



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes como indicador de
contaminación del agua potable, distrito de Mochumi,
Lambayeque, 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Gonzalez Castro Anthony Paul (ORCID: 0000-0001-9860-8839)

Vargas Zambrano María Anita (ORCID: 0000-0003-4951-7601)

ASESOR:

Mgtr. Honores Balcázar César Francisco (ORCID: 000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

A mis padres, Ángel y Silvia, por su esfuerzo incansable...

A mi amada novia, Guadalupe, por estar a mi lado cada día...

A mis hermanas, Kharol, Socorro, Katia y Ángela, por su amor fraternal...

Anthony Paul Gonzalez Castro

Agradecimiento

Al Señor Dios Todopoderoso, por su amor infinito y su misericordia inefable para con los que buscan.

Anthony Paul Gonzalez Castro

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS.....	40
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	72

Índice de tablas

Tabla N° 1. Frecuencia de muestreo y parámetros.....	36
Tabla N° 2. Tamaño de muestra para muestreo de agua potable	41
Tabla N° 3. Tamaño de muestra para encuesta de viviendas	45
Tabla N° 4. Resultados de muestreo de agua potable.....	49
Tabla N° 5. Pregunta 1: Sabe usted, ¿de qué fuente proviene el agua del grifo?.....	54
Tabla N° 6. Pregunta 2: Sabe usted, ¿qué tipo de tratamiento recibe el agua del grifo?.....	55
Tabla N° 7. Pregunta 3: ¿Qué características tiene el agua que llega a su grifo?	56
Tabla N° 8. Pregunta 4: ¿Su familia consume el agua potable que llega a su grifo?	57
Tabla N° 9. Pregunta 5: ¿Qué tipo de tratamiento aplica para el agua que recibe de la red pública?	58
Tabla N° 10. Pregunta 6: ¿Con qué frecuencia se presentan caídas de presión en el suministro de agua?	59
Tabla N° 11. Pregunta 7: ¿Cuántas horas al día cuenta con suministro de agua potable?	60
Tabla N° 12. Pregunta 8: ¿Ha habido algún caso de infección gastrointestinal en su familia por consumo de agua?.....	61
Tabla N° 13. Pregunta 9: ¿El funcionamiento del sistema de alcantarillado es adecuado?.....	62
Tabla N° 14. Pregunta 10: ¿Considera usted que el agua podría estar contaminada?.....	63
Tabla N° 15. Pregunta 11: ¿Cree usted que las aguas residuales domésticas tienen tratamiento?.....	64

Índice de gráficos y figuras

Figura N° 1. Cobertura mundial del servicio de agua para consumo.....	20
Figura N° 2. Cobertura mundial del servicio de saneamiento, 2000-2017.....	20
Figura N° 3. Sistemas de abastecimiento de agua potable en ciudades.....	21
Figura N° 4. Formas de eliminación de excretas en la población.....	22
Figura N° 5. Suministro básico de agua en zonas urbanas.....	23
Figura N° 6. Suministro básico de agua en zonas rurales.....	23
Figura N° 7. Ubicación de Mochumí.....	28
Figura N° 8. Hogares conectados a la red de agua potable.....	30
Figura N° 9. Hogares de Mochumí con red de agua potable.....	30
Figura N° 10. Mapa del distrito de Mochumí.....	31
Figura N° 11. Sectorización por manzanas.....	34
Figura N° 12. Enumeración de manzanas sectorizadas.....	35
Figura N° 13. Procedimiento para la toma de muestras.....	38
Figura N° 14. Cuestionario de encuesta.....	39
Figura N° 15. Gráfico de pregunta 1.....	53
Figura N° 16. Gráfico de pregunta 2.....	54
Figura N° 17. Gráfico de pregunta 3.....	55
Figura N° 18. Gráfico de pregunta 4.....	56
Figura N° 19. Gráfico de pregunta 5.....	57
Figura N° 20. Gráfico de pregunta 6.....	58
Figura N° 21. Gráfico de pregunta 7.....	59
Figura N° 22. Gráfico de pregunta 8.....	60
Figura N° 23. Gráfico de pregunta 9.....	61
Figura N° 24. Gráfico de pregunta 10.....	62
Figura N° 25. Gráfico de pregunta 11.....	63

Resumen

El agua es el recurso más importante que existe en la Tierra, y el acceso a ella es un derecho fundamental inquebrantable, por el cual todos los gobiernos, organizaciones y personas deben prevenir su contaminación. La falta de acceso a agua potable y a servicios de saneamiento adecuados es un problema mundial, y en el Perú esta misma situación es un problema con el que conviven todas las regiones en diferentes medidas.

La región de Lambayeque no es ajena a la problemática de la falta de agua potable y de servicios seguros de saneamiento. En el distrito de Mochumí solo el 61,2% de la población cuenta con conexión a la red pública, sin embargo, existen problemas de saneamiento que está causando zozobra en las personas y que representan un riesgo para la salud, ya que las deficiencias en el servicio de saneamiento pueden provocar la contaminación del agua potable con aguas residuales.

La presente investigación aborda la problemática del agua potable y el riesgo de contaminación con aguas residuales domésticas, a través de un análisis microbiológico que permita evaluar las características del agua que consumen los habitantes de Mochumí y relacionar los problemas actuales en el servicio de saneamiento que representen un riesgo de contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas.

La relación entre las características microbiológicas del agua potable y las condiciones de saneamiento han permitido determinar que existe el riesgo de contaminación con aguas residuales domésticas, debido a los problemas en el suministro de agua potable caracterizado por una problemática que la población ha manifestado y vive día a día.

Abstract

Water is the most important resource on Earth, and access to it is an unbreakable fundamental right, for which all governments, organizations and individuals must prevent its contamination. The lack of access to potable water and adequate sanitation services is a global problem, and in Peru this same situation is a problem that all regions coexist with to varying degrees.

The Lambayeque region is no stranger to the problem of lack of drinking water and safe sanitation services. In the district of Mochumí, only 61.2% of the population is connected to the public network; however, there are sanitation problems that are causing anxiety among the people and represent a health risk, since deficiencies in the sanitation service can lead to contamination of drinking water with wastewater.

This research addresses the problem of drinking water and the risk of contamination with domestic wastewater through a microbiological analysis to evaluate the characteristics of the water consumed by the inhabitants of Mochumí and to relate the current problems in the sanitation service that represent a risk of contamination of drinking water with domestic wastewater.

The relationship between the microbiological characteristics of drinking water and sanitation conditions has made it possible to determine that there is a risk of contamination with domestic wastewater, due to problems in the drinking water supply characterized by a problem that the population has expressed and lives with on a daily basis.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es imprescindible para vivir y es un fundamental derecho para todos los seres humanos (Forde et al., 2019; Moussa et al. 2017; Sánchez, 2017; Vammen & Vaux, 2019), pero actualmente solo el 71% de las personas en el mundo cuenta con un suministro seguro (no contaminado) de agua potable (WHO, 2019). Así mismo, 3,500 millones de personas probablemente sufran escasez de agua en 2025 (World Resources Institute, 2021). Y según la UNESCO (2018) la demanda de agua dulce se incrementará a un tercio para el año 2050, causado por la expansión demográfica; lo que a su vez provocará que el 25% de la población sea afectada por la escasez de agua (CEPAL, 2018).

La disponibilidad de agua está siendo amenazada por la constante contaminación que genera la actividad antropogénica y por el calentamiento global (Díaz & Granada, 2018; Hakizimana et al. 2017; Mejía & Muñoz, 2020; Ripple et al. 2017); factores que también amenazan al Perú, y generan impactos como la escasez del agua y el menoscabo de su calidad (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales, 2017) y en las relaciones sociales (Roca & Palacio, 2019). Por eso, las ONU declara que la disponibilidad de agua potable y el servicio adecuado de saneamiento contribuyen al medio ambiente, la salud y la mitigación de la pobreza. (Agenda 21, 1992; Piguave-Reyes et al. 2019).

Según la OMS (2018), para proteger la calidad del agua para consumo humano se deben aplicar diferentes barreras, desde la captación hasta el consumidor para prevenir la contaminación o para llevarla a valores no malsanos para la salud. Villena (2018) indica que son necesarios la evaluación y el control de riesgos durante todo este proceso. Por el contrario, el déficit de acceso a las prestaciones de saneamiento causa el vertido de aguas residuales sin ningún tratamiento, ocasionado la contaminación (SUNASS, 2021). A esto se suma el hecho que en el mundo aproximadamente el 80% del total de aguas residuales, de tipo industrial y municipal, son descargadas a los ecosistemas sin un proceso previo de descontaminación, acarreando resultados dañinos para la salubridad (WWAP, 2017).

En Latinoamérica y el Caribe hay un potencial para dar un tratamiento a más del 40% de las aguas residuales producidas, de tipo municipal (FAO, 2017). En el Perú, más del 80% de hogares se aprovisiona de agua potable a través de la red pública (Cabezas, 2018), y las EPS (empresas prestadoras de servicios de saneamiento), aplican tratamiento a cerca del 78% de las aguas residuales generadas. Por otra parte, los tratamientos actuales tienen un alto costo y el abastecimiento seguro depende de los recursos de las EPS, por lo que también existe el riesgo de contaminación de sus fuentes naturales de agua (SUNASS, 2020; Torregrosa et al., 2019). En ese sentido, la responsabilidad de asegurar un servicio eficiente y sostenible también recae en las municipalidades provinciales (Decreto Legislativo N° 1280, 2016).

Según el INEI (2020), Lambayeque ocupa el octavo lugar como región que cuenta con acceso a una red de suministro de agua para consumo, con un 95,1%. Sin embargo, en no pocos distritos, con acceso a agua potable, se han registrado niveles altos de contaminación, provocando diferentes perjuicios a la salud pública y a los sistemas ambientales (Defensoría del Pueblo, 2021). Y en el distrito de Mochumí, donde el 61,2% de hogares tienen conexión a la red de agua potable (AmigoCloud, 2017), aproximadamente el 54% de las familias manifiestan que no cuentan con una red de alcantarillado o de evacuación adecuada de heces (Huertas & Benavides, 2018).

El déficit de acceso a las prestaciones de saneamiento trae consigo problemas de salud como enfermedades gastrointestinales, diarreas, parásitos intestinales, infecciones, desnutrición y anemia (SUNASS, 2020). Y los contaminantes de agua fresca incluyen a los microbiológicos (bacterias, virus, hongos y parásitos) y a las sustancias químicas (Gómez-Duarte, 2018). Por tanto, la aparición de bacterias coliformes en las aguas residuales significa y representa una amenaza potencial para la salubridad (Cadenas et al. 2019) en el distrito de Mochumí, planteándose la necesidad de conocer si el agua de consumo es realmente potable.

La evaluación de microorganismos indicadores permite determinar la inocuidad del agua (González & Roldán, 2019), ya que su utilización es de bajo costo y propicia la aplicación de medidas adecuadas de tratamiento, control y prevención de enfermedades que pueden transmitirse por ella (Ríos et al. 2017). Esta ventaja propicia la ejecución de esta investigación para determinar la contaminación del agua potable en el distrito de Mochumí.

En ese contexto, se formula el subsecuente problema de investigación, ¿en qué medida la determinación de presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes, como indicadores microbiológicos de la calidad del agua, permitirá demostrar la contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas en el distrito de Mochumí? Y los siguientes problemas específicos, ¿De qué manera se evaluará el agua potable para demostrar que hay contaminación por aguas residuales domésticas? ¿Qué fallas existen en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar al agua potable en el distrito de Mochumí? ¿Cómo se relaciona la presencia de *Escherichia Coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable con las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento?

La hipótesis general planteada es que la determinación de presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes, como indicadores microbiológicos de la calidad del agua, permitirá demostrar que existe contaminación con aguas residuales domésticas al relacionar los resultados microbiológicos con las condiciones de saneamiento. Las hipótesis específicas son: a) La presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes presumirá la contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas. b) Las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento aumentan el riesgo de la contaminación del agua potable. c) La presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes se deben a las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento.

El objetivo principal de esta investigación es determinar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes para demostrar el grado de contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas en el distrito de Mochumí, Lambayeque. Los objetivos específicos son: a) Evaluar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable del distrito de Mochumí. b) Describir las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar el agua potable en el distrito de Mochumí. c) Relacionar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes con las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento.

Respecto a la justificación teórica de la presente investigación, de acuerdo a las definiciones de Baena (2017), Méndez (2011) y Ñaupas et al. (2014) donde apuntan que esta clase de justificación profundiza los enfoques teóricos para avanzar en el conocimiento de una línea de investigación. Por tanto, la revisión de los enfoques teóricos relacionados a las bacterias *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes, como indicadores microbiológicos de contaminación del agua potable, y su relación con la contaminación por aguas residuales domésticas, que este a su vez se podría relacionar con el problema del déficit de disponibilidad adecuada a los servicios de saneamiento como el tratamiento de las mismas.

La justificación práctica según Baena (2017), Bernal (2010) y Hernández et al. (2014), permite generar aportes prácticos relacionados con la problemática estudiada. Bajo esta definición, esta investigación busca la determinación de indicadores microbiológicos, en este caso, *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes, en el agua potable del distrito de Mochumí, que permitirán conocer, a través de un análisis de muestras, el grado de contaminación con aguas residuales domésticas, con el fin de relacionar los resultados con el problema de la falta de acceso adecuado a servicios de saneamiento, en este caso, la ausencia de un proceso de tratamiento para estas mismas aguas residuales.

De acuerdo a Hernández et al. (2014), Méndez (2011) y Ñaupas et al. (2014) una investigación se justifica metodológicamente cuando se creará un nuevo

instrumento de recolección de datos, una metodología para estudiar variable o una estrategia para la obtención de conocimiento válido. En ese sentido, se emplea una metodología que busca relacionar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable con la contaminación por aguas residuales domésticas derivados de la falta de un acceso seguro a prestaciones de saneamiento, en este caso, un relativo proceso de tratamiento a las aguas residuales domésticas.

La presente investigación se justifica socialmente porque las personas que habitan en el pueblo de Mochumí no saben a ciencia cierta si el agua que reciben en sus hogares, conectadas a una red pública, no se encuentra contaminada con *Escherichia coli* y/o Coliformes Termotolerantes. Entonces, esta investigación tiene como finalidad generar una información real de la calidad del agua potable que reciben día tras día, que permita conocer si existe contaminación con aguas residuales domésticas. Dado que el D.S. 031-2010-SA (2010), Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, enuncia que, en el agua suministrada a la población para su consumo, no deben hallarse bacterias *Escherichia coli*, coliformes totales y coliformes termotolerantes.

II. MARCO TEÓRICO

Para los fines de esta investigación, los antecedentes relacionados con las variables de investigación serán estructurados en: internacionales, nacionales y locales de acuerdo a lo propuesto por investigadores como Martínez (2011), Osorio & Díaz (2018) y Orosco (2016).

En el marco internacional, Fuentes-Osorio et al. (2021), en su indagación llevada a cabo en la ciudad de Escuintla, Guatemala, acerca de la condición microbiológica del agua potable, publicada en una reconocida revista del colegio de médicos cirujanos de Guatemala, planteó como su finalidad la determinación de la calidad del agua, a nivel microbiológico, en la población de Escuintla, 2020. El método aplicado consistió en un estudio descriptivo transversal sobre la base de un proceso analítico en un laboratorio microbiológico de aproximadamente 63 muestras de agua potable, a fin de hallar la existencia de *Escherichia coli* y Coliformes totales, recolectadas de tanques de almacenamiento en la ciudad de Escuintla. Sus resultados fueron que casi el 80% de los tanques de almacenamiento abastece agua potable de manera segura; y el 20% (13) de los tanques de almacenamiento se encuentran contaminados con *Escherichia coli* y Coliformes Totales, no siendo permitido su consumo para las personas. Su conclusión fue que el 20% de los depósitos (de acopio) de agua potable, en el poblado de Escuintla, estaba contaminada con *Escherichia coli* y Coliformes Totales. De lo anterior, resaltamos la importancia de la existencia de *E. coli* y Coliformes Totales como señal inequívoca del tipo agua que no debe ingerirse.

A nivel nacional, se encontró una tesis relacionada con *Escherichia coli* y Coliformes termotolerantes fue realizada por Aza (2018), de la Universidad Católica de Santa María, quien hizo un estudio sobre bacterias coliformes totales en el agua potabilizada del distrito de Chuquibamba, Arequipa, con el primordial objetivo de definir el hallazgo de bacterias coliformes totales y fecales del agua potabilizada, hacer una comparación de los resultados del análisis con los parámetros legales (límites máximos permisibles) e identificar los tipos de coliformes encontrados. El diseño aplicado fue descriptivo y observacional. La metodología de análisis estuvo basada en los métodos estandarizados para el examen de agua y aguas residuales

(SMEWW), donde se realizaron más de cincuenta pruebas de variados lugares de muestreo (9) entre viviendas y reservorios. Las conclusiones del análisis demostraron la presencia de Coliformes totales y fecales en las viviendas. Su conclusión fue que, en el agua potable de los reservorios, fueron halladas bacterias coliformes totales y fecales con cifras que superan los límites determinados por el DS 031-2010 SA. Por otra parte, el número de bacterias termotolerantes presentes en el agua potable de las viviendas tiene valores dentro de un rango aceptable, por debajo del valor permitido (LMP) de <1,8 NMP por cada 100 mL. Así mismo se logró encontrar a un par de tipos de bacterias fecales: *Klebsiella pneumoniae* y *E. coli* y.

Según Romero (2021), en su tesis de maestría en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, hizo una investigación relacionada con las particularidades microbiológicas, químicas y físicas del agua potable en el área urbana del distrito de Pomahuaca, provincia de Jaen, que llevó a cabo a causa de la problemática del agua potable en la ciudad de Pomahuaca, Jaén. Se implementó el protocolo de la RD N° 160-2015-DIGESA-SA para el registro, preservación, conservación, transporte, frecuencia y número de muestreos. Las conclusiones del proceso analítico determinaron la presencia de coliformes totales y termotolerantes en los puntos muestreados obligatoriamente, con valores muy elevados respecto a los valores permitidos descritos en el D.S. N°031-2010-SA. Niveles de turbidez que superan las 5 UNT, que es el límite permitido según el D.S. N°031-2010-SA. El resto de resultados obtenidos mostraron características blandas y alcalinas en el agua, pero sin presencia de nitratos ni de arsénico. La conclusión fue que la solución al problema de la inocuidad del agua destinada consumo poblacional (o potable) en el distrito de Pomahuaca sería la implementación de un sistema de hipocloración, a través de goteo constante, como opción tecnológica que pueda ser adecuada en los sistemas de abastecimiento de agua potabiliza.

