



**UMA**  
Universidad  
María Auxiliadora

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA ENTUBADA**  
**EN EL DISTRITO DE HUAROCHIRÍ, PROVINCIA DE**  
**HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA – FEBRERO - 2024**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. CHUMBIMUNI TELLO, YMELIN ELISA

<https://orcid.org/0009-0008-4382-6>

Bach. OLIVARES CALIXTRO, SANDY EDELMIRA

<https://orcid.org/0009-0004-2991-1788>

**ASESOR:**

MSc. CORDOVA SERRANO, GERSON

<https://orcid.org/0000-0002-5591-0322>

**LIMA – PERÚ**

**2024**

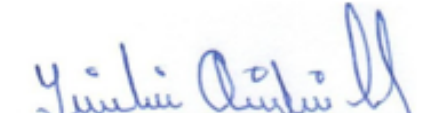
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **CHUMBIMUNI TELLO, YMELIN ELISA**, con DNI **4149886** en mi condición de autor(a) de la tesis, presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de Farmacia y Bioquímica, de título **“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA ENTUBADA EN EL DISTRITO DE HUAROCHIRÍ, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA – FEBRERO - 2024”**, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **24%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 12 de diciembre del año 2024.

  
Chumbimuni Tello, Ymelin Elisa

  
MSc. Córdova Serrano, Gerson

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **OLIVARES CALIXTRO, SANDY EDELMIRA**, con DNI **47329947** en mi condición de autor(a) de la tesis, presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de Farmacia y Bioquímica, de título **“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA ENTUBADA EN EL DISTRITO DE HUAROCHIRÍ, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA – FEBRERO - 2024”**, AUTORIZO a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

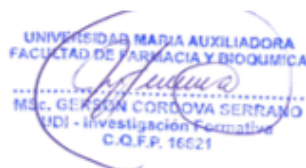
Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **24%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 12 de diciembre del año 2024.



\_\_\_\_\_  
Olivares Calixtro, Sandy Edelmira



\_\_\_\_\_  
MSc. Córdova Serrano, Gerson

## 24% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe




- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

### Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

---

### Fuentes principales

- 24%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

### Fuentes principales

- 24% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se **mostrarán**

<b>1</b>	Internet	hdl.handle.net	4%
<b>2</b>	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	3%
<b>3</b>	Internet	repositorio.uma.edu.pe	3%
<b>4</b>	Internet	repositorio.upagu.edu.pe	2%
<b>5</b>	Internet	repositorio.upn.edu.pe	2%
<b>6</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Científica del Sur	2%
<b>7</b>	Internet	repositorio.unj.edu.pe	1%
<b>8</b>	Internet	repositorio.uta.edu.ec	1%
<b>9</b>	Internet	repositorio.cualtos.udg.mx:8080	1%
<b>10</b>	Internet	ri.unsam.edu.ar	1%
<b>11</b>	Internet	read.bookcreator.com	1%

12	Internet	www.researchgate.net	1%
13	Internet	www.scilit.net	1%
14	Internet	repositorio.undac.edu.pe	1%
15	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo		1%
16	Internet	repositorio.unap.edu.pe	1%

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. En agradecimiento a mi madre Felicita Tello, porque ella siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona. A mi hijo Armando por ser fuente de mi motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para él. A mi esposo y hermanas que son mi base de apoyo para poder enfrentar cualquier adversidad y a seguir cumpliendo mis metas. A toda mi familia que con sus palabras de ánimo me ayudaron a mantenerme fuerte en mi camino.

*Bach. Chumbimuni Tello, Ymelin Elisa*

Consagro este trabajo a Dios que siempre ha guiado mi vida y encaminó mis pasos para lograr cumplir una meta más a mí vida. A mis padres por el apoyo brindado a lo largo de mi vida, asimismo a mis hermanos quienes han estado a mi lado en cada fase de este extenso viaje académico, también a mi perrito khalil quien fue mi soporte emocional estos años y nunca me dejó sola. Sus muestras de apoyo, comprensión y aliento han sido cruciales para mantenerme enfocado en mis objetivos.

*Bach. Olivares Calixtro, Sandy Edelmira*

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud a la divinidad, cuya protección y guía han sido la base de todos mis logros. En cada desafío y en los momentos de alegría, su influencia ha proporcionado la fortaleza y la orientación necesarias.

Agradezco profundamente al MSc. Gerson Córdova Serrano, mi mentor, por su dedicación inagotable y apoyo constante. Su experiencia y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación; sin su dirección y asesoría, esta tesis no habría sido posible.

