo se observa el reservorio y la caseta de cloración.



Figura 12. Deslizamiento del reservorio.



Figura 13. Tapa del reservorio fuera de su lugar.



Figura 14. Fotos representativas de la toma de muestras de agua del C.P. Tomaque.



Figura 15. foto de la planta de tratamiento con presencia de malezas.



Figura 16. Foto de la planta de tratamiento cuando el agua lleva con materia contaminante por las fuertes lluvias.



Figura 17. Presencia de malezas en el primer pozo



Figura 18. presencia de barro marrón en la canaleta en ausencia de agua y animales en descomposición en la planta de tratamiento.



Figura 19. tubería del agua que llega a la planta de tratamiento en mal estado.

ANEXO 2. GRÀFICAS REPRESENTATIVAS

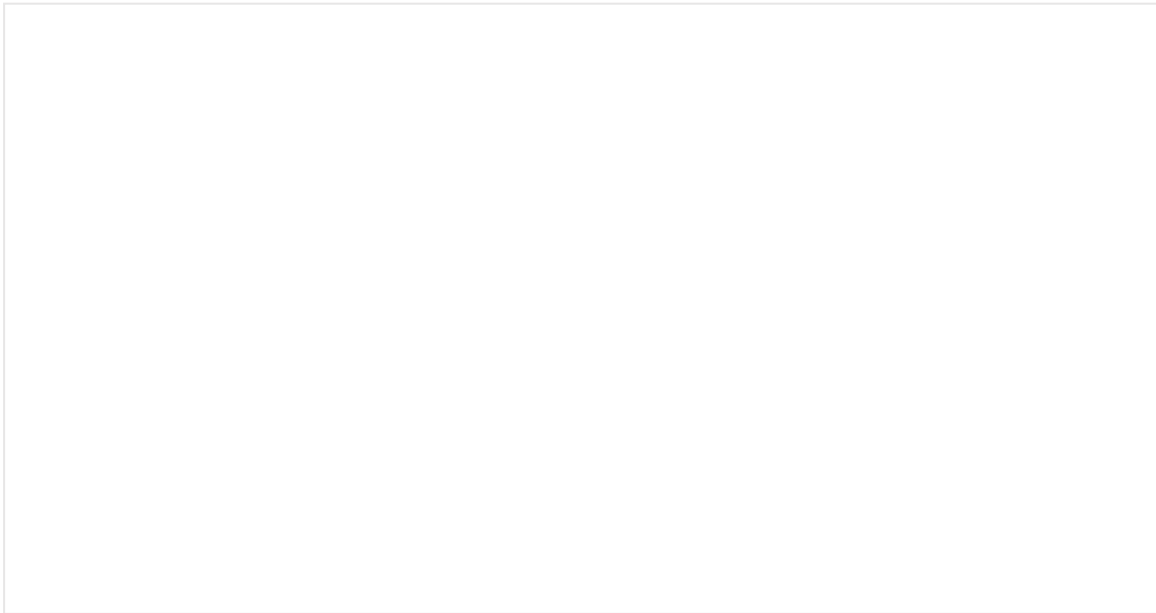


figura 20. Parámetro con mayor concentración microbiana en los puntos de muestreo.

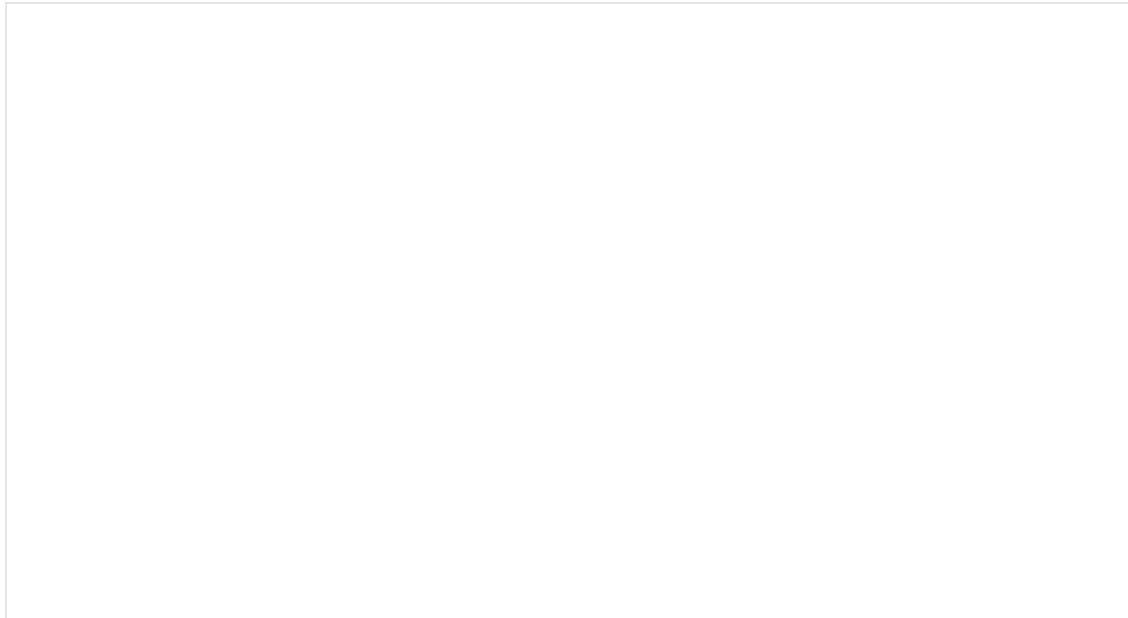


figura 21. Punto de muestreo con mayor concentración microbiana.