En ese sentido, la tesis de Atencio (2018), de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde realizó un análisis de agua para consumo humano (o potable) para determinar su calidad y la perspectiva que tienen las personas del pueblo de San Antonio, Randas, de la provincia de Pasco, en el año 2018, para buscar dar respuesta al problema ¿En la población de San Antonio, Randas, Pasco,

el agua para consumo es inocua y cuál es la perspectiva de los pobladores? La finalidad de su tesis fue evaluar el grado de la calidad del agua que consume San Antonio y conocer la perspectiva de los habitantes de este pueblo ubicado en Rancas. La metodología que aplicó la investigadora fue descriptiva, de tipo transversal, que se inició con un muestreo de puntos de agua potable para sean analizados en un lugar acreditado y finalmente contrastadas con los LMP del DS 031-2010-SA. Los hallazgos de los análisis ejecutados que obtuvo concluyeron que: a) la temperatura, el pH y los sólidos disueltos totales se encontraron dentro del margen establecido en los LMP; b) los coliformes totales y fecales se hallaron a valores lejos de lo aceptable, y que por tanto se concluyó que el agua potable que es consumida por los habitantes de San Antonio de Rancas, Pasco, no se encuentra adecuada para ser consumida por las personas; c) los valores resultantes de los parámetros químicos se hallaron dentro de los valores permitidos. Las conclusiones de su investigación fueron que el agua potable de la población de San Antoni no debe ser consumida por los habitantes de esta localidad, ya que se han hallado coliformes totales y fecales con cifras que sobrepasan los niveles permitidos (LMP), prescritos en el DS 031-2010-SALUD y el DS 004-2017-MINAM.

A nivel local, Bances (2018) en su tesis realizada en la municipalidad de Mórrope, en la oficina que gestiona las prestaciones de agua y saneamiento, para evaluar la supervisión y los controles existentes del agua para consumo humano, sobre la base de una falta de vigilancia como problema que existe en las redes de suministro de agua potable. Su objetivo principal fue promover la acción de vigilar constantemente el agua que consume la población rural en Mórrope, Lambayeque. Su metodología consistió primero en inspeccionar cómo se encuentran sanitariamente los sistemas de suministro o abastecimiento de agua de la población rural del distrito de Mórrope, que consistió en una evaluación in situ de sus componentes; luego, monitorear la cantidad cloro residual en el reservorio, la red principal y los hogares; y finalmente, los análisis microbiológicos del agua potable en diez sistemas de abastecimiento. Sus resultados fueron que, en las diez muestras de agua procesadas, provenientes de todos los sistemas de abastecimiento estudiados, se halló presencia de Coliformes totales y Coliformes fecales. Sus conclusiones fueron a) el agua potable que consume la población rural

del distrito de Mórrope no debe ser consumida por las personas; b) es necesario promover la vigilancia sanitaria de los sistemas de abastecimiento.

En una investigación nacional relacionada con la contaminación del agua potable realizada por Godoy (2020), de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, en su tesis sobre contaminación del agua de consumo en hogares de la población de Maynas durante un periodo de tiempo en el año 2017, con el objetivo de describir la cantidad de cloro residual y el grado de contaminación del agua a nivel microbiológico, desde que es captada hasta el proceso de distribución en los domicilios de la ciudad de Maynas, Loreto. El enfoque de investigación fue cualitativo, transversal y no experimental. El método analítico para procesamiento de las muestras de agua potable fue con base en los métodos estandarizados para el examen de agua y agua residual (SMEWW), y los resultados fueron comparados con el D.S. 004-2017-MINAM y el D.S. 031-2010-SA. Esta investigación evaluó que la cantidad de cloro contenido en los reservorios se encuentran dentro de los valores permitidos (LMP). Asimismo, fue hallado que en el 100% de los distritos estudiados (Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista) la concentración de hipoclorito en los hogares fue menor con valores por debajo de 0,0 mg/l, lo que puede ser causado por la deficiente aplicación de hipoclorito y/o probablemente por deficiencias en las tuberías del sistema de distribución, y por la intermitencia del servicio. Por otra parte, sus resultados dejaron entrever la multiplicación de bacterias malsanos para la salubridad como coliformes totales, coliformes termotolerantes, heterótrofos y *Escherichia coli*. Su conclusión fue que es necesario establecer medidas que propicien y solucionen la contaminación del agua potable en los hogares de Maynas a través de la implementación de un proyecto de preservación y conservación del agua.

A continuación, abordaremos algunos enfoques teóricos y conceptuales relacionados con nuestras variables de investigación:

La OMS (2018) define al agua para consumo humano como aquella que no provoca ningún daño importante para la salud pública cuando se ingiere a lo largo de un periodo de vida. El reglamento nacional que establece la calidad del agua

que puede ser consumida o ingerida por la población (DS 031-2010-SA) y la Resolución Directoral 160-2015 [DIGESA], refieren que también debe ser apropiada para su uso habitual en el hogar, incluyendo los hábitos de higiene. El Comité Técnico de Normalización de Tecnología Química (2012), en la NTP 214.048:2012, aprobado y publicado por INDECOPI, establece que el agua potable es aquella que puede ser consumida porque no representa un riesgo para la salud. Por su parte, la SUNASS (2018) precisa que el agua potable es aquella que puede ser ingerida por las personas sin haber posibilidad de sufrir enfermedad alguna, además de enfatizar que es un bien natural indispensable y por el que la humanidad tiene el derecho de su acceso.

El Artículo 60° del DS 031-2010-SA, reglamento nacional que establece la calidad del agua que puede ser consumida o ingerida por la población, cuando se refiere a los estándares microbiológicos y de otros organismos, señala que el agua que va a ser consumida o ingerida por la población, tal como se señala en el Anexo I, no debe tener ningún tipo de bacterias tales como E. coli, coliformes totales y termotolerantes. Y en su apartado 63°, donde habla acerca de los parámetros que deben ser controlados obligatoriamente (PCO), refiere que este tipo de agentes obliga a todas las empresas prestadoras de servicio (EPS) a realizar controles periódicos del agua para verificar lo siguiente: 1. Presencia Coliformes totales; 2. Presencia de Coliformes termotolerantes; 3. Color del agua; 4. Grado de turbidez; 5. Desinfectante residual; y 6. pH. Y de presentarse el hecho de un análisis de coliformes termotolerantes con resultados positivos, la empresa prestadora de servicio (EPS) debe poner en marcha un siguiente proceso analítico del agua para determinar presencia de bacterias Escherichia coli, como diagnóstico que confirme la existencia de contaminación por heces.

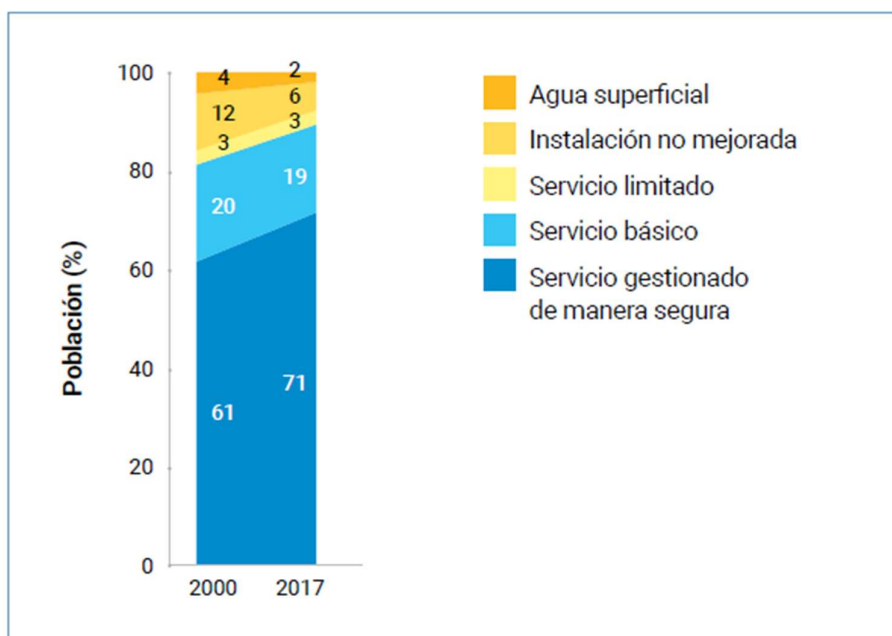
La Resolución Directoral 160-2015 de DIGESA, que habla acerca de los protocolos para tomar muestras de agua para consumo humano, preservarlas, conservarlas, transportarlas, almacenarlas y recepcionarlas, define a los Coliformes dentro de la clase de bacterias gram negativa, que fermenta la lactosa a temperaturas de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas en un plazo de 24 a 48 horas. Son bacterias que viven en medios anaerobios facultativos, con enzima oxidasa

negativa, no es capaz de formar esporas y poseen movimiento enzimático de la galactosidasa. Es un microorganismo que actúa como indicador de contaminación del agua considerada apta para el consumo por parte de las personas.

La Resolución Directoral 160-2015 [DIGESA], que describe los protocolos (pasos) para realizar la toma de muestras de agua para consumo humano, cómo preservar, conservar, transportar, almacenar y recepcionar, define a *Escherichia coli* como un bacilo, que puede vivir en medios sin oxígeno, facultativo gram negativo, de característica no esporulado. Es el principal indicador, a nivel microbiológico, de existencia de contaminación fecal (con heces) en el agua para consumo humano.

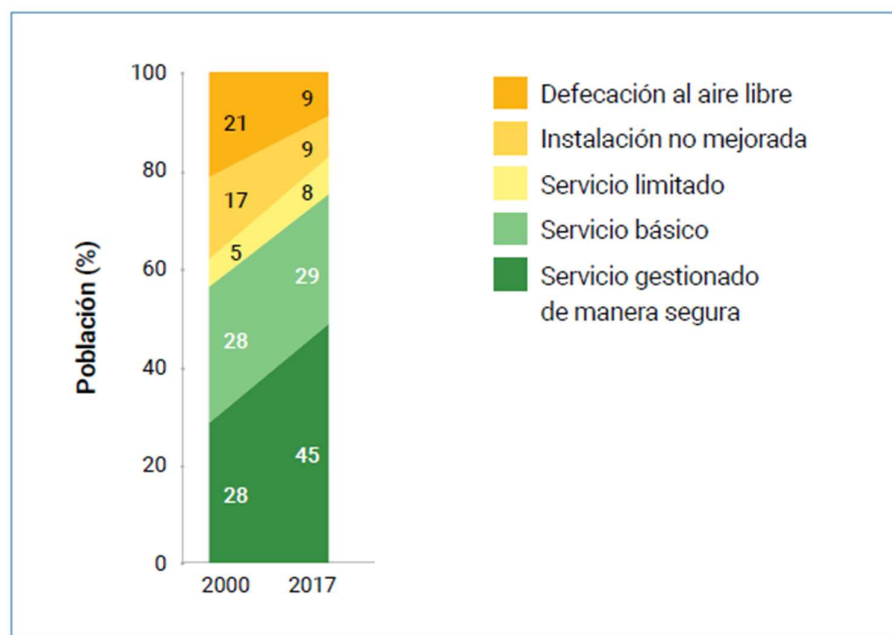
La UNESCO (2021), explicando problemática de agua, saneamiento e higiene (WASH), señala que, en el año 2017, 5.3 mil millones de habitantes (es decir, más del 70% de las personas en el mundo, de un total de 7.55 mil millones) accedió a un suministro de agua potable gestionado de manera segura y adecuada, esto quiere decir un servicio de abastecimiento que se encuentra cerca de las personas que viven en un lugar determinado, que está a disposición de ellos cuando se requiere su uso y no se encuentra contaminada (Figura 1). También, 3.4 mil millones de habitantes del mundo (lo que equivale a cerca del 45% de todos los habitantes que viven en la Tierra) accedió a sistemas de saneamiento gestionados de manera segura, con un mejoramiento en las características del inodoro, del que los residuos fecales se desechan de manera adecuada en el lugar o reciben algún tipo de tratamiento fuera del lugar donde viven (Figura 2).

Figura N° 1. Cobertura mundial del servicio de agua para consumo, 2000-2017



Fuente: OMS/UNICEF (2019)

Figura N° 2. Cobertura mundial del servicio de saneamiento, 2000-2017

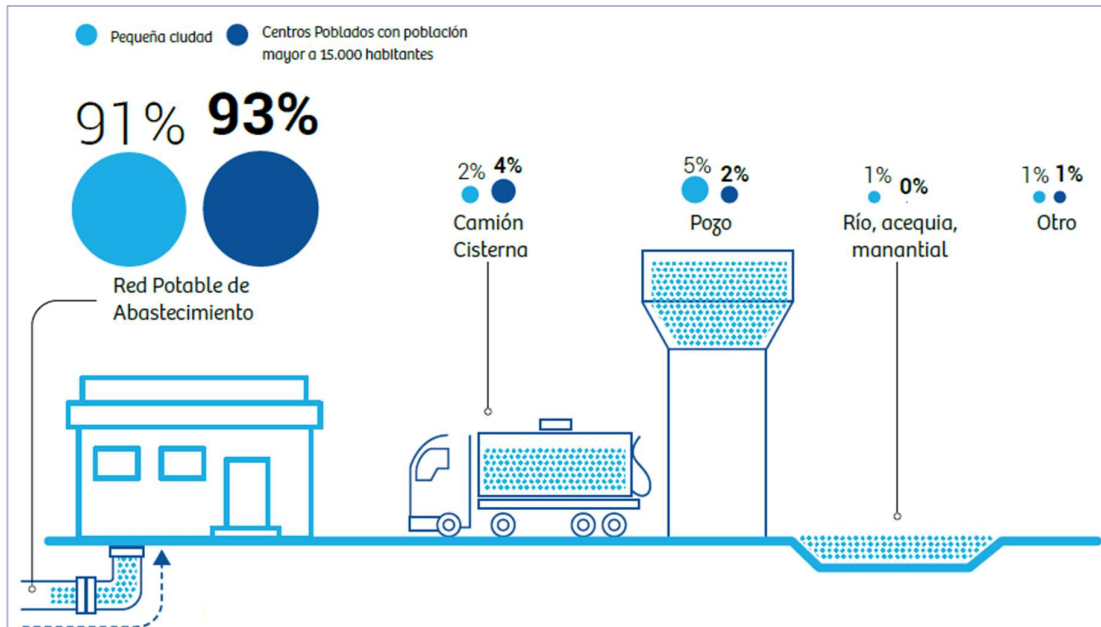


Fuente: OMS/UNICEF (2019)

De acuerdo al INEI (2018), en el año 2017 se registró que cerca del 91% de las personas en el país tiene acceso a agua potable a través un servicio

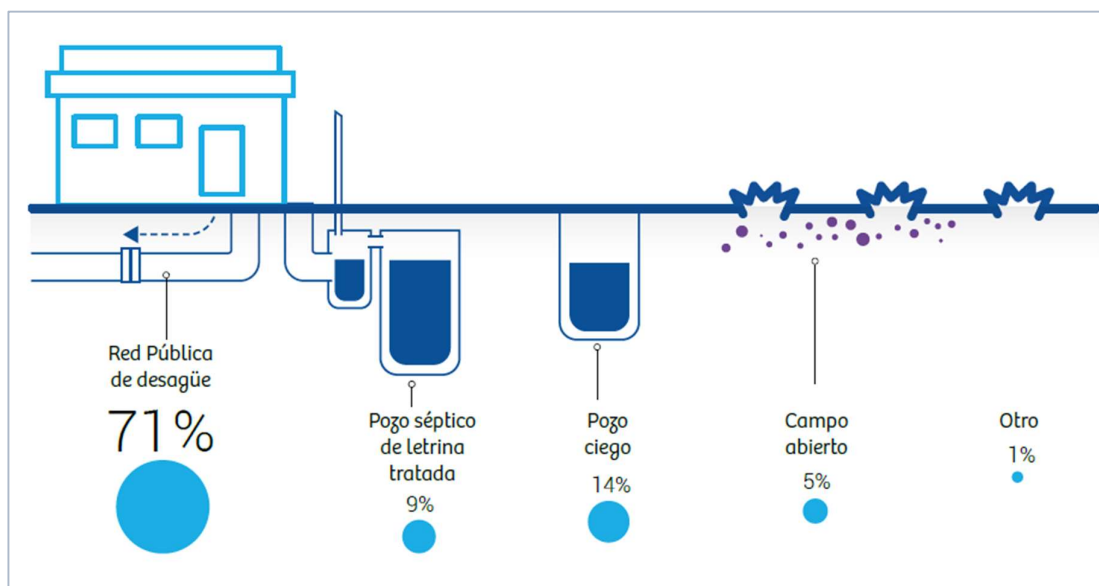
suministrado a través de la red pública. El resto de los habitantes accede a agua potable por medio de otros sistemas de abastecimiento como camiones cisterna (2%), pozos de agua subterránea (5%), ríos y otros (2%).

Figura N° 3. Sistemas de abastecimiento de agua potable en ciudades



Fuente: INEI (2017)

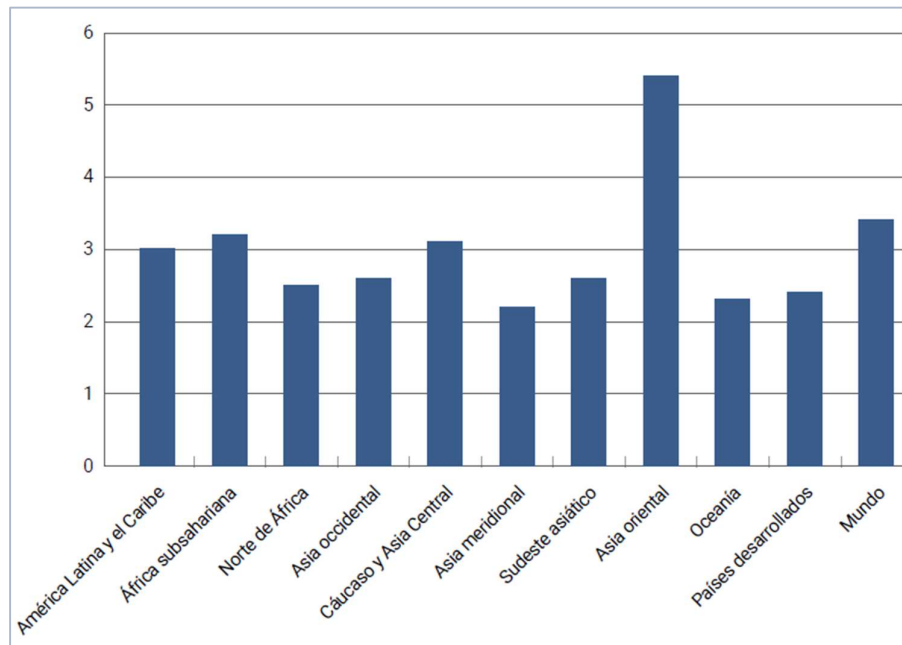
Figura N° 4. Formas de eliminación de excretas en la población



Fuente: INEI (2017)

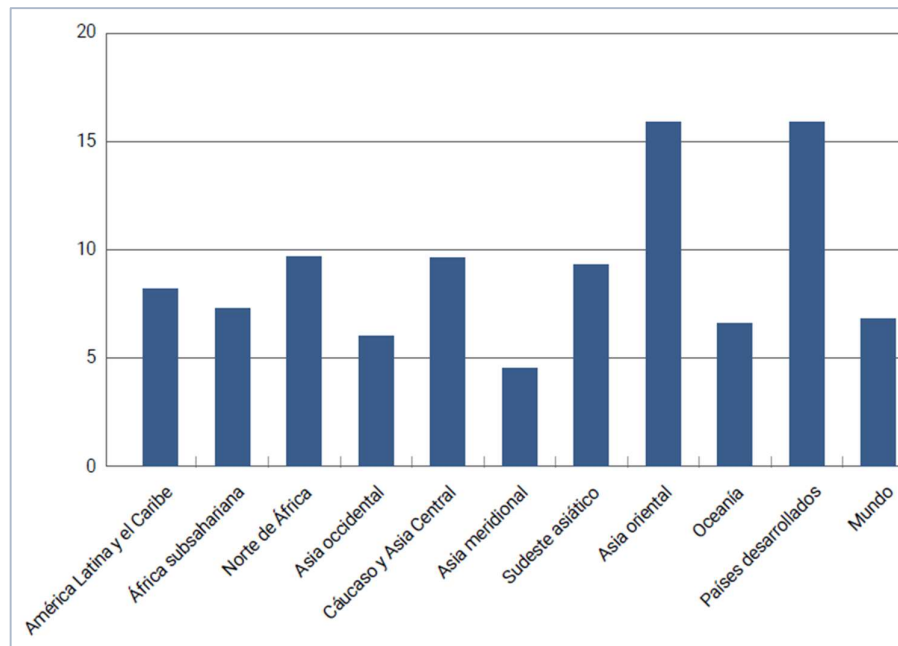
La importancia de la dotación de agua potable y de las prestaciones de saneamiento fue estudiada por Hutton (2018), que en su investigación describe los beneficios así como los costos globales que resultarían de lograr el acceso mundial de las prestaciones básicas de agua y saneamiento como objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, sugiere que la relación beneficio-costado (R B/C) favorece el suministro de agua potable (con una relación beneficio-costado de 3,4 en lugares urbanos, y 6,8 en el sector rural⁹. Respecto al servicio de saneamiento (2.5 para lugares urbanos y 5.2. para el sector rural). Las diferentes características entre ambos tipos de servicios de saneamiento y las diferencias entre los lugares urbanos y el sector rural en cuanto a la interacción beneficio y costo para ambos podría deberse a que el sistema de saneamiento es, por lo general, más costoso de implementar que el suministro básico de agua, mientras que ambos son más costosos en las zonas urbanas.