También quiero expresar mi reconocimiento a la Universidad María Auxiliadora por ofrecerme la oportunidad de enriquecer mi conocimiento y avanzar como estudiante e investigadora. La infraestructura, los recursos y el entorno académico de la universidad han sido esenciales para mi crecimiento.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que de alguna manera han contribuido a este estudio y a mi desarrollo académico. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colaborativo, y les extiendo mi más sincero agradecimiento.

*Bach. Chumbimuni Tello, Ymelin Elisa*

*Bach. Olivares Calixtro, Sandy Edelmira*



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
II.1 Enfoque y diseño de la investigación.....	8
II.2. Población, muestra y muestreo.....	8
II.3. Variables de investigación .....	9
II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	9
II.5. Plan metodológico para la recolección de datos.....	10
II.6. Procesamiento del análisis estadístico .....	11
II.7. Aspectos éticos.....	12
III. RESULTADOS .....	13
IV. DISCUSIÓN .....	21
IV.1. Discusión de resultados.....	21
IV.2. Conclusiones .....	24
IV.3. Recomendaciones.....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
ANEXOS .....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación y punto de recolección de muestras .....	14
Tabla 2. Resultados de los parámetros obtenidos en la evaluación realizada .....	15
Tabla 3 Presencia de <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>salmonella typhimurium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> en (agar EMB) a las 24 horas de inoculación .....	17
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de nivel de NMP en aguas .....	19
Tabla 5. Análisis de T de Student de los valores de NMP de las muestras.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de toma de muestra .....	13
Figura 2. Lugar en donde se encuentra el reservorio .....	13
Figura 3. Analisis de aguas - NMP .....	16
Figura 4. Analisis de aguas – Microorganismos .....	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Operacionalización de las variables.....	30
<b>Anexo B.</b> Instrumento .....	31
<b>Anexo C.</b> Carta de presentación.....	32
<b>Anexo D.</b> Carta de Autorización.....	33
<b>Anexo E.</b> Cantidad de casas del distrito de huarochiri.....	34
<b>Anexo F.</b> Aplicativo que se utilizó para el sorteo de casas.....	35
<b>Anexo G.</b> recolección de datos y número de casas por sorteo.....	36
<b>Anexo H.</b> Evidencias del trabajo de campo.....	37

## RESUMEN

**Objetivo:** determinar la calidad microbiológica del agua entubada en el distrito de Huarochirí, provincia de Huarochirí, región Lima – febrero – 2024

**Materiales y métodos:** de tipo cuantitativo, no experimental, descriptivo y transversal. En la cual se trabajó con una población de 1,214 casas y una muestra de 20 casas. Se empleó la ficha para recolectar datos. El procedimiento correspondió a la evaluación microbiológica bacteriológica.

**Resultados:** se identificó que las muestras (M1-M20) presentaron valores de NMP por 100 mL muy por encima del límite permitido ( $<1.8$  UFC/100 mL). Además, las muestras M5 y M20 no presentaron crecimiento de ninguna bacteria, a diferencia del resto de muestras que si presentaron

**Conclusión:** la calidad microbiológica del agua entubada en el distrito de Huarochirí – 2024 no cumple con los criterios bacteriológicos según la normativa peruana

**Palabras clave:** agua potable, análisis bacteriológico y Calidad microbiológica (DeCS/MeSH)

## ABSTRACT

**Objective:** to determine the microbiological quality of piped water in the district of Huarochirí, province of Huarochirí, Lima region – February – 2024

**Materials and methods:** quantitative, non-experimental, descriptive and cross-sectional. In which a population of 1,214 houses and a sample of 20 houses were worked with. The form was used to collect data. The procedure corresponded to the microbiological, bacteriological evaluation

**Results:** it was identified that the samples (M1-M20) presented NMP values per 100 mL well above the permitted limit (<1.8 CFU/100 mL). In addition, samples M5 and M20 did not present any bacterial growth, unlike the rest of the samples that did

**Conclusion:** the microbiological quality of piped water in the district of Huarochirí – 2024 does not meet the bacteriological criteria according to Peruvian regulations

**Keywords:** drinking water , bacteriological analysis and microbiological quality (DeCS/MeSH)

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental para la supervivencia de cualquier forma de vida conocida, es una molécula formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno (H<sub>2</sub>O). La utilizamos más en su estado líquido, pero también la podemos encontrar en estado sólido y gaseoso. La superficie terrestre está constituida por un 71% de agua, que la encontramos en su mayoría en los océanos, 1.74% conforman los glaciares y los casquetes polares, 1,72% encontramos en los acuíferos y los glaciares continentales y por último el 0,04 % se ve en el decrecimiento de lagos, humedad de los suelos, ríos y entes vivos<sup>1</sup>.