ANEXO 3. OPERACIONALIZACIÒN DE VARIBLES

Tabla 5. Operacionalización de variables

Parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de consumo humano			
Definición conceptual: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.			
Definición operacional: parámetros microbiológicos y parasitológicos cuyas dimensiones comprenden: coliformes totales, coliformes termotolerantes, bacterias <i>Escherichia coli</i> , bacterias heterotróficas y formas parasitarias de helmintos y protozoarios.			
Variables	Indicador	Unidad de análisis	instrumento
Bacterias coliformes totales.	Concentración del elemento bacteriológico según el LMP permitidos por el MINSA en NMP/100 mL.	500 mL. de muestra de agua	informe de ensayo de laboratorio.
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.	Concentración del elemento bacteriológico según el LMP permitidos por el MINSA en NMP/100 mL.	500 mL. de muestra de agua	informe de ensayo de laboratorio.
Bacteria <i>Escherichia coli</i> .	Concentración del elemento bacteriológico según el LMP permitidos por el MINSA en NMP/100 mL.	500 mL. de muestra de agua	informe de ensayo de laboratorio.
Bacterias Heterotróficas	Concentración del elemento bacteriológico según el LMP permitidos por el MINSA en UFC/100 mL.	500 mL. de muestra de agua	informe de ensayo de laboratorio.
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Concentración del elemento parasitológico según el LMP permitidos por el MINSA en Org/L.	500 mL. de muestra de agua	informe de ensayo de laboratorio.

ANEXO 4. ANÀLISIS MICROBIOLÒGICOS Y PARASITOLÒGICOS

INFORME DE ENSAYO N° IE 0421313

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre YOBANY GUEVARA FONSECA
Dirección -
Persona de contacto YOBANY GUEVARA FONSECA Correo electrónico uniguevaraf@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo 22.04.21 Hora de Muestreo 13:10 a 14:10
Responsable de la toma de muestra Cliente Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo Puntual
Número de puntos de muestreo 04
Ensayos solicitados Microbiológicos
Breve descripción del estado de la muestra Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación
Referencia de la Muestra: Análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para el consumo humano en el centro poblado Tomaque- Bagua, 2021

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato SC-120 Cadena de Custodia CC - 313 - 21
Fecha y Hora de Recepción 23.04.21 11:49 Inicio de Ensayo 23.04.21 12:30
Reporte Resultado 04.05.21 07:45

FIRMA DIGITAL

GRG LABORATORIO REGIONAL CAJAMARCA

Firmado digitalmente por NEYRA
JAICO Edder Miguel FAU
20453744168.ssh
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04.05.2021 08:27:37 -05:00

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 04 de mayo de 2021

INFORME DE ENSAYO N° IE 0421313

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Captación	Reservorio	Planta de Tratamiento	Cañería	-	-
Código Laboratorio			0421313-01	0421313-02	0421313-03	0421313-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			C.P. Chonza Laguna	C.P. Tomaque	C.P. Tomaque	C.P. Tomaque	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	1.0	25 x 10 ²	45 x 10 ²	880	49 x 10 ²	-	-
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	16 x 10 ²	28 x 10 ²	540	35 x 10 ²	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	920	16 x 10 ²	240	11 x 10 ²	-	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	540	16 x 10 ²	240	11 x 10 ²	-	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1	<1	<1	<1	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 04 de mayo de 2021

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por ZULUETA
SANTA CRUZ Enver FAU
20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 04.05.2021 07:59:19 -05:00

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por COLINA
VENEGAS Juan Jose FAU
20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 04.05.2021 08:20:11 -05:00

INFORME DE ENSAYO N° IE 0421338A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre YOBANY GUEVARA FONSECA
Dirección -
Persona de contacto YOBANY GUEVARA FONSECA Correo electrónico uniguevaraf@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo 29.04.21 Hora de Muestreo 17:30 a 16:00
Responsable de la toma de muestra Cliente Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo Puntual
Número de puntos de muestreo 04
Ensayos solicitados Microbiológicos
Breve descripción del estado de la muestra Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación
Referencia de la Muestra: Análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para el consumo humano en el centro poblado Tomaque- Bagua, 2021

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO


N° Contrato SC-120 Cadena de Custodia CC - 338A - 21
Fecha y Hora de Recepción 30.04.21 10:30 Inicio de Ensayo 30.04.21 10:45
Reporte Resultado 11.05.21 12:45



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 11 de mayo de 2021

INFORME DE ENSAYO N° IE 0421338A

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Captación	Reservorio	Planta de Tratamiento	Cañería	-	-
Código Laboratorio			0421313-01	0421313-02	0421313-03	0421313-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			C.P. Chonza Laguna	C.P. Tomaque	C.P. Tomaque	C.P. Tomaque	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	1.0	83 x 10 ²	13 x 10 ³	41 x 10 ²	32 x 10 ²		
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	54 x 10 ²	54 x 10 ²	28 x 10 ²	22 x 10 ²		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	16 x 10 ²	21 x 10 ²	12 x 10 ²	54 x 10 ¹		
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	16 x 10 ²	17 x 10 ²	12 x 10 ²	54 x 10 ¹		
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	646	3480	702	416		

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 11 de mayo de 2021

**ANEXO 5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS SEGÚN EL
REGLAMENTO DS N° 031-2010-SA.**

ANEXO I

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.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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