Figura N° 5. Suministro básico de agua en zonas urbanas



Fuente: Basado en datos de Hutton (2018)

Figura N° 6. Suministro básico de agua en zonas rurales



Fuente: Basado en datos de Hutton (2018)

La calidad del agua potable está directamente relacionada con sus fuentes naturales. Villenas (2018), en su trabajo de revisión sistemática “Water quality and sustainable development”, publicada en la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, aborda la problemática de la actividad que se encarga de extraer minerales, la cual trae consigo situaciones donde se propicia la diseminación de contaminantes químicos en el agua, que ha logrado alcanzar los reservorios de agua potable, lo que representa a su vez un riesgo de exposición de las personas a un peligro potencial para su salud. Su objetivo fue incentivar a las autoridades responsables del saneamiento para realizar una detallada evaluación de los compromisos de desarrollo sostenible en este rubro económico para alcanzar rendimientos sostenibles en el aspecto socioeconómico y sanitario. En su desarrollo explicó que la contaminación de los sistemas naturales representa un riesgo de exposición de las personas a los metales pesados, que los tratamientos fisicoquímicos son costosos para las empresas prestadoras de agua para consumo y que los problemas de tipo socioambiental tienen como excusa la existencia de metales pesados que llegan hasta la sangre de las personas, creando tensiones en el país que pueden generar condiciones adversas las inversiones y un retraso económico en el país. Sus conclusiones fueron que las características de un agua considerada potable en nuestro país se encuentra directamente relacionada al tipo de calidad que tienen las aguas en sus fuentes naturales, así como también a las limitaciones en los aspectos tecnológico y económico de las empresas responsables de las prestaciones de saneamiento para ejecutar las actividades necesarias que disminuyan y reduzcan la probabilidad de estar expuestos a los metales pesados, para asegurar el adecuado proceso de tratamiento del agua y las prestaciones adecuadas de saneamiento necesarios a través de sistemas seguros y sustentables.

Respecto a indicadores microbiológicos, Ríos, et al. (2017) en su estudio sobre indicadores patógenos y microbiológicos que describen la inocuidad y calidad del agua que puede consumir la población, publicada en una revista de Colombia, buscó dar respuesta al subsecuente problema de investigación: ¿cuáles son los principales indicadores, a nivel microbiológico, de la calidad e inocuidad del agua potable estudiados en la literatura? Para ello, la metodología que aplicó fue

seleccionar artículos originales en inglés y/o español en la literatura donde se describiera los variados tipos de organismos microbiológicos que actúan como indicadores de calidad o inocuidad del agua, publicados entre 2000 y 2015. Las bases de datos que fueron revisadas son: Science Direct, Pubmed, Springerlink. Sus resultados fueron que los microorganismos que actúan como indicadores de contaminación del agua, por lo general, han abarcado a las bacterias que se encuentran en la flora intestinal, entre las que se pueden nombrar a las coliformes totales, estreptococos fecales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.

La contaminación puede afectar también la calidad, en su aspecto microbiológico, de las aguas subterráneas. Piguave et al. (2019), en su estudio sobre la calidad del agua del subsuelo, a nivel microbiológico, como un riesgo significativo de enfermedades diarreicas en niños, Ecuador, publicada en la revista *Kasmera*, expone el problema de la contaminación de agua del subsuelo y su relación con las apariciones de diarrea en niños con una edad menor a los cinco años. Su objetivo fue reunir y revisar sistemáticamente las fuentes literarias disponibles acerca de la contaminación del agua subterránea como un riesgo significativo para provocar enfermedades diarreicas en niños cuya edad es menor a los cinco años. El método fue la revisión sistemática de la literatura científica acerca del problema, es decir sobre el grado de correlación entre las enfermedades diarreicas en niños cuya edad debe ser menor a los cinco años y la polución o degradación de los depósitos naturales de agua subterránea, consultando las siguientes fuentes de datos científicos: Scielo, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, y SpringerLink. Los resultados que obtuvo fueron que: a) las bacterias, protozoarios, virus, y helmintos tienen el potencial de causar enfermedad diarreica, por tanto, se debe hacer seguimiento y monitorear la características microbiológicas del elemento vital (agua) y tener en cuenta el probable daño para la salubridad derivado de la contaminación; b) fuentes literarias proponen que existe una correlación entre los casos de diarrea infantil y el consumo de agua contaminada, sea superficial o subterránea c) la demostración en la realidad también evidencia una correlación entre al prestación de saneamiento, la polución del agua potable y la salud pública. Sus conclusiones fueron 1) la contaminación causada por materia fecal se ha convertido en un riesgo alto para la salud

relacionado con la contaminación del agua potable; 2) El agua para consumo que está contaminada es capaz de causar enfermedades como la disentería, el cólera y otras enfermedades.

La relación entre agua potabilizada y el servicio de saneamiento es imprescindible en la evaluación de una o ambas. La reciente evaluación de Wolf et al. (2018) que investigó el impacto del agua potable, del saneamiento y el lavado de manos en las enfermedades diarreicas infantiles, tuvo como objetivo principal realizar una evaluación actualizada del impacto potencial del agua insana, la prestación de saneamiento y los hábitos de higiene en las enfermedades diarreicas infantiles. El método fue la revisión sistemática de los artículos publicados entre 1970 y febrero de 2016, que fueron revisados y analizados mediante metanálisis y metarregresión. Los resultados sugieren que las conexiones domésticas al suministro de agua y los mayores niveles de prestación de saneamiento en las poblaciones, reducen los riesgos de casos de diarrea. Sus conclusiones son que las conexiones domésticas de abastecimiento de agua y los niveles más altos de acceso comunitario para el servicio de saneamiento parecen particularmente impactantes, lo que está en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Otra relación entre agua potable y la cobertura de saneamiento, fue estudiada por Prüss-Ustün (2019) en su trabajo acerca de enfermedades debido al servicio inadecuado de agua, saneamiento e higiene en los países de bajos ingresos, publicado en la Revista Internacional de Higiene y Salud medioambiental, donde estimó que aproximadamente 829,000 personas fallecen anualmente de diarrea a causa del déficit de acceso al agua potable para consumo poblacional, el saneamiento y los hábitos de higiene. Estas razones significan cerca del 60% de fallecimientos por enfermedad diarreica a nivel mundial, incluyendo casi un tercio de millón de niños que no superan los cinco años de edad, es decir más del 5% del total de decesos en este rango de edad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, cuyo proceso de desarrollo tiene un alcance descriptivo. De acuerdo a su propósito el tipo de investigación es aplicada, que sigue un diseño no experimental transversal. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la variable denominada independiente es la que ocupa la posición de condición en una relación entre dos variables, y al efecto ocasionado por dicha influencia se la llama variable dependiente (condición consecuente). El investigador decide manipular en su investigación la variable independiente, y después observa si han ocurrido variaciones, cambios o alteraciones en la variable dependiente.

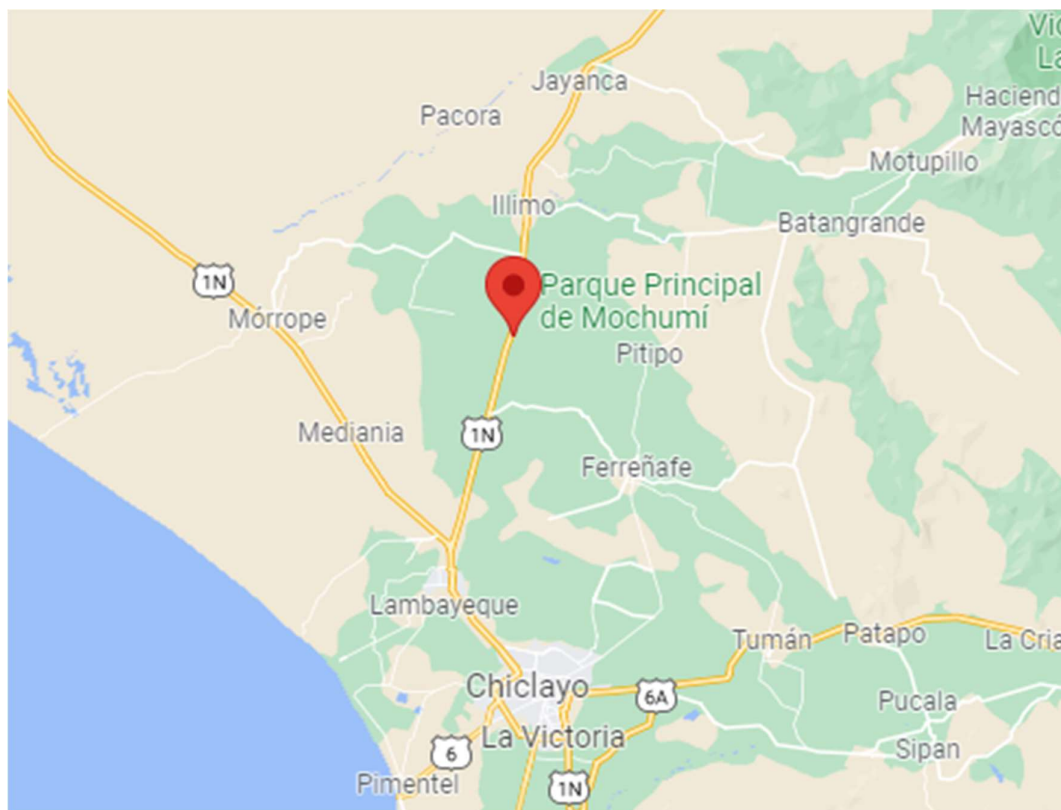
La variable denominada independiente en este estudio es “Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes” como indicadores microbiológicos que serán analizados en muestras de agua potable. La variable dependiente es “contaminación de agua potable” como condición consecuente que será demostrada al determinar la variable independiente, es decir, la presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes.

Para efectos de la operacionalización de variables, autores como Hernández et al. (2014) y Solis (2013) explican que es el cambio de una variable teórica a sus indicadores cuantificables, y que se argumenta en la definición conceptual y operacional de la variable. En ese sentido, se detalla o explica a continuación la operacionalización de las variables del problema de investigación. Ver Anexo 1, Operacionalización de variables, y Anexo 2, Matriz de consistencia.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

El lugar donde se ha realizado la investigación es el distrito de Mochumí, el cual tiene una extensión superficial de 103,70 kilómetros cuadrados, 1.11% de la superficie de Lambayeque. Cuenta con una densidad demográfica de más de 20 000 habitantes, es decir que cada 185 habitantes por kilómetro cuadrado. Dentro de su territorio se puede decir que el 39% de la población vive en la zona urbana, mientras que el 61% vive en el sector rural (Municipalidad Distrital de Mochumí, 2021). Los lugares con los que limita son: Norte: con el distrito Túcume; Sur: con la ciudad de Lambayeque y el distrito de Ferreñafe; Este: con las ciudades de Pítipo y Ferreñafe; Oeste: con el distrito de Mórrope.

Figura N° 7. Ubicación de Mochumí



Fuente: Google Maps (2021)

De acuerdo a Hernández et al. (2014) y Lepkowski (2008), una población es el grupo de todos los casos (participantes u otros seres vivos) que cumplen con determinadas características o especificaciones. Por consiguiente, la población en estudio debe cumplir con una serie de características o criterios de selección:

a) Ser una vivienda que se encuentre en el distrito de Mochumí, Lambayeque, Lambayeque.

b) La vivienda debe estar constituida por un grupo familiar.

c) El grupo familiar está compuesto por cuatro personas.

d) La vivienda debe estar conectada a la red pública de agua potable.

e) Las viviendas deben tener la misma fuente de captación y/o el mismo sistema de abastecimiento de agua potable.

f) La fuente de captación suministra agua potable al distrito de Mochumí.

g) La fuente de abastecimiento debe encontrarse dentro del área donde se encuentra el sistema de alcantarillado, en el que se evacúan las aguas residuales domésticas.

Los criterios de exclusión para nuestra población son las viviendas que se encuentran en los caseríos del distrito de Mochumí, ya que la fuente de abastecimiento no es la misma que se encuentra en el distrito de Lambayeque.

En ese sentido, teniendo en cuenta que la unidad de muestreo está definida como el tipo de caso que se escoge para investigar (Thompson, 2012; Lepkowski, 2008b; y Selltiz et al., 1980), podemos establecer a cada vivienda, que se encuentra conectada a la red de agua potable a una misma fuente de abastecimiento, como nuestra unidad de muestreo o análisis.

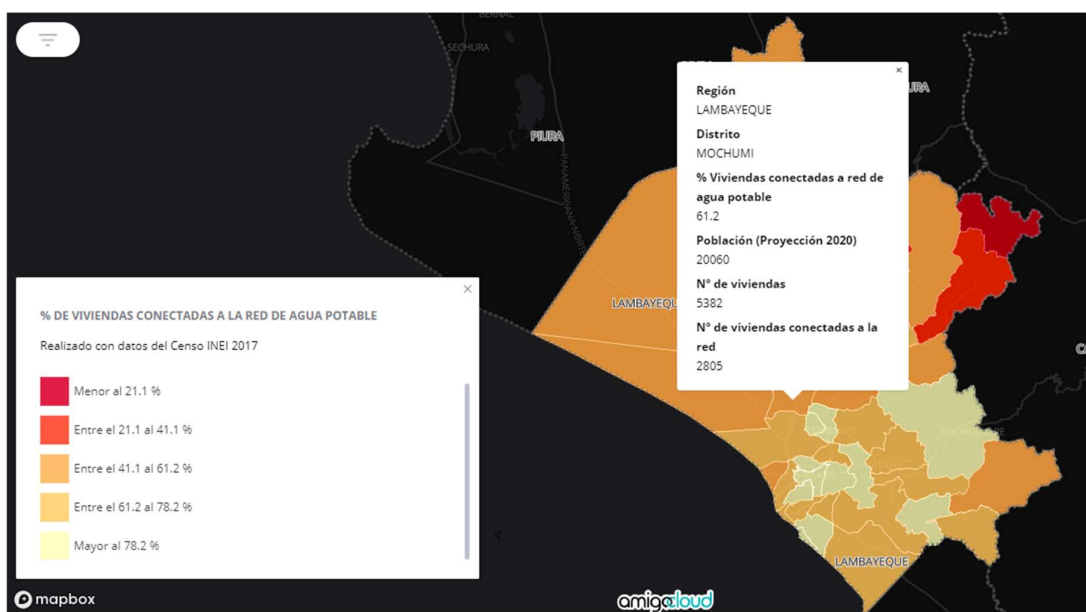
Una vez definida la unidad de muestreo o análisis, bajo los criterios de selección establecidos, se procede a delimitar la población (Hernández et al., 2014) tomando como referencia la información de la Defensoría del Pueblo (2021) plasmada en su boletín N° 006-2021, que describe la cobertura de agua potable que existe actualmente en la región de Lambayeque:

Figura N° 8. Hogares conectados a la red de agua potable

N°	Región	Distrito	Población (proyección 2020)	N° de viviendas total	Viviendas conectadas a la red de agua potable	
					Conectadas	%
1	Lambayeque	Íllimo	9729	2645	1547	58,5
2	Lambayeque	Motupe	32604	9689	4352	58,7
3	Lambayeque	Pitipo	22299	7277	3158	59,3
4	Lambayeque	San José	16785	4317	2237	60,2
5	Lambayeque	Mochumí	20060	5382	2805	61,2
6	Lambayeque	Jayanca	19480	5227	3020	68,3
7	Lambayeque	Pacora	8641	2467	1375	63,5
8	Lambayeque	Lambayeque	78543	20507	11913	69,4
9	Lambayeque	Nueva Arica	2623	1150	533	66,0
10	Lambayeque	Monsefú	35368	9262	5118	68,8
11	Lambayeque	Reque	17186	5813	2771	67,5
12	Lambayeque	Picsi	13924	2695	1525	71,4
13	Lambayeque	Manuel Antonio Mesones Muro	4295	1338	733	71,9

Fuente: Defensoría del Pueblo (2021)

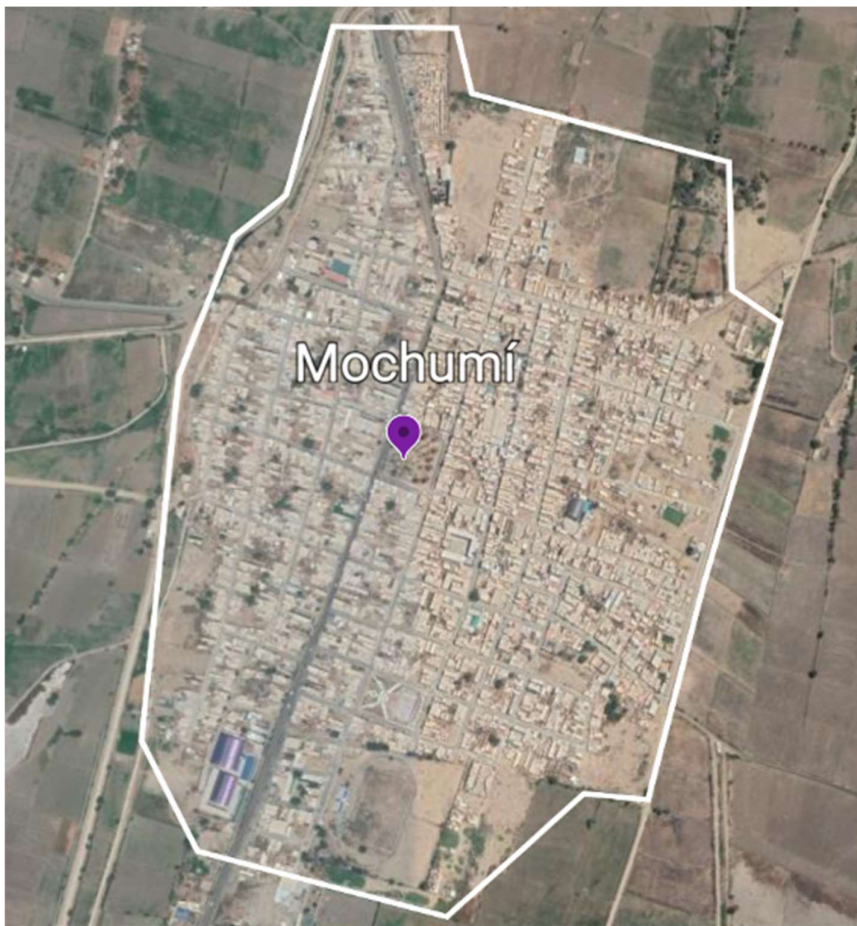
Figura N° 9. Hogares de Mochumí con red de agua potable



Fuente: Amigocloud (2017)

De las figuras anteriores se extrae que Mochumí tiene alrededor de 20060 habitantes proyectados al 2020 y está constituida por 5382 viviendas, de las cuales solo 2805 cuentan con conexión a la red pública de agua potable, lo que representa un 52,13% del total. Por ende, la delimitación de la población comprende las 2805 hogares o viviendas conectadas a la red pública de agua potable, donde cada una de ellas es nuestra unidad de muestreo o análisis.