El agua ayuda a la estabilidad y regulación de los entornos del medio ambiente y de todo ser vivo que habitan, por ello se transforma en un factor que indica la sobrevivencia de plantas y animales de todo el mundo. Es muy importante para el bienestar del ser humano, para su ingesta e higiene, en cuanto a su uso referente al saneamiento, es el componente más abundante del cuerpo humano, participando prácticamente en todos los procesos fisiológicos. El tener acceso a este elemento es un derecho fundamental de todo ser humano ya que esto involucra su desarrollo integral y dentro de la sociedad. La disponibilidad depende de la calidad de agua que se dispone y de cómo se reserva, se emplea y distribuye a distintas personas. Incluye aspectos relacionados con la gestión de las aguas superficiales y subterráneas, así como el reciclaje y reutilización del agua.

Existen diferentes fuentes de agua bebible que son aptas para el consumo humano como, por ejemplo: ríos, lagos, arroyos, manantiales, aguas subterráneas, las cuales se deben proteger para evitar su contaminación y extinción. Para ello se han implementado mecanismos de protección para salvaguardar su calidad, una entidad encargada de este programa para el cuidado del agua es la EPA quien trabaja en conjunto con tribus, estados y se basan en hacer cumplir la ley de agua potable segura. Según la OMS, por persona se requiere por día entre 50 y 100 litros de agua para satisfacer gran parte de las necesidades básicas y evitar una parte de los problemas de salud.<sup>2</sup>

Se considera un derecho básico de toda la humanidad el acceso al agua limpia y como un paso fundamental hacia una mejor calidad de vida en el mundo. Las zonas que se encuentran con escasos recursos hídricos, lamentablemente son de bajos ingresos económicos y su población está atrapada en un círculo de pobreza que es difícil de lograr salir de esa situación.

Aproximadamente unos 2000 millones de personas en el mundo no tienen acceso a servicios de agua potable que se haya gestionado de manera segura, 3600 millones no tienen servicios de saneamiento seguros y 2300 millones carecen de instalaciones básicas para realizar sus necesidades de limpieza. La accesibilidad a zonas de prestación de agua y sanitización, el crecimiento exagerado demográfico, el uso excesivo de agua, la mayor inestabilidad de las precipitaciones y la contaminación son problemas que se acoplan en distintos lugares convirtiendo al agua en una de las principales amenazas para el crecimiento económico, la disminución de la pobreza y el progreso sostenible.<sup>3</sup>

En Latinoamérica, a pesar del evidente progreso, aún se muestran carencias relevantes en cuanto a los procedimientos sanitarios y a la accesibilidad de servicios de agua potable. En realidad 65 millones de la población rural carece de acceso al agua potable, mientras que el 85% de los ciudadanos de las zonas urbanas gozan de la facilidad a fuentes mejoradas de agua potable. El 20% de la población latinoamericana no tiene saneamiento<sup>4</sup>. En el mismo aspecto, se evidencia que en esos países en los cuales se hallan un menor poder de adquisición, mayor es la vulnerabilidad alimentaria y superior índice de mortalidad infantil, porque el porcentaje de acceso al agua potable es menor.<sup>5</sup>

El Perú es uno de los 20 países que tienen abundante agua. A pesar de ello dicho recurso se halla distribuido de forma heterogénea en el territorio y no está localizada precisamente en los lugares donde se encuentra una mayor demanda. En la región de la costa peruana está concentrada más del 70% de habitantes, pero solo dispone con el 1.8% del total de agua que se produce. Entre 7 y 8 millones de peruanos/as aún no poseen acceso a agua potable, ubicando a Lima como la ciudad más vulnerable: es la segunda capital en el



mundo que se encuentra en un desierto que solo llueve 9 milímetros al año. Tenemos al río Rímac como el primordial proveedor de luz y agua para la población de Lima y Callao, (74.5% de agua) y a la vez, es la cuenca más desgastada en términos ambientales. En este aspecto Lima tiene 1.5 millones de personas que no tienen acceso al agua potable y mucho menos alcantarillado. Evidentemente hay un notorio contraste entre la zona urbana y periurbana, donde los pueblos jóvenes y pequeños asentamientos humanos no tienen servicio de agua, ni desagüe, como el resto de lugares de Lima.<sup>6</sup>

En la actualidad el distrito de Huarochirí se abastece de una acequia denominada Collpa, dicha agua es llevada al reservorio por medio de una red de tuberías que se distribuye a los domicilios de los habitantes. Dicho reservorio es dirigido y supervisado por la Municipalidad, pero al no contar con un estudio que garantice el estado óptimo de agua para el consumo humano genera dudas.