Figura N° 10. Mapa del distrito de Mochumí



Fuente: Google Earth (2021)

Según Hernández et al. (2014) la muestra es el subconjunto de elementos que forman parte del grupo definido y delimitado, según los criterios de selección o características, llamado población, del cual se extraen los datos o información y que tiene que ser representativo de ésta. Todas las muestras deben ser representativas en enfoque cuantitativo.

Para la determinación de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes se tomarán muestras de agua potable en las viviendas o unidades de muestreo del distrito de Mochumí, que han sido seleccionadas de acuerdo a criterios, características y especificaciones mencionadas con anterioridad. En este caso, el método de muestreo será probabilístico y no probabilístico.

Según el DS 031-2010-SA (2010), reglamento nacional que describe las características de la calidad del agua que puede ser consumida, la cantidad de muestras, cuál es la frecuencia del muestreo y los métodos de análisis aplicados para estos parámetros microbiológicos, son aquellos que están descritos por DIGESA. A efectos de esta investigación la muestra se ha calculado, de acuerdo a los criterios técnicos determinados por la RD No. 160-2015 de DIGESA, documento técnico que detalla todo el protocolo que debe seguirse para la toma de muestras, la preservación y conservación, el transporte y almacenamiento, así como la recepción en el laboratorio, lo que implica un muestreo no probabilístico en este proceso.

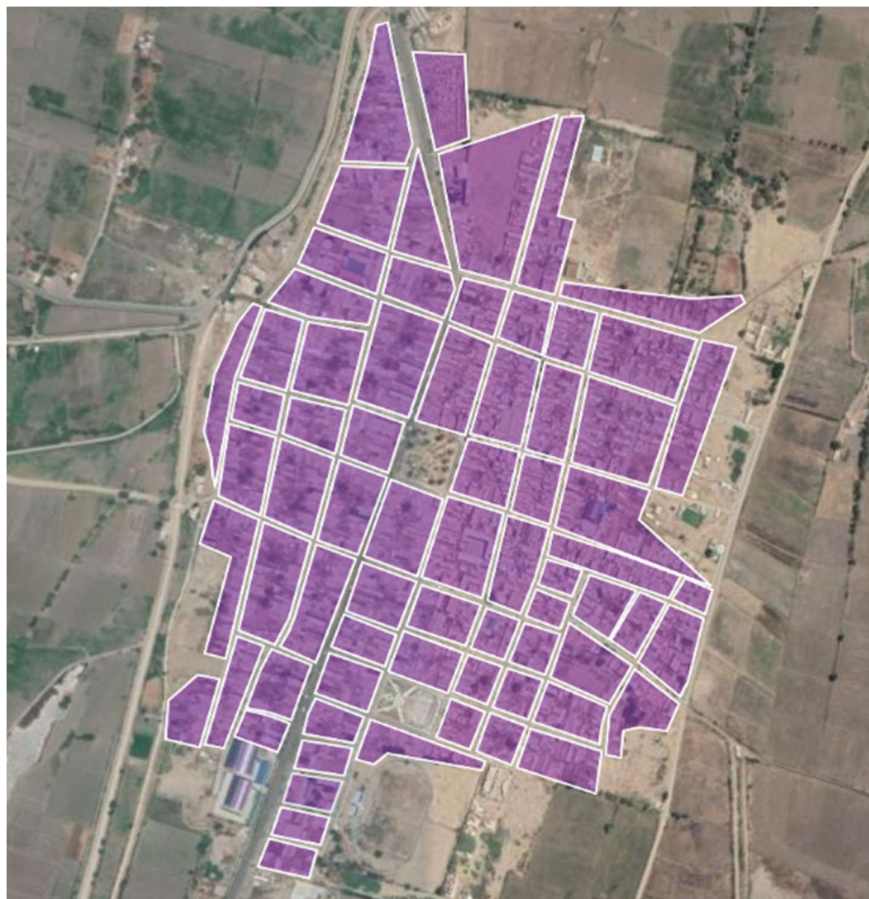
De acuerdo a la RD 160-2015-DIGESA (2015) la representatividad de la muestra está sujeta al fiel cumplimiento del protocolo que explica los procedimientos adecuados enfocados al muestreo del agua para consumo poblacional, la conservación y preservación de muestras, así como el transporte, almacenamiento y recepción de las mismas, y de la lista de condiciones para la recepción de muestras de agua de consumo humano. Por lo tanto, este manual explica que el cálculo del número de muestras debe ser precedido por la ubicación de los puntos donde se recolectarán las muestras de agua, en el sistema de suministro o abastecimiento de agua potable que llega al distrito de Mochumí, teniendo en cuenta tres criterios: a) puntos fijos; b) puntos de interés colectivo; c) puntos de muestreo provisional.

Para los fines de esta investigación, se ha optado por escoger el criterio de Puntos de Interés Colectivo, los cuales deben representar, en su conjunto, la funcionalidad del sistema de distribución o abastecimiento de agua potable. Esto implica la capacidad de localizar los puntos donde se tomarán las muestras, en los lugares donde la probabilidad de contaminación del sistema de distribución sea preocupante, porque genere la contaminación del agua de consumo poblacional. Esto quiere decir, que los puntos se ubiquen donde existen factores como caídas de presión en horario normal de suministro, fraccionamiento del horario de suministro reduciéndola a horas por día, fallas en el sistema de alcantarillado, como rotura de tuberías, o el ausente o deficiente proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas.

De acuerdo al criterio de selección considerando Puntos de Interés Colectivo, se pretende que la ubicación de cada vivienda donde se realizará la toma de muestra, permita una distribución de muestras de manera equitativa en todo el sistema de distribución de agua, porque se busca una representación del funcionamiento general del sistema de distribución que refleje a su vez una muestra que represente el grado de calidad del agua potable que están ingiriendo los habitantes de Mochumí.

A fin que la ubicación de cada punto o vivienda de muestreo, se enmarque dentro de un muestreo probabilístico, se ha visto necesario sectorizar el distrito de Mochumí en un determinado número de manzanas o cuadras, a partir de cual se busca aplicar un muestreo probabilístico por racimos (Hernández et al., 2014) donde nuestra unidad de análisis serán las viviendas que sean seleccionadas dentro del grupo de muestras de manzanas. Para sectorizar el distrito de Mochumí es necesario contar con un marco muestral (Hernández et al., 2014), en este caso, el mapa que refleja las manzanas o cuadras que compone:

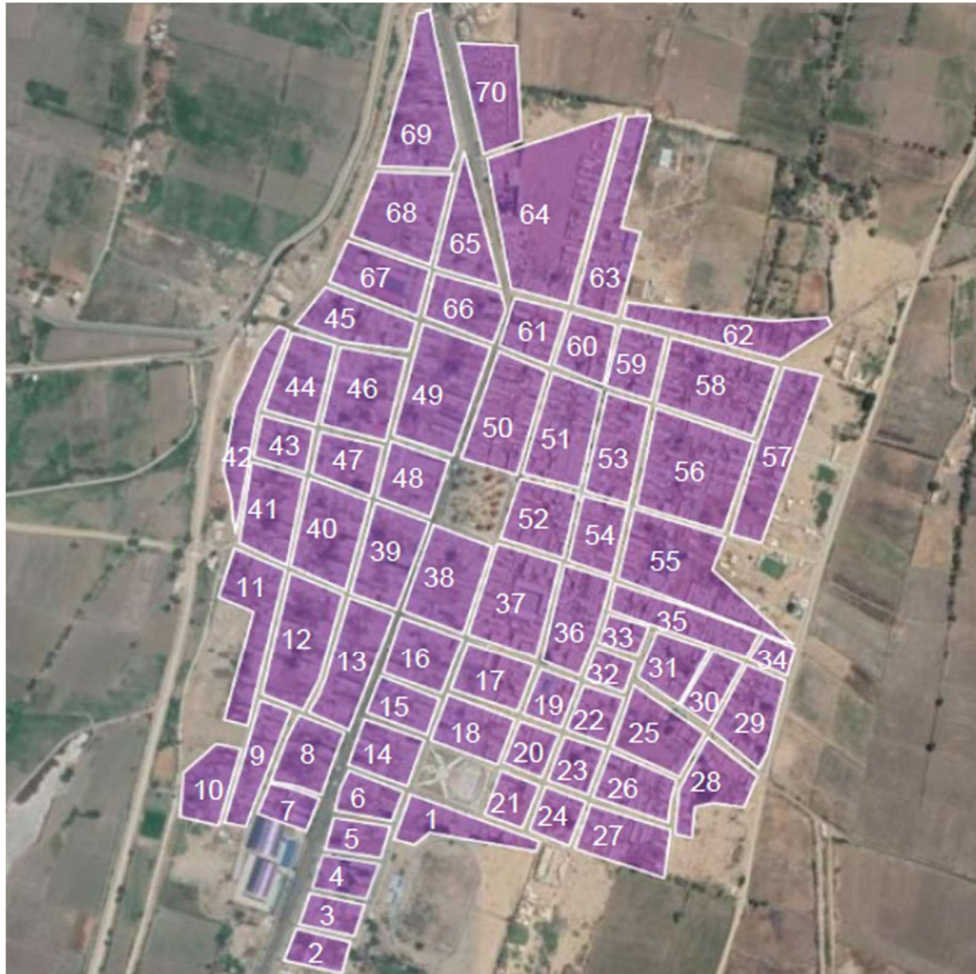
Figura N° 11. Sectorización por manzanas



Fuente: Elaboración propia en Google Earth

Una vez realizado la sectorización por manzanas en el mapa del distrito de Mochumí, marco muestral para este análisis, se procede a enumerar cada una de ellas, a fin de tener una lista de las mismas, obteniéndose un total de 70 agrupaciones por manzanas o cuadras:

Figura N° 12. Enumeración de manzanas sectorizadas



Fuente: Elaboración propia

La RD 160-2015-DIGESA (2015), establece un criterio para la frecuencia y número de muestras de acuerdo a los parámetros que abarca, entre los cuales se encuentra el muestreo de parámetros bacteriológicos:

Tabla N° 1. Frecuencia de muestreo y parámetros

Parámetros	Ámbitos	Frecuencia mínima por sistema
Muestreo de parámetros de campo (cloro residual libre, turbiedad, conductividad, pH y temperatura).	Urbano	01 muestra al mes
	Rural	01 muestra al mes
Muestreo de parámetros bacteriológicos.	Urbano	08 muestras al mes
	Rural	03 muestras al mes
Muestreo de parámetros parasitológicos	Urbano	03 muestras al mes
	Rural	03 muestras al mes
Muestreo de parámetros físico químicos	Urbano	04 muestras al mes
	Rural	02 muestras al mes
Muestreo de parámetros de metales pesados	Urbano	03 muestras al mes
	Rural	02 muestras al mes

Fuente: RD 160-2015-DIGESA (2015)

De acuerdo a la información DIGESA recomienda 08 muestras al mes, pero en este estudio se ampliará el número de muestras, a fin de obtener un número que cubra, al menos el 50% de las manzanas. Para ello, calcularemos en primer lugar el número de muestras a un 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, con márgenes de error de 10%, 5% y 1% respectivamente, sobre la base de la siguiente fórmula: Ver Anexo 3 Cálculo de muestra de manzanas (viviendas).

Por tanto, se trabajará con una muestra de 35 manzanas, donde por un método probabilístico por racimos, se va a determinar las 35 viviendas donde se realizará la toma de muestras de agua potable. La selección de las 35 manzanas se basará en la selección aleatoria de los números impares, empezando desde la primera manzana.

Respecto al proceso por el que vamos a determinar el tamaño de nuestra muestra para aplicar la encuesta a las personas que viven el distrito de Mochumí, a fin de conocer las condiciones de los servicios de saneamiento con los que cuentan, se ha determinado teniendo como población a las 2805 viviendas u

hogares que cuentan con una conexión a la red pública de agua potable, a un porcentaje de confiabilidad del 95%, un margen de error del 5% y probabilidad del 50%, sobre la base de la siguiente fórmula: Ver Anexo 4 Cálculo de personas a encuestar.

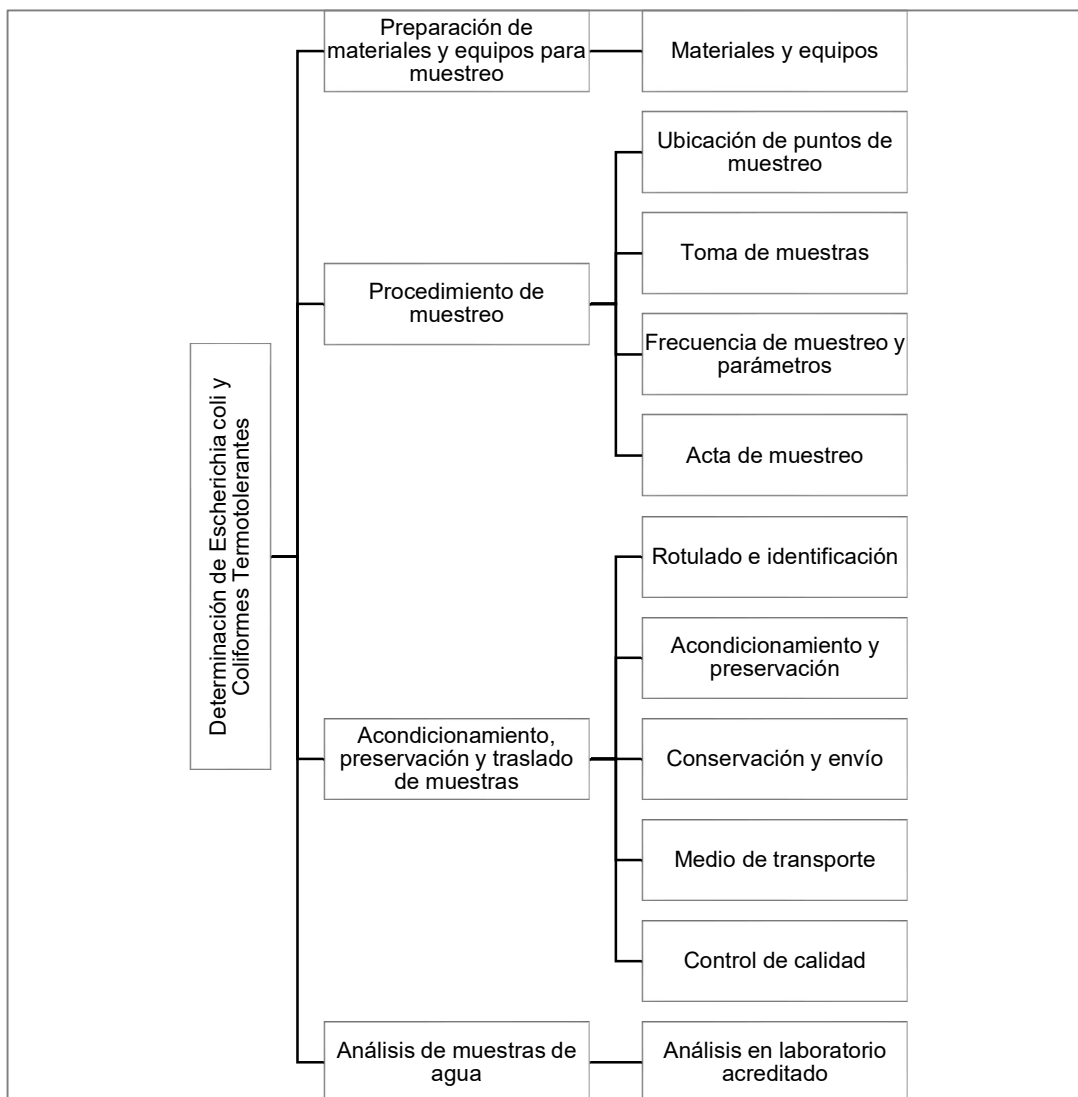
Por tanto, se aplicará la encuesta a 338 viviendas que se encuentran en el distrito de Mochumí.

Respecto a la fuente de abastecimiento, se realizará la evaluación de la fuente de abastecimiento según un formulario adaptado del Formulario N° 2 establecido en la Resolución Ministerial 908-2014/MINSA.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Respecto a la Determinación de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes, la técnica de recolección o recopilación de datos es el manual protocolar de procedimientos o pasos para el muestreo de agua potable, la conservación y preservación de las muestras, su transporte, almacenamiento y recepción en el laboratorio para su análisis, establecido por Resolución Directoral 160-2015-DIGESA, que incluyen: a) preparación de materiales y equipos para muestreo; b) procedimiento del muestreo; c) acondicionamiento, preservación y traslado de muestras; d) Análisis de muestras.

Figura N° 13. Procedimiento para la toma de muestras



Fuente: Elaboración propia

Como instrumento de recopilación de datos durante el proceso de toma de muestras se ha considerado a la siguiente Ficha de identificación de muestra: Ver Anexo 5, Ficha de identificación de muestra.

Otra técnica que será empleada es la encuesta, a fin de determinar las condiciones de los servicios de saneamiento y las características del agua potable. El instrumento de la encuesta es el siguiente cuestionario:

Figura N° 14. Cuestionario de encuesta

CUESTIONARIO			
Nombre: _____	N° Mz (1-70): _____		
1.- Sabe usted, ¿de qué fuente proviene el agua del grifo?			
a) Manantial	b) Pozo	c) Agua superficial	d) No sabe
2.- Sabe usted, ¿qué tipo de tratamiento recibe el agua del grifo?			
a) Cloración	b) Ablandamiento	c) No recibe tratamiento	
3.- ¿Qué característica principal tiene el agua que llega a su grifo?			
a) Exceso de cloro	b) Salobre	c) Turbia	d) Mal olor
4.- ¿Su familia consume el agua potable que llega a su grifo?			
a) Sí	b) NO		
5.- ¿Qué tipo de tratamiento aplica para el agua que recibe de la red pública?			
a) Hervido	b) Cloración	c) Filtro	d) A y B
6.- ¿Con qué frecuencia se presentan caídas de presión en el suministro de agua?			
a) Siempre	b) A menudo	c) A veces	d) Nunca
7.- ¿Cuántas horas al día cuenta con suministro de agua potable?			
a) < 2 horas	b) < 4 horas	c) < 6 horas	
8.- ¿Ha habido algún caso de infección gastrointestinal en su familia por consumo de agua?			
a) Sí	b) NO		
9.- ¿El funcionamiento del sistema de alcantarillado es adecuado?			
a) Sí	b) NO		
10.- ¿Considera usted que el agua podría estar contaminada?			
a) Sí	b) NO		
11.- ¿Cree usted que las aguas residuales domésticas tienen tratamiento?			
a) Sí	b) NO		

Respecto a la Evaluación de la fuente de abastecimiento, se ha considerado como técnica de evaluación la observación (Hernández et al., 2014), donde el instrumento que será aplicado se encuentra en el anexo de la RM 904-2014/MINSA, denominado FORMULARIO N° 02: establecido en la Resolución Ministerial 908-2014/MINSA. Ver Anexo 6, Evaluación de fuente de abastecimiento.

3.5. Procedimientos

La determinación de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes se realizará de acuerdo al protocolo establecido en la Resolución Directoral 160-2015-DIGESA, que incluyen: A) preparación de materiales y equipos para muestreo; B) procedimiento del muestreo; C) acondicionamiento, preservación y transporte de muestras; D) Análisis de muestras.

Primero, sobre Preparar nuestros materiales y equipos para realizar la toma de cada una de las muestras, se debe verificar previamente al muestreo que se cuente con lo siguiente: a) tablero sólido, Ficha de Identificación de Muestras (ver Tabla 4), frascos herméticos de vidrio de boca ancha de primer uso de 500 ml, caja térmica, gel pack, cuaderno, plumón indeleble, rótulos para frascos, papel aluminio, guantes estériles,; b) equipos: cámara, teléfono celular y GPS (se usará aplicación de celular); c) instrumentos de protección: zapatos industriales, mascarilla KN95 y mandil.

Las consideraciones generales para el primer paso consisten en la preparación de los frascos de vidrio que se utilizarán en el muestreo. Por tratarse muestras microbiológicas el frasco debe ser hermético y de 500 mL de capacidad. Los recipientes de vidrio no serán destapados hasta el preciso instante del muestreo ni enjuagados, y debe destaparse a la brevedad posible, evitando que ingresen partículas o sustancias ajenas que puedan influir en los resultados. Se debe tener en cuenta que el análisis microbiológico carecerá de valor si las muestras analizadas no han cumplido el protocolo.

Segundo, sobre Procedimiento del muestreo, se cumplirán cuatro pasos importantes: 1) Ubicación de puntos de muestreo: se estudiará la situación de los accesos y el transporte hasta cada lugar de muestreo. La localización de los puntos

de recopilación de las 35 muestras en el distrito de Mochumí se basará en la siguiente tabla.

Tabla N° 2. Tamaño de muestra para muestreo de agua potable

Población	Muestra	N° Manzana	N° de muestra
N=70 manzanas	n=35 viviendas	1	1
		3	2
		5	3
		7	4
		9	5
		11	6
		13	7
		15	8
		17	9
		19	10
		21	11
		23	12
		25	13
		27	14
		29	15
		31	16
		33	17
		35	18
		37	19
		39	20
		41	21
		43	22
		45	23
		47	24
		49	25
		51	26
		53	27
		55	28
		57	29
		59	30
		61	31
		63	32
		65	33
		67	34
		69	35

Fuente: Elaboración propia

La localización deberá tener en cuenta el criterio de Puntos de interés colectivo, es decir, que los puntos de muestreo se deben ubicar en los sectores de mayor probabilidad de contaminación dentro del sistema de distribución, del agua potable con aguas residuales domésticas y que estén divididos de manera equivalente en toda la red de suministro de agua, considerando las siguientes situaciones: caídas de presión en horario normal, fraccionamiento del horario de suministro llegando a horas por día, constantes fallas del servicio en el sistema de alcantarillado, por ejemplo por roturas de las tuberías de distribución, y por ausencia o deficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas. En cualquiera de las situaciones que se han mencionado con anterioridad existen un elevado riesgo de que se infiltre agua contaminada derivada del suelo colindante a la tubería, porque al estar vacías, se generan diferencias de presión que propician que el agua contaminada llegue dentro por medio de uniones deterioradas, fisuras o perforaciones, generalmente si se ha excedido el tiempo límite de utilidad.

En el siguiente paso, 2) Sobre el muestreo microbiológico, las indicaciones generales son: se asegurará que el muestreo de agua potable sea representativo en las viviendas, como usuarias del sistema de distribución, y que no se modifique la composición de las muestras durante su realización y en su transporte. Se identificará el punto de muestreo y se registrará su ubicación en coordenadas UTM, utilizando un sistema de posicionamiento Satelital. Se considerará un margen libre de 2,5 cm respecto a la capacidad del recipiente (parte superior) para favorecer la expansión.

La toma de muestra se realizará en los grifos o caños de las viviendas, tomando en cuenta lo siguiente: que cuente con una conexión directa de la red de distribución a una cañería, se eliminará todo objeto extraño al grifo, no deben existir fugas, se desinfectará el grifo interna y externamente con alcohol mayor a 65°, se accionará la llave y debe dejarse que el chorro emane por unos 5 minutos. Hecho esto, recién se tomará la muestra.

Las consideraciones específicas para el momento de efectuar la toma de nuestras muestras microbiológicas son: 2.1) colocarse guantes estériles antes de la toma de muestra, 2.2) desamarrar la tira que sujeta el papel aluminio y sacar la tapa del recipiente de vidrio para la toma de muestra, 2.3) Tener cuidado de no entrar en contacto con el interior del recipiente la cara interna de la tapa, sosteniéndola con una de las manos cuando se efectúa el acto del muestreo, evitando colocarla encima de algún elemento que pueda contaminarla, 2.4) entretanto se sujeta la tapa con una de las mano, se procede a situar el recipiente rápidamente del chorro de agua y llenar dejando un margen libre para el aire a fin de favorecer la agitación durante el proceso de análisis, 2.5) enroscar la cubierta en el recipiente fijando el papel kraft en su lugar mediante una liga elástica, 2.6) la cantidad de muestra será de 250 mL.

En el tercer paso, 3) Parámetro de muestreo y su frecuencia, se realizará el muestreo en 35 puntos ubicados aleatoriamente entre las 70 manzanas, seleccionando los números impares de ellas. Los parámetros que deben controlarse son Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes.

En el cuarto paso, 4) Acta de muestreo, se considerará la ficha de muestreo como registro de cada muestra.

Tercero, sobre conservación, preservación y traslado de las muestras de agua potable, se deberá cumplir los siguientes pasos: 1) rotulado para la identificación: los recipientes serán rotulados de manera legible con una etiqueta antes de tomar cada una de las muestras, con plumón indeleble, asegurándola con adhesivo transparente, con los siguientes datos: código, coordenadas, manzana o punto de muestreo, distrito, provincia, región, fecha, hora, clase de análisis, datos del muestreador. Estos datos están consignados en la Ficha de identificación de muestra.

El siguiente paso, 2) conservación y preservación de las muestras, implica que se asegurará que las muestras microbiológicas apliquen los requisitos de tiempo y temperatura, para que se recepcionen por el laboratorio acreditado. Se

cerrará el recipiente y también se asegurará la tapa para prevenir algún derrame del líquido, se agitará para uniformizar el contenido.

En el tercer paso, las muestras que se han recolectado en los diferentes frascos se conservarán en cajas, tipo térmica, a una temperatura que no supere los 10°C, debiéndose contar con gel pack para mantener la temperatura. Los frascos de vidrios deberán embalarse cuidadosamente, para prevenir roturas, derrames accidentales o la contaminación cruzada. Las muestras se enviarán en cajas térmicas, dentro de las cuales haya gel pack.

En el cuarto paso, las muestras serán enviadas en cajas térmicas con gel pack ni bien estén listas para su envío, teniendo en cuenta que no debe perderse el tiempo. La muestra será enviada al laboratorio acreditado para el procesamiento y análisis.

En el quinto paso, 5) control de calidad de muestreo, se asegurará el cumplimiento de manual protocolar de procedimientos para el muestreo de agua potable, cómo conservar, preservar, transportar, almacenar y recepcionar estas muestras, establecido por Resolución Directoral 160-2015-DIGESA, a fin asegurar la calidad del muestreo. Se garantizará que los frascos hayan cumplido las condiciones establecidas por el laboratorio para su recepción, el envío de las fichas de campo asegurando la información no varíe de ninguna manera.

Cuarto, sobre Análisis de muestras: las muestras serán procesadas en un laboratorio acreditado. Los resultados serán enviados por el laboratorio con el informe correspondiente.

Respecto a las entrevistas el procedimiento consiste en dividir el número de muestras entre el número de manzanas, siendo el razonamiento del muestreo probabilístico por racimos:

Tabla N° 3. Tamaño de muestra para encuesta de viviendas

Población	Muestra	N° Manzana	Encuestados
N=2805	n=338	1	5
		2	5
		3	5
		4	5
		5	5
		6	5
		7	5
		8	5
		9	5
		10	5
		11	5
		12	5
		13	5
		14	5
		15	5
		16	5
		17	5
		18	5
		19	5
		20	5
		21	5
		22	5
		23	5
		24	5
		25	5
		26	5
		27	5
		28	5
		29	5
		30	5
		31	5
		32	5
		33	5
		34	5
		35	5
		36	5
		37	5
		38	5
		39	5
		40	5

Población	Muestra	N° Manzana	Encuestados
N=2805	n=338	41	5
		42	5
		43	5
		44	5
		45	5
		46	5
		47	5
		48	5
		49	5
		50	5
		51	5
		52	5
		53	5
		54	5
		55	5
		56	5
		57	5
		58	5
		59	4
		60	4
		61	4
		62	4
		63	4
		64	4
		65	4
		66	4
		67	4
		68	4
		69	4
		70	4

Fuente: Elaboración propia

Para la ejecución de las encuestas se aplicará un cuestionario a 5 viviendas en 58 manzanas, mientras que 4 viviendas, en 12 manzanas. En total se encuestará a 338 viviendas, distribuidas de manera uniforme entre las 70 manzanas sectorizadas.

Respecto a la evaluación de la fuente de abastecimiento el procedimiento consiste la aplicación de la técnica de observación, in situ, en el lugar donde se encuentra la fuente de abastecimiento, en este caso, el pozo Tepo, donde se completará el FORMULARIO N° 02: establecido en la Resolución Ministerial 908-2014/MINSA.

3.6. Método de análisis de datos

Respecto al proceso analítico de laboratorio para la determinación de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes se hizo el procesamiento de muestras en un laboratorio acreditado. Los resultados serán comparados con los estándares microbiológicos señalados en el DS 031-2010-MINSA. Se hizo una interpretación de los resultados enviados por el laboratorio.

Respecto a la encuesta, para el análisis de las mismas se empleó el programa Excel y el programa SPSS. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación fue realizado en el distrito de Mochumí, siendo un estudio de carácter verdadero porque todos los datos para el análisis de las variables fueron recolectados poniendo en marcha los instrumentos de recolección de datos. Además, ha contado constantemente con el asesoramiento y revisión por parte de académicos especializados en trabajos de investigación. Del mismo modo, el contenido y originalidad de esta investigación ha sido corroborada por el software Turnitin, siguiendo las disposiciones de la norma estándar ISO-690. Cabe resaltar que este trabajo contó con la dirección académica de la RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0220-2020/UCV.

IV. RESULTADOS

Se realizó el muestreo en 35 viviendas del distrito de Mochumí, distribuidas de manera uniforme, y seleccionadas de acuerdo a la Tabla 7, donde se escogieron los números impares de las manzanas y se eligió aleatoriamente la vivienda en cada manzana seleccionada.

Las muestras de agua fueron procesadas y analizadas en un laboratorio acreditado por INACAL.

Los resultados de la determinación de *Escherichia coli* y Coliformes termotolerantes son los siguientes:

Tabla N° 4. Resultados de muestreo de agua potable

Identificación de muestra	Análisis	Unidad	Resultado
Muestra 01 – Mz 01	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 02 – Mz 03	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 03 – Mz 05	Recuento de Coliformes Termotolerantes	33 UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 04 – Mz 07	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 05 – Mz 09	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 06 – Mz 11	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 07 – Mz 13	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 08 – Mz 15	Recuento de Coliformes Termotolerantes	12 UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 09 – Mz 17	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1

Identificación de muestra	Análisis	Unidad	Resultado
Muestra 10 – Mz 19	Recuento de Coliformes Termotolerantes	19 UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 11 – Mz 21	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 12 – Mz 23	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 13 – Mz 25	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 14 – Mz 27	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 15 – Mz 29	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 16 – Mz 31	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 17 – Mz 33	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 18 – Mz 35	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1

Identificación de muestra	Análisis	Unidad	Resultado
Muestra 19 – Mz 37	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 20 – Mz 39	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 21 – Mz 41	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 22 – Mz 43	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 23 – Mz 45	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 24 – Mz 47	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 25 – Mz 49	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 26 – Mz 51	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 27 – Mz 53	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1

Identificación de muestra	Análisis	Unidad	Resultado
Muestra 28 – Mz 55	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 29 – Mz 57	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 30 – Mz 59	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 31 – Mz 61	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 32 – Mz 63	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 33 – Mz 65	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 34 – Mz 67	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1
Muestra 35 – Mz 69	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
	Recuento de Escherichia coli	UFC/100 mL	<1

Fuente: Elaboración propia

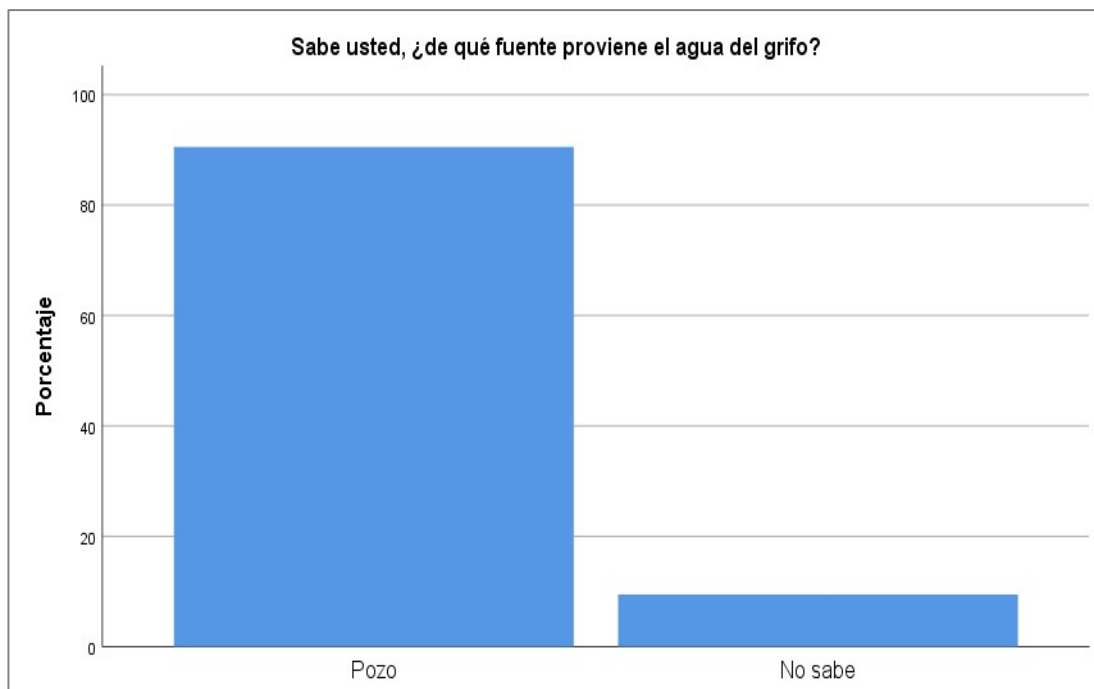
Respecto a la encuesta aplicada a 338 viviendas, dirigida a los jefes de familia (papá y/o mamá), se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Tabla N° 5. Pregunta 1: Sabe usted, ¿de qué fuente proviene el agua del grifo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Pozo	306	90,5	90,5	90,5
	No sabe	32	9,5	9,5	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15. Gráfico de pregunta 1



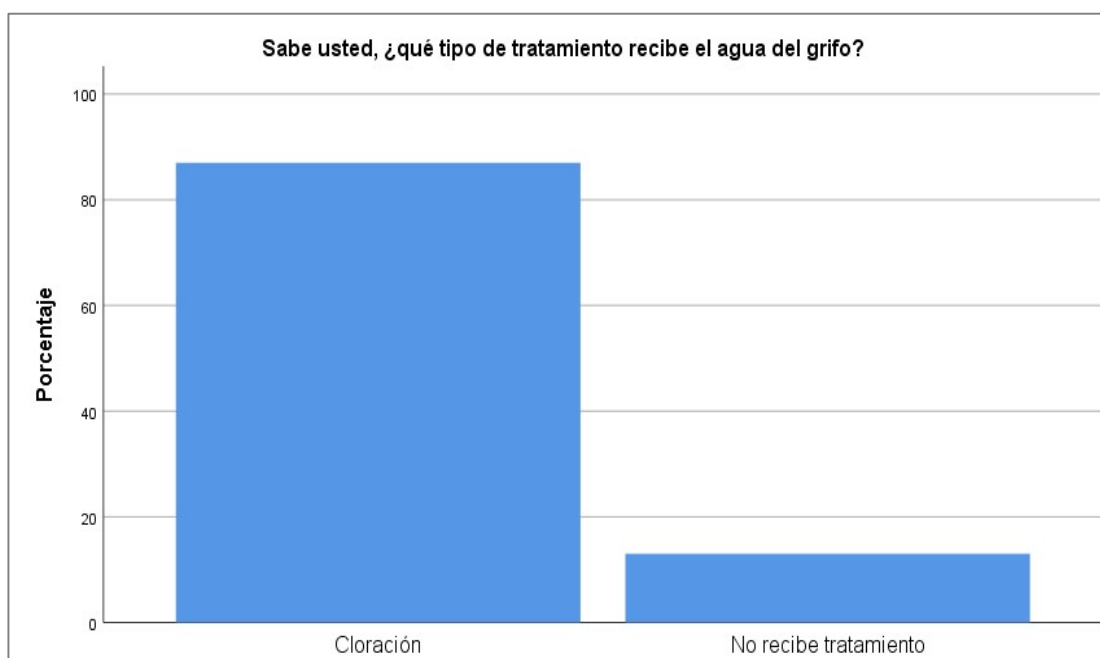
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 6. Pregunta 2: *Sabe usted, ¿qué tipo de tratamiento recibe el agua del grifo?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cloración	294	87,0	87,0	87,0
	No recibe tratamiento	44	13,0	13,0	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16. Gráfico de pregunta 2