En el reglamento de la de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA, nos da conocer los límites máximos permisibles, en parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros reactivos, además asigna nuevas y mayores responsabilidades a los gobiernos regionales. El agua cruda es la que se encuentra en estado natural, que se capta para abastecer y no ha pasado por diferentes etapas de tratamiento y el agua tratada es la que se expone a depuraciones químicos, físicos, biológicos y se utiliza para el consumo doméstico.

La importancia del "análisis microbiológico" es el uso de métodos biológicos, bioquímicos, moleculares o químicos para detectar, identificar o enumerar microorganismos en un material. Frecuentemente se aplica a los microorganismos responsables de enfermedades y al mal estado de alimentos. Estos procesos son importantes ya que a partir de los resultados y el control se conocen las características del agua que son procesadas y suministradas a la población y se ordenan actividades necesarias para mejorar la calidad de este elemento, teniendo en consideración las referencias de calidad nacional. La

calidad microbiológica del agua de consumo humano abarca el análisis de la existencia del microorganismo de *Escherichia coli*, como un indicador de contaminación fecal. No debe existir presencia de *Escherichia coli* en el agua de consumo, ya que es una prueba que determina la contaminación fecal reciente. En la praxis, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termotolerantes puede ser una elección aceptable en muchos casos, este es un indicador útil, pero tiene algunas limitaciones. Los protozoos entéricos y virus son más resistentes a la sanitización; por tal razón la ausencia de este microorganismo no indica necesariamente que no haya presencia de estos organismos patógenos. En algunos casos, puede ser necesario incorporar en los análisis microorganismos más resistentes, como en algunos casos bacteriófagos o esporas bacterianas, cuando se sabe que el agua de origen que se utiliza está contaminada con virus y parásitos entéricos, o si hay una incidencia alta de enfermedades virales y parasitarias en la población.<sup>7</sup>

**Tomamos como referencias los siguientes antecedentes:**

**Iñiguez et al. (2022)** los autores evaluaron la calidad microbiológica del agua en las escuelas nacionales de la ciudad de Tepatitlán de Morelos, México. Realizaron la cuantificación de cloro libre, bacterias coliformes totales y fecales, también de la indagación cualitativa de enterobacterias. Concluyeron que la contaminación puede tener origen y/o deberse a que las zonas de almacenamiento de agua están sucias. El 13.6% de las muestras se puede visualizar a la bacteria *escherichia coli*, cepas de *citrobacter freundii*, *klebsiella spp* y *pseudomona spp*, estas bacterias pueden provocar enfermedades importantes en los seres humanos y por lo tanto es agua es un vector<sup>8</sup>.

**Benites (2021)** realizó una evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población y propuestas tendientes a su mejora, Chulucanas provincia de Morropón, Piura. Asimismo, comparar los resultados con la norma del Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente según el reglamento de calidad de agua para consumo humano aprobado por D.S. N° 031-2010-S.A. Los análisis físicos químicos y microbiológicos se realizaron en

los Laboratorios microbiológicos y Asesoría Pintado E.I.R.L. y Laboratorio de Analytical Laboratory E.I.R.L con la garantía del Organismo Peruano de Acreditación INACAL. Se trabajaron con nueve muestras (9) de manera convencional. Los resultados fueron comparados con los LMP y ECA. Para el cálculo se utilizó la media central, dispersión, desviación estándar, prueba T de student para una muestra y valores extremos de las muestras de agua, encontrándose dentro de los rangos y aptos para consumo humano, y LMP establecidos en las N.T.P. D.S. N° 031-2010- S.A. A diferencia de la muestra tres (3) de conductividad y la muestra tres (3) de cloruros que están por encima de los LMP establecidos en las N.T.P. El ensayo de los parámetros microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales están dentro de los establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A<sup>9</sup>.

**Mejía y Taipe (2021)** los autores hicieron una investigación la “Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, Huancavelica” por lo cual se determinó “parámetros microbiológicos” (coliformes totales y fecales ) del agua de dos lugares de captación: el primer lugar, Manantial Huarichaca y el segundo lugar la red de los domicilios del CC.PP Matahuasi, los resultados fueron procesados estadísticamente, se obtuvieron tres muestras, encontraron que en los lugares de muestreo nos da como resultado que los datos sobrepasan los “Límites Máximos Permisibles”, utilizaron la técnica del número más probable (NMP) para la identificación de coliformes, Se utilizó el método de T de student de emparejamiento para evidenciar la influencia de la “Calidad Microbiológica” del agua con diferentes enfermedades gastrointestinales del CC.PP Matahuasi, en el cual los niveles de confianza del 95% y 5% de error, se observa que P-valor 0.001 es inferior que la significancia  $\alpha = 0.05$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula y se procede a acepta la hipótesis alterna, afirmando que sí hay incidencia entre la calidad microbiológica del agua y las enfermedades gastrointestinales en el centro poblado Matahuasi<sup>13</sup>.

**Mejía y Zelada (2019)**, en su investigación realizada de análisis microbiológico del agua para consumo humano del Distrito de Chontalí, se evaluaron 40 casas y 4 pozos de reservorio de agua. Trabajaron con la Técnica del Número Más Probable en la cual obtuvieron como resultados que las muestras deben ser  $< 1,8/100$  ml; mientras que los resultados obtenidos son  $> 6.8/100$  ml elevado para coliformes totales y coliformes fecales el resultado es  $> 4/100$  ml y para *E. Coli*; si se obtuvieron tres muestras (9 – 18 y 31) con el valor indicado del D.S. N° 031-2010 que es  $< 1,8/100$  ml, las 37 muestras restantes tienen presencia de *E. coli* por que el resultado es  $> 2/100$  ml. Se determinó que el agua que abastece al Distrito de Chontali, no es aceptada para el consumo humano debido a que todas las muestras tienen un alto NMP.<sup>10</sup>

**Briones y Castro (2019)** los autores realizaron el estudio de la calidad del agua del sistema de potabilización en el caserío shahuindo en Cajabamba, se trabajaron con trece muestreos de agua en el sistema de potabilización del caserío Shahuindo, incluyendo la toma preliminar. Estos se dividieron en una muestra de agua para cada lugar de muestreo (captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y vivienda), en tres campañas diferentes, para su análisis las muestras se trasladaron a dos laboratorios microbiológicos, los resultados se compararon con los decretos supremos reguladores del agua en el Perú. De esta forma se dio a entender que la calidad de agua del sistema de potabilización está dentro de los valores establecidos por los decretos excepto por el parámetro sulfatos que excede los valores normales (310, 290, 410, 320, 350, 420, 250, 390, 410, 310 mg/l), a esto se le agrega la falta de desinfección de agua convirtiéndolo en agua no apta para el consumo humano.<sup>11</sup>

**Ferro et al. (2019)** los autores presentaron una investigación de distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas relacionada con la temperatura y cloro residual del agua potable en la ciudad de Puno. Para saber y evaluar los efectos de la estacionalidad del cloro residual y de la temperatura ambiental sobre el grado de incidencia de enfermedades diarreicas agudas , en primer lugar se cambian los datos mediante el cálculo de las medias móviles

de longitud, que son la media aritmética de los p valores anteriores, el valor considerado identificar y eliminar la tendencia, dispersión o variabilidad incentivada por factores circunstanciales obteniendo como resultado que las enfermedades diarreicas tienen relación con la temperatura alta, casuística endémica, como el almacenamiento sin embargo, no son causadas directamente por el agua distribuida por la empresa proveedora de servicio de agua potable, debiendo existir otros factores en su intradomiciliario y otros.<sup>12</sup>

El distrito de Huarochirí por ser un poblado alejado tiene problemas en la calidad de agua potable, que no garantiza que sea saludable para el consumo humano, por existir el peligro de adquirir infecciones y EDAs. Es de vital importancia que las fuentes de las que se obtiene el vital líquido cumplan con los lineamientos o normas establecidas, por dicha razón este trabajo está destinado a conocer en qué nivel microbiológico se encuentra el agua potable. Se justifica teóricamente porque no se cuenta con una planta de tratamiento y no hay estudios que nos indique la calidad microbiológica del agua que consume la población, además nos brindó información que es confiable y útil, que aportó conocimiento a las autoridades correspondientes para que tomen medidas de prevención y sirvió como base a nuevas investigaciones.<sup>14</sup> Se justifica socialmente porque los resultados obtenidos nos ayudaron a mejorar la salud de la población y así evitamos que los niños sufran procesos de infecciones que dificultan su óptimo crecimiento y desarrollo.<sup>14</sup>

**Objetivo:** Determinar la calidad microbiológica del agua entubada en distrito de Huarochirí, provincia de Huarochirí, región Lima – febrero – 2024.

**Hipótesis:** AL menos el 95% de las muestras analizadas tendrán un nivel de contaminación por encima del nivel permitido de 1.8UFC/100mL de agua amparado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1 Enfoque y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo, porque las variables serán numéricas, en cuanto al diseño de estudio es:

**No experimental**, pues en la ejecución de este estudio no se realizó ninguna manipulación de variables y que fue analizado en su medio natural.