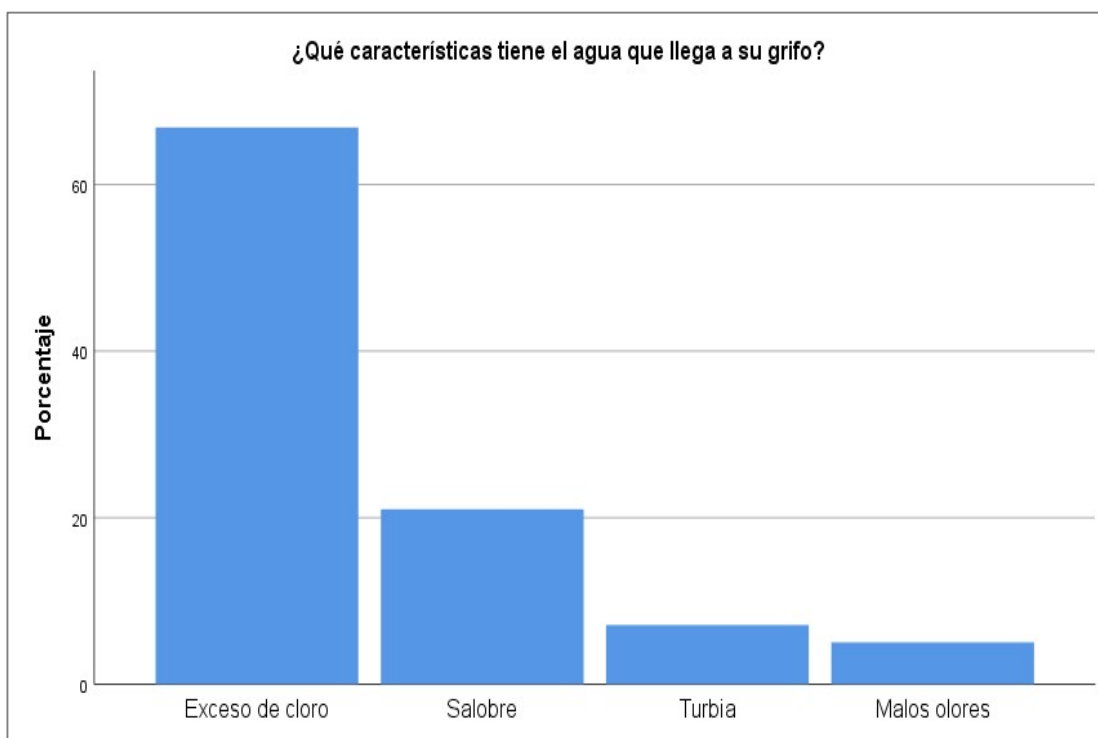
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Pregunta 3: ¿Qué características tiene el agua que llega a su grifo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Exceso de cloro	226	66,9	66,9	66,9
	Salobre	71	21,0	21,0	87,9
	Turbia	24	7,1	7,1	95,0
	Malos olores	17	5,0	5,0	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17. Gráfico de pregunta 3



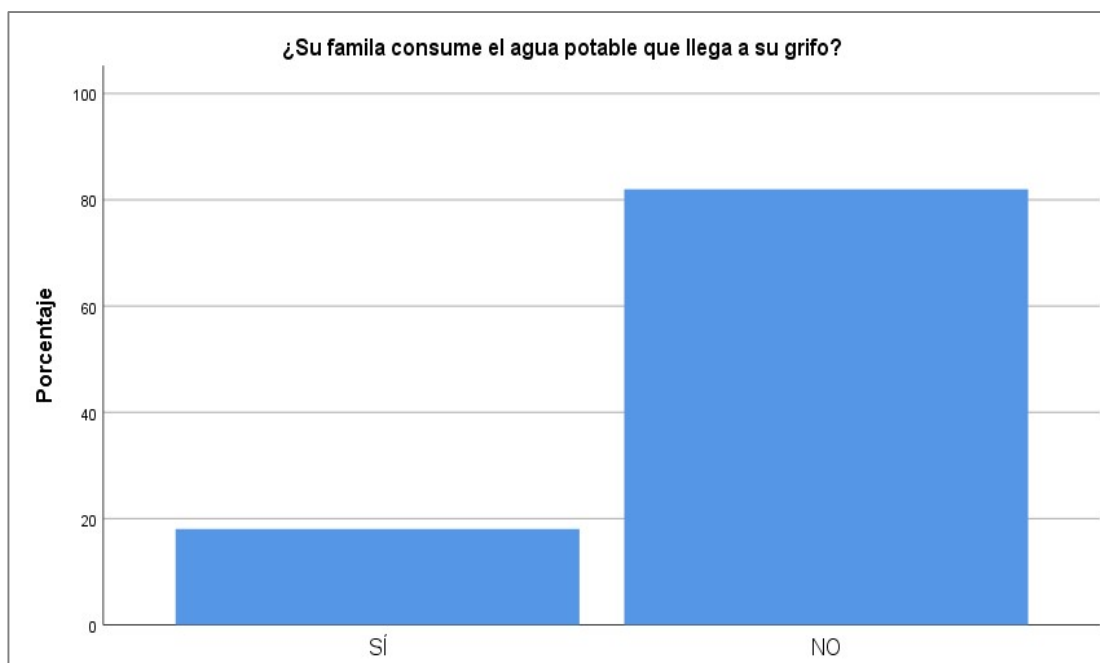
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8. Pregunta 4: ¿Su familia consume el agua potable que llega a su grifo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SÍ	61	18,0	18,0	18,0
	NO	277	82,0	82,0	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 18. Gráfico de pregunta 4



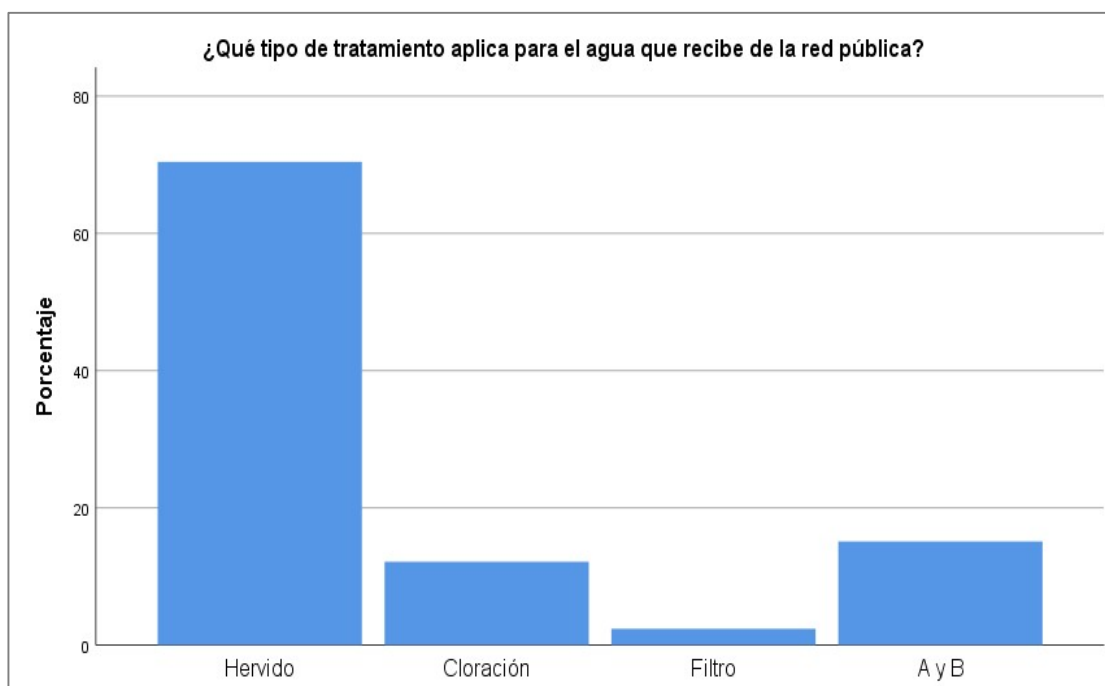
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11. Pregunta 5: ¿Qué tipo de tratamiento aplica para el agua que recibe de la red pública?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hervido	238	70,4	70,4	70,4
	Cloración	41	12,1	12,1	82,5
	Filtro	8	2,4	2,4	84,9
	A y B	51	15,1	15,1	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 19. Gráfico de pregunta 5



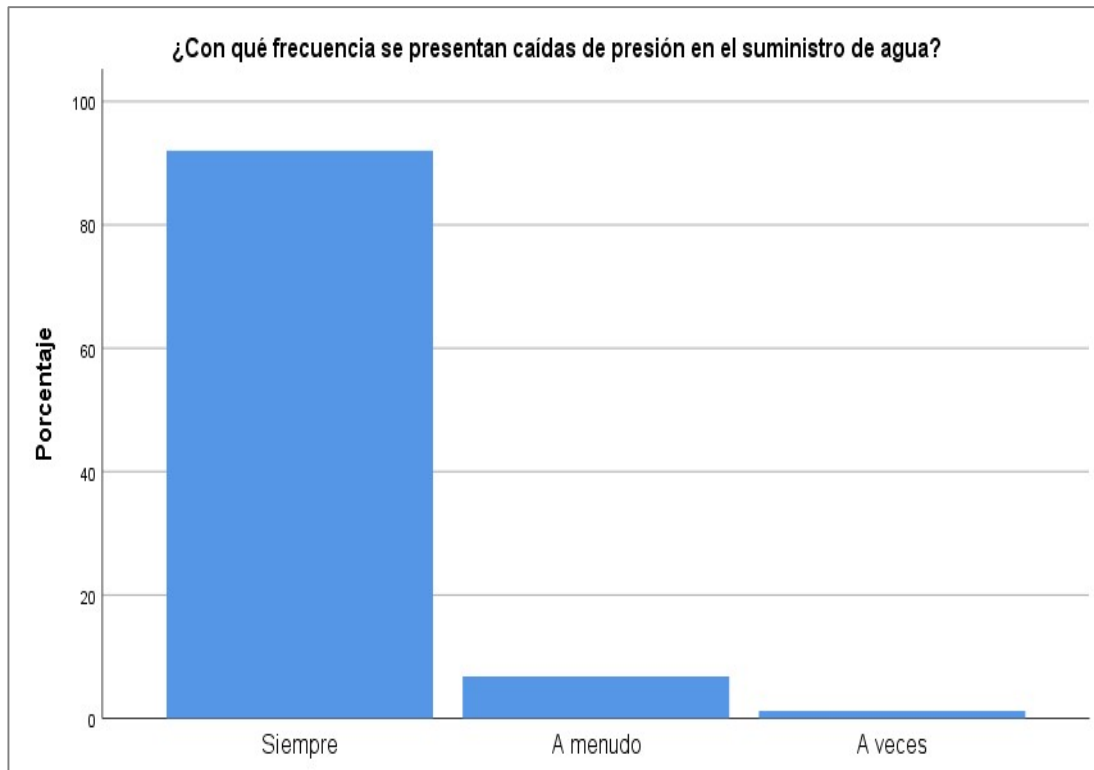
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10. Pregunta 6: ¿Con qué frecuencia se presentan caídas de presión en el suministro de agua?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	311	92,0	92,0	92,0
	A menudo	23	6,8	6,8	98,8
	A veces	4	1,2	1,2	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 20. Gráfico de pregunta 6



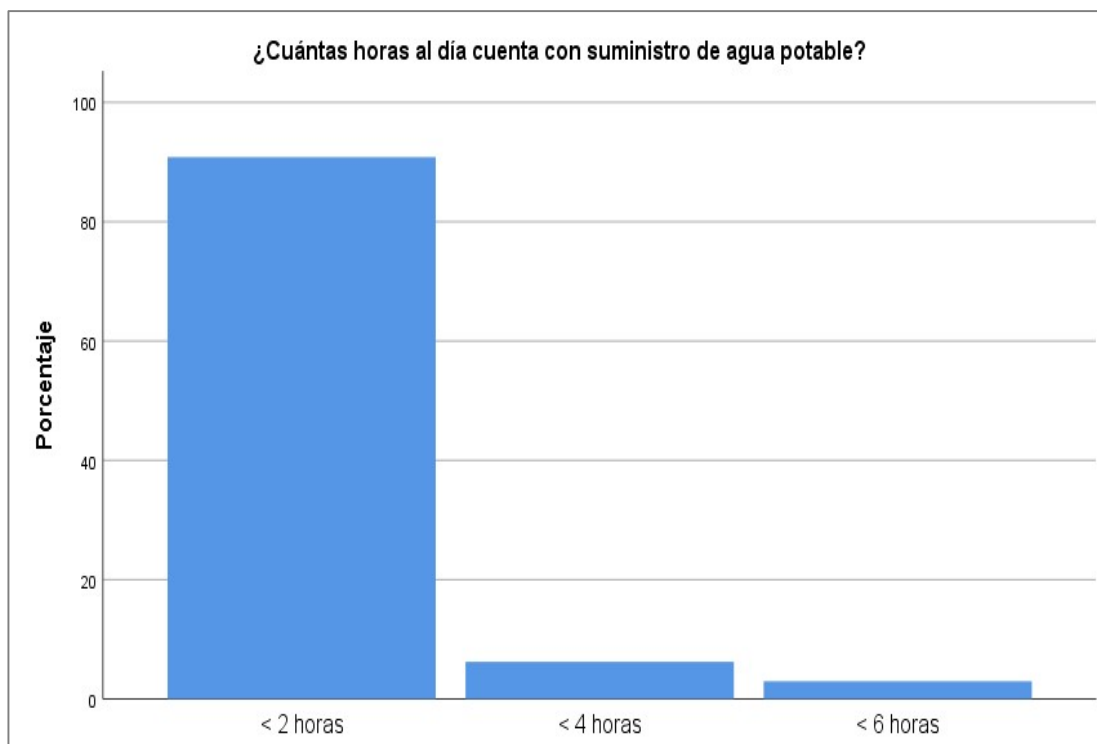
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11. Pregunta 7: ¿Cuántas horas al día cuenta con suministro de agua potable?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	< 2 horas	307	90,8	90,8	90,8
	< 4 horas	21	6,2	6,2	97,0
	< 6 horas	10	3,0	3,0	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21. Gráfico de pregunta 7

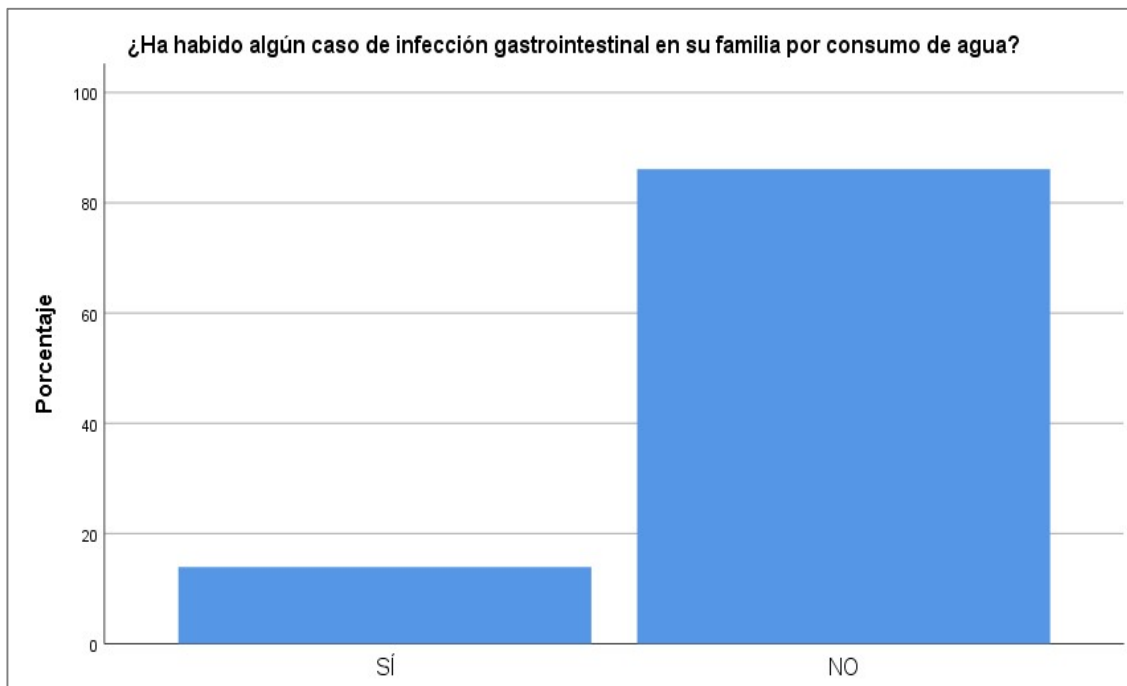


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 12. Pregunta 8: ¿Ha habido algún caso de infección gastrointestinal en su familia por consumo de agua?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SÍ	47	13,9	13,9	13,9
	NO	291	86,1	86,1	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Figura N° 22. Gráfico de pregunta 8



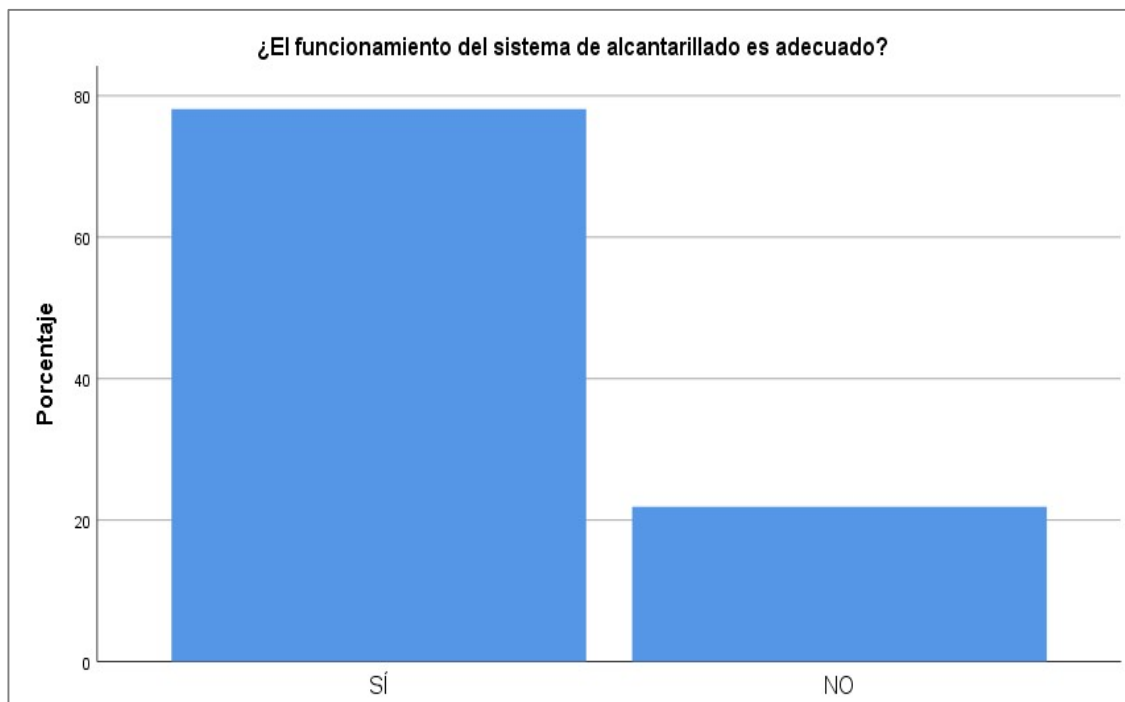
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 13. Pregunta 9: ¿El funcionamiento del sistema de alcantarillado es adecuado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SÍ	264	78,1	78,1	78,1
	NO	74	21,9	21,9	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23. Gráfico de pregunta 9