**Descriptivo**, porque se describió la calidad microbiológica del agua de consumo

**Corte Transversal**, porque el estudio recolectado de datos se dio en un tiempo determinado<sup>15</sup>.

### II.2. Población, muestra y muestreo

**Población.** Según el INEI en el año 2017, el distrito de Huarochirí se realizó un censo nacional donde se pudo contabilizar 1214 casas, provincia de Huarochirí y departamento de Lima

**Muestra.** El tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula de proporciones esperadas que se detalla a continuación:

**N** = Tamaño de la población

**k** = Es la constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

(Para el caso del cálculo se usó el nivel de confianza del 95% que corresponde como valor de la constante a una sola cola de 1.64)

**p** = Proporción esperada planteada en la hipótesis que el 95% de las muestras estén contaminadas.

**q** = Proporción esperada planteada en la hipótesis de que el 5% de las muestras no estén contaminada.

**n** = Es el tamaño de la muestra.

**e** = Error 7.9% (0.079)

$$n = \frac{K^2 * P * q * N}{e^2 * N + K^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.64^2 * 0.95 * 0.05 * 1214}{(0.079)^2 * (1214) + (1.64^2 * 0.95 * 0.05)}$$

$$n = 20 \text{ casas}$$

Las muestras han sido tomadas en el mes de enero, el punto de recolección fue en los grifos de los domicilios

**Muestreo.** El muestreo fue aleatorio simple sin reposición ya que un elemento seleccionado no puede ser seleccionado nuevamente, para este tipo de muestreo utilizamos un programa de internet.

### 2.3. Variables de investigación

La variable del presente trabajo de investigación fue la calidad microbiológica del agua que consume el distrito de Huarochirí.

**-Definición conceptual:** calidad microbiológica del agua se puede definir como un conjunto de operaciones encaminadas a determinar los microorganismos presentes en las muestras de agua. Según el reglamento de la calidad del agua de consumo nos dan parámetros que deben estar dentro del rango permitido.<sup>16</sup>

**-Definición operacional:** la evaluación de la calidad del agua es normada por el análisis microbiológico cuya función es determinar presencias de indicadores de contaminación, entre ellos pueden estar diferentes microorganismos que son patógenos para el ser humano.

### 2.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica de recolección de datos fue observacional y el instrumento de recolección fue la guía para recolectar los datos, también fue organizado en cuadros para poder ser comparados con los estándares de rangos aceptados. Las técnicas analíticas fueron basadas en muestras microbiológicas con cuadros de análisis microbiológicos. Basadas en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA.<sup>16</sup>

## **2.5. Plan metodológico para la recolección de datos**

### **2.5.1. Área de estudio**

El estudio de recolección de datos se realizó en el distrito de Huarochirí, provincia de Huarochirí, departamento Lima, la población de dicho lugar se dedica a la ganadería y a la agricultura, cuenta con 1590 pobladores aproximadamente, está ubicado a 3146 msnm.

### **2.5.2. Preparación de materiales y equipos de muestreo**

Se utilizó como referencia la R.D N° 160-2015/DIGESA/SA que trata de los procedimientos para la toma de muestras, conservación, preservación, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano.<sup>17</sup> Los implementos de bioseguridad: gorra, mandil, guantes de látex estéril, mascarilla. Se prepararon los materiales: tablero, ficha de campo, etiqueta para identificación de frascos, plumón indeleble, papel secante (tissue), guantes desechables, frascos de vidrio estériles de 100 ml, caja térmica (Cooler) envoltorio de hielo y bolsas de poli burbujas.

### **2.5.3. Muestreo**

Cogimos como referencia el protocolo para la toma de las muestras del Minsa, el punto elegido son los domicilios.

### **2.5.4. Toma de muestra**

Se trasladó al distrito de Huarochirí, lugar donde se tomaron las muestras correspondientes del agua, la cantidad de puntos de agua fueron 20 casas, se tomaron las muestras de manera que no pueda generarse contaminación cruzada, para ello primero se realizaron una limpieza del grifo previo a tomar la muestra, así se evitó la contaminación cruzada. Los frascos fueron estériles y rotulados respectivamente y en la ficha de trabajo se describieron los datos adquiridos. Para el análisis de coliformes totales. La muestra fue de 100 mL.

### **2.5.5. Transporte de las muestras**

Se procedió a guardar los frascos con contenido de muestra de agua en el *Cooler* a temperatura de 4°C, posteriormente fue traslado para el análisis correspondiente en el laboratorio de microbiología de la Universidad María Auxiliadora.<sup>18</sup>



### **2.5.6. Análisis microbiológico**

Se realizaron los análisis de microbiología (coliformes totales) en el laboratorio microbiológico de la UNIVERSIDAD MARIA AUXILIADORA, los resultados obtenidos fueron procesados para llegar a una conclusión de la investigación y para ser comparados con estándares aceptados en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S N° 031-2010-SA).

### **2.5.7. Determinación de coliformes totales por el Método del número más probable (NMP)**

La técnica del número más probable se fundamenta en la inoculación de la muestra de agua disuelta en tubos que contienen el medio de cultivo líquido selectivo.

En esta técnica se buscó identificar si la muestra a evaluar si tiene algún prototipo de contaminación bacteriana (positiva o negativa) de características propias de los organismos en réplicas obtenidas por diluciones sucesivas sobre la base de las muestras de agua entubada. Se inicia de una célula viva que puede proliferar rápidamente y producir un cultivo turbio. El método precisa realizar una serie de diluciones en serie de muestras de cultivo en un medio líquido apropiado para su desarrollo del microorganismo. Los cultivos de los tubos después de un período de incubación se consideraron como resultados positivos a aquellos que mostraron turbidez debida al crecimiento bacteriano y formación de gas en los tubos internos invertidos (Durham), dichos tubos que no han obtenido ninguna célula se conservaran transparentes.

En la prueba presuntiva los tubos son analizados a las 24h de incubación en 35°C, cada uno de las muestras que se observaron turbidez, con producción de gas, se resiembra en un medio confirmativo muy selectivo.

Se llevó a realizar la siembra de cultivos en medios confirmativos en placas Petri por 48 horas a 35°C para la localización de organismos coliformes.

Por medio de tablas estadísticas, se llevó a determinar el cálculo del número más probable de organismos coliformes totales, partiendo de la cantidad de placas que den como resultados confirmativos positivos.

## **2.6. Procesamiento del análisis estadístico**

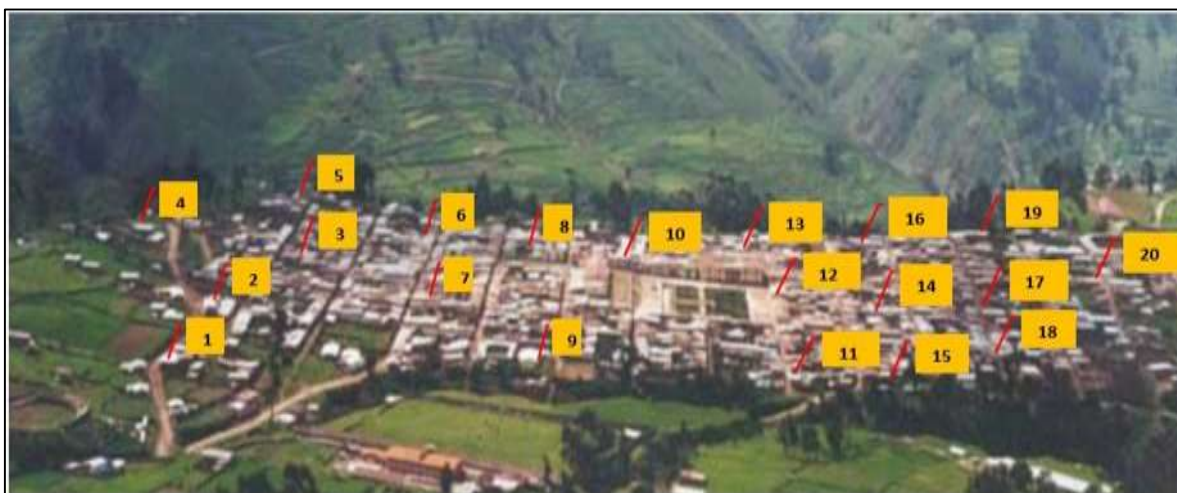
Se efectuaron el análisis estadístico de la variable principal involucrada en la investigación, se consignaron todos los datos y valores de la concentración que se obtuvieron en el programa Microsoft Excel 2019. La información que se logró obtener se sometieron a un análisis estadísticos descriptivos ,y siempre teniendo en cuenta los valores del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Que fueron comparados con los valores obtenidos en la investigación y diseñados en cuadros, gráficas para el análisis descriptivo.<sup>20</sup>

## **2.7. Aspectos éticos**

Se efectuaron cuidadosamente el método científico, asimismo se cumplieron el -, biomédicos y clínicos del instituto nacional de salud R.J. No478-2005 -J OPD/INS, así se evitaron los riesgos de accidentes de infecciones, patógenos que contienen la muestra, así como los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y mecánicos<sup>21</sup>.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Ubicación geográfica del lugar de recolección de muestras de agua entubada



**Figura 1. Lugar de toma de muestra**

**Fuente:** elaboración propia basada en Google.

En la figura 1 se observa la ubicación de las 20 viviendas del distrito de Huarochirí de las cuales fueron tomadas las muestras para ser analizadas.