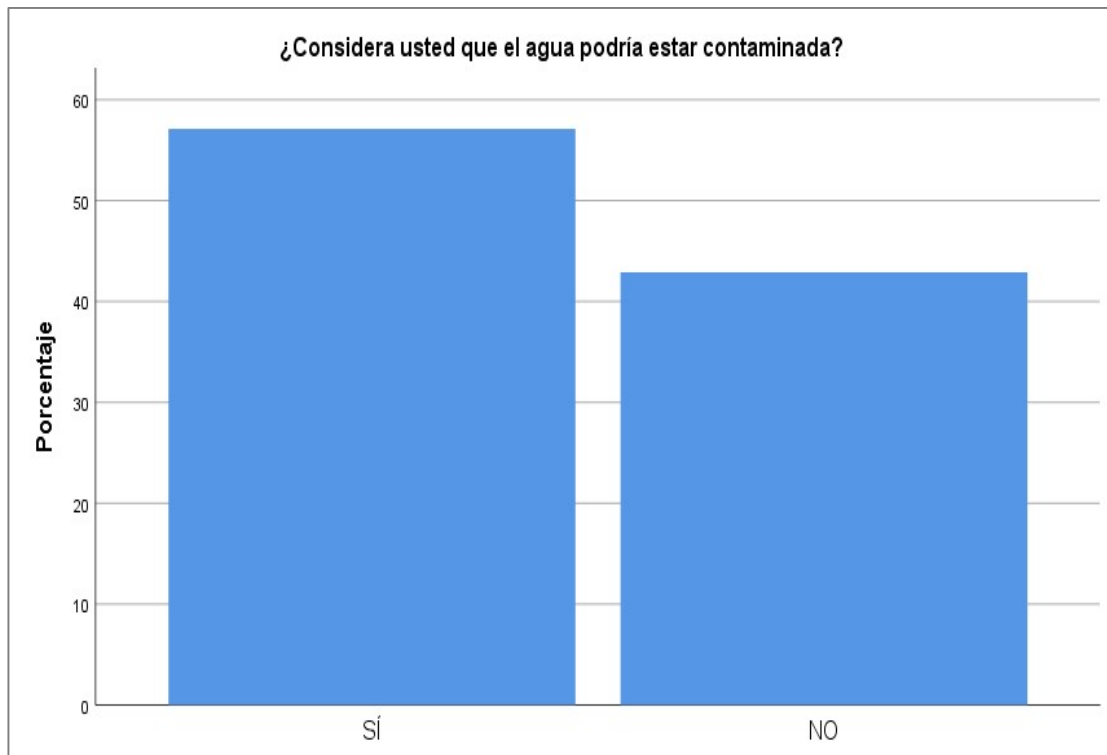
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 16. Pregunta 10: ¿Considera usted que el agua podría estar contaminada?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SÍ	193	57,1	57,1	57,1
	NO	145	42,9	42,9	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24. Gráfico de pregunta 10



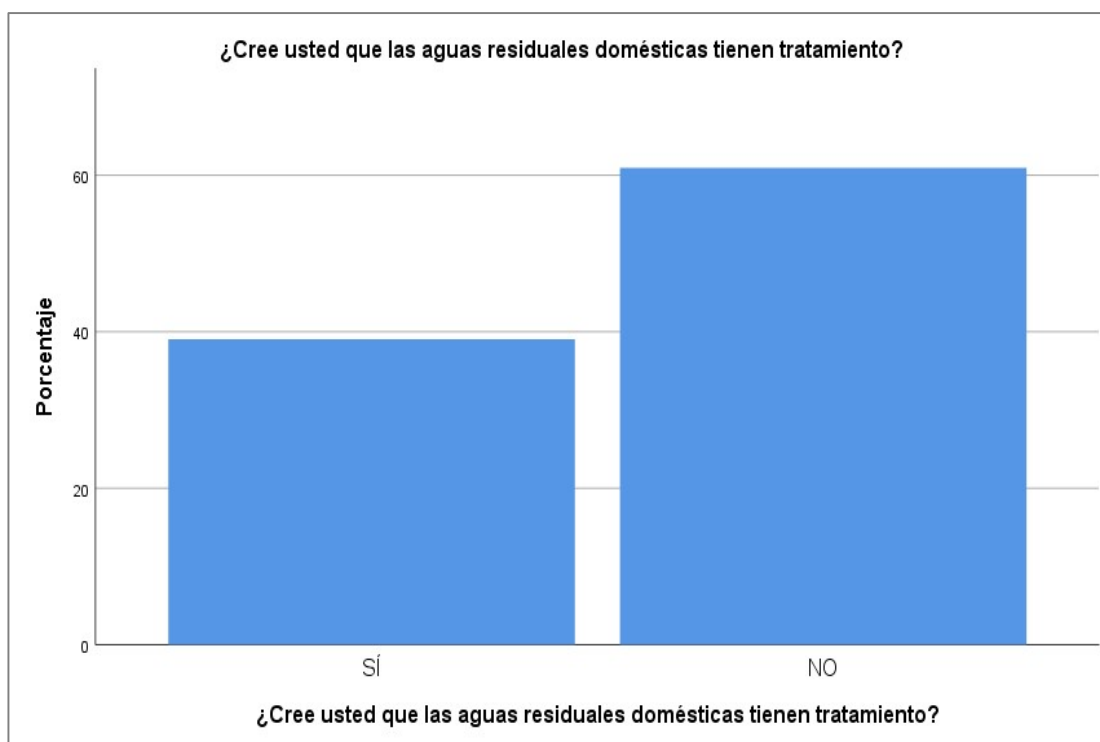
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15. Pregunta 11: ¿Cree usted que las aguas residuales domésticas tienen tratamiento?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SÍ	132	39,1	39,1	39,1
	NO	206	60,9	60,9	100,0
	Total	338	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 25. Gráfico de pregunta 11



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la evaluación de la fuente de abastecimiento, en este caso un pozo de agua subterránea que abastece de agua potable al distrito de Mochumí, los resultados se muestran en el Anexo 7, Resultados de evaluación de fuente de abastecimiento.

**FORMULARIO N° 01: EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LA
INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

1. UBICACIÓN:

Localidad/Anexo: POZO TEPO Sector: CASERÍO TEPO
 Distrito: MOCHUMÍ Provincia: LAMBAYEQUE Departamento: LAMBAYEQUE
 Población total: 20060 (5382 VIVIENDAS)
 Población servida: 2805 VIVIENDAS (61.2%)

2. DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Antigüedad: > 10 AÑOS Ente ejecutor: EPSEL
 Rehabilitación: Sí No Año: 2019
 Funcionamiento: Continuo Restringido Inoperativo
 El sistema es único en el sector: Sí No

3. TIPO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO:

Gravedad sin tratamiento Gravedad con tratamiento
 Bombeo sin tratamiento Bombeo con tratamiento

4. FUENTE:

N° de fuentes de abastecimiento: UNA Caudal Total $Q_t = 300 \text{ L/s}$
 Nombre de fuente N° 1: POZO TEPO $Q_1 = 300 \text{ L/s}$
 Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia: Sí No

4.1 POZO PROFUNDO: Perforado Excavado Profundidad: 50 metros

Coordenadas UTM P1: 6°31'44"S 79°51'32"W Altura (m.s.n.m.): 42 metros

Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?	X	
¿El piso presenta rajaduras?		X
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?	X	
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?	X	
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)	X	
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	X	
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?		X
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?	X	
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?	X	
¿La bomba es lubricada con aceite?	X	
¿Cuenta con línea de purga?	X	
¿Cuenta con punto de muestreo?	X	
¿Está pintado en el exterior?	X	

-

5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN:

Longitud (m), diámetro, material: 3 km, PVC SAP pesado, 200 mm.

Características	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?	X	
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?	X	
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?	X	

6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

6.1 Reservoirio	1	
Volumen Reservoirio (m3):		
Coordenadas UTM:		
Este:		
Norte:		
Altura (m.s.n.m.):		
Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?	X	
¿Cuenta en tapa sanitaria?	X	
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?	X	
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	X	
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?		X
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		X
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		X
¿Tiene tubería de limpia y rebose?	X	
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?	X	
¿Existe caseta de válvulas?	X	
¿Las válvulas están operativas?	X	
¿Cuenta con la tubería de ventilación?	X	
¿Cuenta con punto de muestreo?	X	

6.2 Red de distribución	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?	X	
¿Cuenta con válvulas de purga?	X	
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?	X	

Diámetro, material:

7. Cloración

El agua se clora en forma: Permanente Eventual Nunca

Tipo de cloración: Gas Goteo Hipoclorador Manual

Insumo utilizado: Cloro gaseoso Concentración (%): _____

Características	Sí	No
¿Está el equipo en buen estado?	X	
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?	X	
¿Existe stock de cloro?	X	
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L	X	
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 5,0 mg/L	X	
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?	X	
¿Cuenta con comparador de cloro residual?	X	
¿Cuenta con insumos DPC 1 para medir cloro residual?	X	
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?	X	

8. Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas:

Tachos PVC Cilindros Metálicos Bidones Otros _____

Cuenta con tapa: Sí

Estado del recipiente (higienización): Regular a aceptable

Desinfección intradomiciliaria:

Cloro Hervido Otros _____

9. Enfermedades relacionadas a la Calidad de Agua en la localidad (proporcionada por el EESS)

N° de casos de EDAs en menores de 5 años: 0 casos

N° de EDAs totales en la localidad: 0 casos

N° de casos de enfermedades parasitarias: 0 casos

Fecha: 29 de setiembre

Responsable de inspección: Anthony Gonzalez/Anita Vargas Firma: _____

V. DISCUSIÓN

En esta investigación al evaluar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable del distrito de Mochumí, se pudo encontrar que el total de 35 muestras analizadas para *Escherichia coli* indicaron AUSENCIA de este indicador microbiológico. Esto quiere decir que el agua potable no está contaminada con *Escherichia coli*. Los resultados fueron comparados con el DS 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. En tal sentido, según lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, el agua potable no está contaminada con aguas residuales domésticas, si tenemos en cuenta a *Escherichia coli* como indicador de este tipo de contaminación.

En esta investigación al evaluar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable del distrito de Mochumí, se pudo encontrar que el total de 35 muestras analizadas para Coliformes termotolerantes indicaron AUSENCIA de este indicador microbiológico. Esto quiere decir que el agua potable no está contaminada con Coliformes termotolerantes. Los resultados fueron comparados con el DS 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. En tal sentido, según lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, el agua potable no está contaminada con aguas residuales domésticas, si tenemos en cuenta que para ello también es necesario tener AUSENCIA de *Escherichia coli* en las muestras de agua.

En esta investigación al describir las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar el agua potable en el distrito de Mochumí, se pudo encontrar que la fuente de abastecimiento (pozo Tepo), administrada por una empresa prestadora de servicio, tiene controles periódicos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, y tiene un sistema de cloración que asegura la desinfección en la fuente. Esto quiere decir que el riesgo de contaminación en la fuente de abastecimiento, con *Escherichia coli* y Coliformes termotolerantes, es muy bajo debido a los controles existentes y constantes. Los resultados fueron comparados con el DS 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad

del Agua para Consumo Humano, y con la RM 904-2014/MINSA. En tal sentido, según lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, en la fuente de abastecimiento (pozo Tepo) el riesgo de contaminación con aguas residuales domésticas es muy bajo debido a los controles que se aplican constantemente.

En esta investigación al relacionar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes con las fallas en la fuente de abastecimiento (pozo Tepo) y en el servicio de saneamiento, a través de la aplicación de una encuesta y la evaluación de la fuente de abastecimiento, se pudo encontrar que 67% de las familias encuestadas indican que la característica principal del agua que llega a sus viviendas es el EXCESO DE CLORO y el pozo Tepo tiene un sistema de cloración que asegura la desinfección en la fuente. Esto quiere decir, existe relación entre los altos niveles de cloro que el 67% de las viviendas indica tener en el agua potable tiene relación con el control a través de un sistema de cloración en el pozo Tepo. Los resultados fueron comparados con los resultados del informe del muestreo microbiológico de las 35 viviendas. En tal sentido, según lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, el sistema de cloración permite garantizar la potabilización del agua, pese a que la encuesta también arrojó que el 91% de las familias indican que solo cuentan con menos de dos (02) horas de suministro de agua y 61% de las familias indican que las aguas residuales domésticas NO tienen tratamiento.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que, al evaluar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes en el agua potable del distrito de Mochumí en una muestra de 35 viviendas del distrito de Mochumi, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente, el total (100%) de muestras analizadas dieron resultados de AUSENCIA tanto para *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes, de acuerdo con los parámetros establecidos en el DS 031-2010-SA.

Se concluye que, al describir las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar el agua potable en el distrito de Mochumí, por medio de una evaluación in situ, en la fuente de abastecimiento (pozo Tepo) se realizan controles periódicos de parámetros físico-químicos y microbiológicos, así como también cuenta con un sistema de cloración que permite garantizar la inocuidad del agua en este lugar.

Se concluye que, al describir las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar el agua potable en el distrito de Mochumí, a través de una encuesta aplicada a 338 personas, las personas encuestadas manifestaron que existen problemas latentes como el exceso de cloro, un tiempo muy reducido en el suministro de agua, caídas de presión, no consumo del agua del grifo y la falta de tratamiento a las aguas residuales domésticas.

Se concluye que, al relacionar la presencia de *Escherichia coli* y Coliformes Termotolerantes con las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento, los resultados microbiológicos que indicaron AUSENCIA de *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes han sido comparados con los resultados de la encuesta y de la evaluación de la fuente de abastecimiento, siendo así que las buenas condiciones de la fuente de abastecimiento y el sistema de cloración, así como el testimonio del exceso de cloro corresponden a los resultados microbiológicos.

VII. RECOMENDACIONES

La autoridad local debe reunirse con la empresa prestadora de los servicios de saneamiento y con la sociedad a fin de informar los controles que se llevan a cabo en la fuente de abastecimiento, información que desconoce la mayoría de la población del distrito de Mochumí.

La autoridad local debe reunirse con la empresa prestadora de los servicios de saneamiento a fin de crear mesas de diálogos en los que las personas expresen los problemas relacionados con el servicio de saneamiento y el agua potable, que fueron evidenciados en la encuesta realizada, a fin que realicen gestiones dirigidas a brindar la orientación necesaria a la población de Mochumí y la solución en pro de la mejora del sistema.

La empresa prestadora de servicios de saneamiento debe informar a la sociedad civil los controles que llevan a cabo en el sistema de distribución. Asimismo debe realizar muestreos aleatorios para informar a la sociedad que el agua que llega a sus grifos es inocua y no representa riesgo para la salud. De igual modo, la empresa prestadora de servicios debe informar los trabajos de mantenimiento que se vienen ejecutando y los proyectos que existen para mejorar el servicio de saneamiento en el distrito de Mochumí.

La población de Mochumí debe recurrir a la autoridad competente que fiscaliza el servicio de saneamiento, con el propósito que medie compromisos y propicie el intercambio de información necesaria para que todas las partes interesadas ejerzan y vean valer sus derechos dentro de estas gestiones.

REFERENCIAS

Agenda 21. (1992). Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y Desarrollo, Rio de Janeiro, 3-14 Junio, 1992. Naciones Unidas. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>

AmigoCloud. (2017). [Porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable en Lambayeque]. <https://maps.amigocloud.com/api/v1/maps/67d5f811-711f-42ca-aeb8-1ca529330c66/view#lng=-80.261569280868&lat=6.32686826246227&zoom=8.003025832138032&blyer=4178&tools=eyJmaWx0ZXJzljp7ImxheWVyXzY5MzQiOnsiZGVwYXJ0YW1lbnRvIjoibGFtYmF5ZXF1ZSIsInZyZWRhZ3VhX3B1YI9wZXliOltudWxsLG51bGxdfX19>

Atencio, H. (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 region Pasco, 2018. [Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>

Austin, B. (2017). The value of cultures to modern microbiology. *Antonie van Leeuwenhoek*, 110(10), 1247–1256. doi:10.1007/s10482-017-0840-8

Aza, M. (2019). Determinación de Coliformes Totales y Fecales del Agua Potable, del Distrito de Chuquibamba, Provincia de Condesuyos, Arequipa, entre Abril y Junio del 2018 [Tesis, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8995>

Baena, G. (2017). Metodología de la investigación. Serie integral por competencias (3ta ed.). México: Grupo Editorial Patria.

Bances, P. (2021). Trabajo académico realizado en el Área Técnica Municipal para la Gestión de los Servicios de Agua y Saneamiento de la Municipalidad Distrital de Mórrope-Lambayeque, sobre vigilancia y control del agua para consumo humano

en el 2018. [Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://hdl.handle.net/20.500.12773/12210>

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3ra ed.). Colombia: Pearson Educación.

Cabezas, C. (2018). Infectious diseases related to water in Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 309. doi:10.17843/rpmesp.2018.352.3761

Cadenas, R., Lino, M., Briones, V. & Osejos M. (2019). Water quality of the wastewater treatment plant of the city of Jipijapa, Ecuador. *Revista Bases de la Ciencia*, Vol. 4, No 3, pp. 41-54.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). The 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals: An opportunity for Latin America and the Caribbean. Naciones Unidas, Santiago: CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>

Comité Técnico de Normalización de Tecnología Química. (2012). CALIDAD DE AGUA. Clasificación de la matriz agua para ensayos de laboratorio (NTP 214.042.2012). 1ra Edición. Lima, Perú. INDECOPI.

Decreto Legislativo N° 1280. Que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. (2016). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-marco-de-la-gestion-y-decreto-legislativo-n-1280-1468461-1/>

D. S. N° 005-2020-VIVIENDA. Que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. (2020). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-texto-unico-ordenado-del-decr-decreto-supremo-n-005-2020-vivienda-1865781-1/>

D. S. N° 031-2010-SA. (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Diario El Peruano. <http://www.minsa.gob.pe/webftp.asp?ruta=normaslegales/2010/DS031-2010-SA.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2021). Boletín sobre la cobertura de agua potable. Región Lambayeque. (N° 006–2021-DP/AMASPPI). <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2021/05/Informe-006-2021-bolet%C3%ADn-agua-Lambayeque-sgd.pdf>

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales. (2017). CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. Lima: DAR.

Díaz, J. & Granada, C. (2018). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. *Revista de La Facultad de Medicina*, 66(1), 45–52. doi:10.15446/revfacmed.v66n1.5972

DIGESA. (2020). Listado de requisitos para recepción de muestras de aguas naturales, aguas residuales, agua para uso y consumo humano, aguas salinas y agua de proceso (Versión 01. Código: AT-LI-01). http://www.digesa.minsa.gob.pe/LAB/Servicio_Ensayo.asp

Environmental Protection Agency. (2021). Types of Drinking Water Contaminants. US EPA. <https://www.epa.gov/ccl/types-drinking-water-contaminants>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *Water reuse for agriculture in Latin America and the Caribbean: State, principles and needs, 2017*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i7748s.pdf>

Forde, M., Izurieta, R., Ôrmeci, B., Arellano, M. & Mitchell, K. (2019). Agua y salud. En *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*(pp. 29-38). Ciudad

de México, México: The Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS).

Fuentes-Osorio, J., Nájera-Peralta, R., Rivara-Contreras, S., Hernández-Cox, D. & Ríos-Guzmán, R. (2021). Microbiological quality of water in the urban area of the municipality of Escuintla. *Revista Médica, Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala*, vol. 160, n. 1, pp. 29-33.

Godoy, L. (2020). Contaminación del agua potable en viviendas de la zona metropolitana de Maynas. 2017 propuesta de un programa de conservación del agua [Tesis, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://renatiqa.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1950781>

Gómez-Duarte, O. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 7-8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>

González, E. & Roldán, G. (2019). Monitoreo biológico de la calidad del agua en las Américas. En *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*(pp. 39-47). Ciudad de México, México: The Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS).

Hakizimana, J. N., Gourich, B., Chafi, M., Stiriba, Y., Vial, C., Drogui, P., & Naja, J. (2017). Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches. *Desalination*, 404, 1–21. doi:10.1016/j.desal.2016.10.011.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación científica* (6ta ed.). México: McGraw Hill.

Huerta, J. & Benavides, Y. (2018). Evaluation of access systems to chlorinated water and its effects on children's health in the Mochumí-Lambayeque District,

2018. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, 5(2), 142-156.
<https://doi.org/10.24265/iggp.2018.v5n2.07>

Hutton, G. (2018). Global Benefits and Costs of Achieving Universal Coverage of Basic Water and Sanitation Services as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Prioritizing Development*, 422–445.
doi:10.1017/9781108233767.025

INEI. (2018). Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 22 de octubre del 2017, Perú: Resultados Definitivos.

INEI. (2020). Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf

Martínez, I. (2011). La enseñanza de las ciencias sociales a través de una estrategia didáctica apoyada en las canciones para el nivel inferencial del pensamiento en estudiantes de educación secundaria. Tesis de maestría, Universidad de Antioquia: Medellín, Colombia. Recuperado el 29 de junio de 2018, de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/184/1/PB0189.pdf>

Mejía, Ó. & Muñoz, E. (2020). El agua, la vida y los ríos. *Revista Ambiental ÉOLO*, Vol. 19, núm. 1, pp. 58-77.

Méndez, C. (2011). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales (4ta ed.). México: Limusa.

Ministerio de salud. (2017). Casos notificados de enfermedades diarreicas agudas. Centro Nacional de Epidemiología, prevención y Control de enfermedades. Obtenido de <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/cdistritos/2017/52/EDAS.pdf>

Moussa, D. T., El-Naas, M. H., Nasser, M., & Al-Marri, M. J. (2017). A comprehensive review of electrocoagulation for water treatment: Potentials and challenges. *Journal of Environmental Management*, 186, 24–41. doi:10.1016/j.jenvman.2016.10.032

Municipalidad Distrital de Mochumí. (2021). Ubicación y límites. <http://www.munimochumi.gob.pe/index.php?id=3&itemId=15>

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. y Villagómez, A. (2014). Metodología de la investigación. Cualitativa – cualitativa y redacción de tesis (4ta ed.). Colombia: Ediciones de la U.

OMS. (2018). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

OMS/UNICEF. (2019). Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2017. Special Focus on Inequalities. Nueva York, UNICEF/OMS. data.unicef.org/resources/progress-drinking-water-sanitation-hygiene-2019/.

Orozco, J. (2016). La Didáctica de las Ciencias Sociales en la Carrera Ciencias Sociales. Impacto en el desempeño de los docentes del área de Ciencias Sociales de Managua. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNANManagua): Nicaragua.

Orozco-Alvarado, J., & Díaz-Pérez, A. (2018). ¿Cómo redactar los antecedentes en una investigación cualitativa?. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 1(2), 66-82. DOI: <https://doi.org/10.30698/recsp.v1i2.13>

Piguave, J., Castellano, M, Macías, Aida., Vite, F., Ponce, M. & Ávila, J. (2019). Microbiological quality of groundwater as an epidemiological risk in the production of Childhood Diarrheal Disease. Systematic review. *Kasmera*, 47(2), 153–173. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556409>

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Bartram, J., Clasen, T., Cumming, O., Freeman, M. C., ... Johnston, R. (2019). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. doi:10.1016/j.ijheh.2019.05.004

Resolución Directoral 160-2015-DIGESA [DIGESA]. Protocolo de procedimientos para la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. 24 de setiembre del 2015.

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. & Gutiérrez-Builes, L. (2017) Pathogens and Microbiological Indicators of the Quality of Water for Human Consumption. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 2017; 35(2): 236-247. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M. & Crist, E. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*, 67(12), 1026–1028. doi:10.1093/biosci/bix125

Roca, D. & Palacio, L. (2019). 'Sí a la vida, al agua y al territorio. *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, No. 107, pp. 117-138.

Romero, J. (2021). Características químicas inorgánicas, microbiológicas y organolépticas del agua potable durante la estación seca del área urbana del distrito de Pomahuaca, provincia de Jaén, 2019. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9302>

Sánchez, A. (2017). Towards a recognition of water as a universal human right. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, vol. 8, n. 3, pp. 220-238.

SUNASS. (2018). Agua, Bienestar y Desarrollo. Memoria Anual 2018. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/MEMORIASUNASS2018_FIN.pdf

SUNASS. (2019). Transformando la regulación para el desarrollo. Memoria Anual 2019. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/12/memoria_sunass_2019.pdf

SUNASS. (2020). Benchmarking regulatorio de las Empresas Prestadoras 2020 (N° 1021–2020-SUNASS-DF-F). <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/11/BENCHMARKING-REGULATORIO-DE-LAS-EPS-2020-DATOS-2019.pdf>

SUNASS. (2021, 22 marzo). Valor del agua, desarrollo sostenible y bienestar nacional: La importancia de la sostenibilidad del servicio público de agua y saneamiento [Publicación en un foro]. Autoridad Nacional Del Agua. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4772>

Torregrosa, M., Arellano, D., & Kloster, K. (2019). Agua y sociedad. La multidimensionalidad de la calidad del agua. En *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*(pp. 22-28). Ciudad de México, México: The Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS).

UNESCO (2018). United Nations World Report on the Development of Water Resources. Nature-based solutions for water management. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261494s.pdf>

UNESCO. (2021). The United Nations world water development report 2021: valuing water. París, Francia: UNESCO.

Vammen, K. & Vaux, H. (2019). Una visión general de la calidad del agua en las Américas. En *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*(pp. 12-19). Ciudad de México, México: The Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS).

Villena, J. (2018). Water quality and sustainable development. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2018;35(2):304-8. doi: /10.17843/rpmesp.2018.352.3719.

Wolf, J., Hunter, P. R., Freeman, M. C., Cumming, O., Clasen, T., Bartram, J. & Prüss-Ustün, A. (2018). Impact of drinking water, sanitation and handwashing with soap on childhood diarrhoeal disease: updated meta-analysis and meta-regression. *Tropical Medicine & International Health*, 23(5), 508–525. doi:10.1111/tmi.13051

World Health Organization. (2019, 14 junio). Drinking-water. WHO. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

World Resources Institute. (2021). Water. <https://www.wri.org/water>

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos de la UNESCO). 2012. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. París, UNESCO. www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variables de estudio	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Indicadores microbiológicos: Determinación de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes	Independiente cuantitativa	Son microorganismos patógenos cuya información microbiológica obtenida a partir de su análisis aporta información en el monitoreo de la calidad del agua (Ríos et al. 2017)	Determinación de Escherichia coli y Coliformes termotolerantes a través de un análisis de muestras de agua potable.	Determinación de Escherichia coli	Parámetros microbiológicos según DS 031-2010-SA. Protocolo de muestreo según RD 160-2015-DIGESA	Intervalo
				Determinación de Coliformes termotolerantes		Intervalo
Contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas	Dependiente cualitativa	Presencia de cualquier sustancia o materia física, química, biológica o radiológica presente en el agua, que en determinados niveles son perjudiciales al ser consumida (EPA, 2021)	Presencia de microorganismos patógenos en el agua potable que demuestran la contaminación con aguas residuales domésticas debido a problemas de saneamiento	Fallas en el servicio de saneamiento	Encuesta a una muestra de viviendas del distrito de Mochumí Evaluación del pozo de abastecimiento según formulario estandarizado en la RM 908-2014-MINSA	Razón
				Fallas en la fuente de abastecimiento		Ordinal

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente
¿En qué medida la determinación de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes permitirá demostrar la contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas en el distrito de Mochumí?	Determinar la presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes para demostrar el grado de contaminación del agua potable con aguas residuales domésticas en el distrito de Mochumí.	La determinación de presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes en el agua potable permitirá demostrar que existe contaminación con aguas residuales domésticas al relacionar los resultados microbiológicos con las condiciones de saneamiento.	Determinación de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable Dependiente:
¿De qué manera se evaluará el agua potable para demostrar que hay contaminación por aguas residuales domésticas?	Evaluar la presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes en el agua potable del distrito de Mochumí	La presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes presumirá contaminación por aguas residuales domésticas.	Contaminación de agua potable con aguas residuales domésticas
¿Qué fallas existen en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar al agua potable en el distrito de Mochumí?	Describir las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento que podrían afectar el agua potable en el distrito de Mochumí	Las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento aumentan el riesgo de la contaminación del agua potable.	
¿Cómo se relaciona la presencia de Escherichia Coli y Coliformes Termotolerantes en el agua potable con las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento?	Relacionar la presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes con las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento	La presencia de Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes se deben a las fallas en la fuente de abastecimiento y en el servicio de saneamiento	

Anexo 3. Cálculo de muestra de manzanas (viviendas)

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra (cantidad de manzanas).

N = Cantidad Total de Manzanas.

z = Desviación estándar.

e = Margen de error.

p = probabilidad.

q = 1 – p

Si el nivel de confianza es 90%, los datos son los siguientes: N = 70; z = 1.65; e = 0.10; p = 0.5; q = 0.5. Y el tamaño de la muestra será:

$$n = \frac{70 \times (1.65)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.1)^2 \times (70 - 1) + (1.65)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{47.6437}{1.370625}$$

$$n = 34.7605 = 35$$

Si el nivel de confianza es 95%, los datos son los siguientes: N = 70; z = 2.58; e = 0.01; p = 0.5; q = 0.5. Y el tamaño de la muestra será:

$$n = \frac{70 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 \times (70 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{67.228}{1.1321}$$

$$n = 59.38 = 60$$

Si el nivel de confianza es 99%, los datos son los siguientes: N = 70; z = 1.96; e = 0.05; p = 0.5; q = 0.5. Y el tamaño de la muestra será:

$$n = \frac{70 \times (2.58)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.01)^2 \times (70 - 1) + (2.58)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{116.487}{1.671}$$

$$n = 69.7 = 70$$

Anexo 4. Cálculo de personas a encuestar

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra (cantidad de personas a encuestar).

N = Cantidad Total de personas.

z = Desviación estándar.

e = Margen de error.

p = probabilidad.

q = 1 - p

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{2805 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 \times (2805 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{2693.922}{7.9704}$$

$$n = 337.99 = 338$$

Anexo 5. Ficha de identificación de muestra

Identificación de muestra				
Código de identificación				
Coordenadas	Este:			
	Norte:			
	Altura:			
Localidad/distrito/provincia/región				
Punto de muestreo				
Matriz				
Fecha y hora del muestreo				
Tipo de análisis requerido				
Preservada	SÍ		NO	
Nombre del preservante				
Nombre del muestreador				

Fuente: Adaptado de la RD 160-2015-DIGESA

Ver Anexo 6. Evaluación de fuente de abastecimiento

FORMULARIO N° 01: EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. UBICACIÓN:

Localidad/Anexo: _____ Sector: _____
 Distrito: _____ Provincia: _____ Departamento: _____
 Población total: _____
 Población servida: _____

2. DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Antigüedad: _____ Ente ejecutor: _____
 Rehabilitación: Sí No Año: _____
 Funcionamiento: Continuo Restringido Inoperativo
 El sistema es único en el sector: Sí No

3. TIPO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO:

Gravedad sin tratamiento Gravedad con tratamiento
 Bombeo sin tratamiento Bombeo con tratamiento

4. FUENTE:

N° de fuentes de abastecimiento: _____ Caudal Total $Q_t =$ _____
 Nombre de fuente N° 1: _____ $Q_1 =$ _____
 Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia: Sí No

4.1 POZO PROFUNDO: Perforado Excavado Profundidad: 50 metros

Coordenadas UTM P1: _____ Altura (m.s.n.m.): _____

Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?		
¿El piso presenta rajaduras?		
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?		
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?		
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)		
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?		
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?		
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		
¿La bomba es lubricada con aceite?		
¿Cuenta con línea de purga?		
¿Cuenta con punto de muestreo?		
¿Está pintado en el exterior?		

5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN:

Longitud (m), diámetro, material: 3 km, PVC SAP pesado, 200 mm.

Características	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?		
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?		
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?		
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?		
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?		

6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

6.1 Reservoirio	1	
Volumen Reservoirio (m3):		
Coordenadas UTM:		
Este:		
Norte:		
Altura (m.s.n.m.):		
Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?		
¿Cuenta en tapa sanitaria?		
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?		
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?		
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?		
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		
¿Tiene tubería de limpia y rebose?		
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?		
¿Existe caseta de válvulas?		
¿Las válvulas están operativas?		
¿Cuenta con la tubería de ventilación?		
¿Cuenta con punto de muestreo?		

6.2 Red de distribución	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?		
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?		
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?		
¿Cuenta con válvulas de purga?		
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?		

Diámetro, material:

7. Cloración

El agua se clora en forma: Permanente Eventual Nunca

Tipo de cloración: Gas Goteo Hipoclorador Manual

Insumo utilizado: _____ Concentración (%): _____

Características	Sí	No
¿Está el equipo en buen estado?		
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?		
¿Existe stock de cloro?		
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L		
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 5,0 mg/L		
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?		
¿Cuenta con comparador de cloro residual?		
¿Cuenta con insumos DPC 1 para medir cloro residual?		
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?		

8. Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas:

Tachos PVC Cilindros Metálicos Bidones Otros _____

Cuenta con tapa: _____

Estado del recipiente (higienización): _____

Desinfección intradomiciliaria:

Cloro Hervido Otros _____

9. Enfermedades relacionadas a la Calidad de Agua en la localidad (proporcionada por el EESS)

Nº de casos de EDAs en menores de 5 años: _____

Nº de EDAs totales en la localidad: _____

Nº de casos de enfermedades parasitarias: _____

Fecha: 29 de setiembre

Responsable de inspección: _____

Firma: _____

Anexo 7. Resultados de evaluación de fuente de abastecimiento

FORMULARIO N° 01: EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. UBICACIÓN:

Localidad/Anexo: POZO TEPO Sector: CASERÍO TEPO
 Distrito: MOCHUMÍ Provincia: LAMBAYEQUE Departamento: LAMBAYEQUE
 Población total: 20060 (5382 VIVIENDAS)
 Población servida: 2805 VIVIENDAS (61.2%)

2. DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Antigüedad: > 10 AÑOS Ente ejecutor: EPSEL
 Rehabilitación: Sí No Año: 2019
 Funcionamiento: Continuo Restringido Inoperativo
 El sistema es único en el sector: Sí No

3. TIPO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO:

Gravedad sin tratamiento Gravedad con tratamiento
 Bombeo sin tratamiento Bombeo con tratamiento

4. FUENTE:

N° de fuentes de abastecimiento: UNA Caudal Total $Q_t = 300 \text{ L/s}$
 Nombre de fuente N° 1: POZO TEPO $Q_1 = 300 \text{ L/s}$
 Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia: Sí No

4.1 POZO PROFUNDO: Perforado Excavado Profundidad: 50 metros

Coordenadas UTM P1: 6°31'44"S 79°51'32"W Altura (m.s.n.m.): 42 metros

Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?	X	
¿El piso presenta rajaduras?		X
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?	X	
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?	X	
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)	X	
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	X	
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?		X
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?	X	
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?	X	
¿La bomba es lubricada con aceite?	X	
¿Cuenta con línea de purga?	X	
¿Cuenta con punto de muestreo?	X	
¿Está pintado en el exterior?	X	

5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN:

Longitud (m), diámetro, material: 3 km, PVC SAP pesado, 200 mm.

Características	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?	X	
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?	X	
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?	X	

6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

6.1 Reservorio	1	
Volumen Reservorio (m3):		
Coordenadas UTM:		
Este:		
Norte:		
Altura (m.s.n.m.):		
Características	Sí	No
¿Existe cerco de protección?	X	
¿Cuenta en tapa sanitaria?	X	
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?	X	
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	X	
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?		X
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		X
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		X
¿Tiene tubería de limpia y rebose?	X	
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?	X	
¿Existe caseta de válvulas?	X	
¿Las válvulas están operativas?	X	
¿Cuenta con la tubería de ventilación?	X	
¿Cuenta con punto de muestreo?	X	

6.2 Red de distribución	Sí	No
¿Presencia de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?	X	
¿Cuenta con válvulas de purga?	X	
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?	X	

Diámetro, material:

7. Cloración

El agua se clora en forma: Permanente Eventual Nunca

Tipo de cloración: Gas Goteo Hipoclorador Manual

Insumo utilizado: Cloro gaseoso Concentración (%): _____

Características	Sí	No
¿Está el equipo en buen estado?	X	
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?	X	
¿Existe stock de cloro?	X	
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L	X	
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 5,0 mg/L	X	
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?	X	
¿Cuenta con comparador de cloro residual?	X	
¿Cuenta con insumos DPC 1 para medir cloro residual?	X	
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?	X	

8. Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas:

Tachos PVC Cilindros Metálicos Bidones Otros _____

Cuenta con tapa: Sí

Estado del recipiente (higienización): Regular a aceptable

Desinfección intradomiciliaria:

Cloro Hervido Otros _____

9. Enfermedades relacionadas a la Calidad de Agua en la localidad (proporcionada por el EESS)

N° de casos de EDAs en menores de 5 años: 0 casos

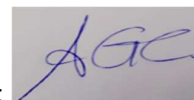
N° de EDAs totales en la localidad: 0 casos

N° de casos de enfermedades parasitarias: 0 casos

Fecha: 29 de setiembre

Responsable de inspección: Anthony Gonzalez/Anita Vargas

Firma:



Anexo 8. Panel fotográfico



Foto 1. Toma de muestra de vivienda.



Foto 2. Pozo Tepo.



Foto 3. Sistema de control de Pozo Tepo.



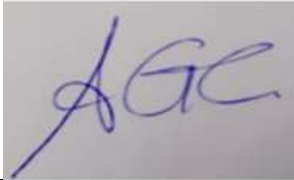
Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo: Gonzalez Castro Anthony Paul y Vargas Zambrano María Anita; egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: "Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes como indicador de contaminación del agua potable, distrito de Mochumi, Lambayeque, 2021", es de n u e s t r a autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 17 de Diciembre de 2021

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
Gonzalez Castro, Anthony Paul DNI: 70369728 ORCID: 0000-0001-9860-8839	
Vargas Zambrano, María Anita DNI: 19255772 ORCID: 0000-0003-4951-7601	