**Figura 2. Lugar en donde se encuentra el reservorio**

**Fuente:** Google/revista de Huarochirí

En la figura 2 se visualiza el reservorio donde se conserva el agua para el consumo humano de la cual sale el agua en tuberías PVC para toda la población del distrito de Huarochirí.

### 3.2. Ubicación y punto de recolección de muestras

Tabla 1. Ubicación y punto de recolección de muestras

LUGAR DE MUESTREO	NÚMERO DE MUESTRA	PUNTO DE RECOLECCIÓN
DISTRITO DE HUAROCHIRÍ	M 1	Jr. HUASCAR.MZ 77- LOTE 17
	M 2	Jr. HUASCAR.MZ 79- LOTE 2
	M 3	Jr. BOLIVAR.MZ 80 - LOTE 1
	M 4	Jr. BOLIVAR.MZ 81- LOTE 2
	M 5	Jr. SUCRE.MZ 89 - LOTE 20
	M 6	Jr. SUCRE.MZ 90- LOTE 5
	M 7	Jr. BOLIVAR.MZ 100- LOTE 3
	M 8	Jr. JULIO C.TELLO
	M 9	Jr. ATAHUALPA. LOTE 131
	M 10	SAN MARTÍN.MZ 82 - LOTE 5
	M 11	Jr. TUPAC AMARU LOTE 28
	M 12	Jr. TUPAC AMARU MZ 72 - LOTE 33
	M 13	Jr.SUCRE.MZ 76 - LOTE 10
	M 14	Jr. LA MAR .MZ 55 - LOTE 3
	M 15	Jr. NINAVILCA.MZ 55 - LOTE 6
	M 16	Jr. LIMA. S/N
	M 17	Jr. JUAN SANTOS.S/N
	M 18	Jr. MELGAR.S/N
	M 19	Jr. UNIÓN. N° 184
	M 20	Jr. ANGULO. N° 190

**Fuente.** Elaboración propia

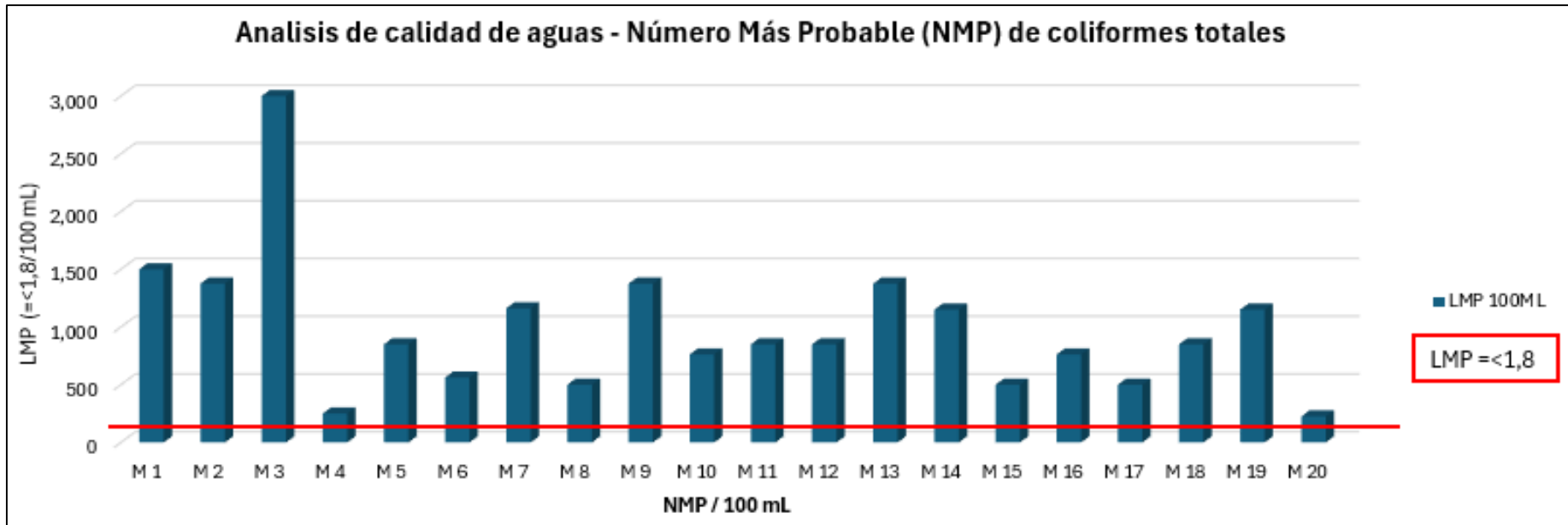
En la tabla 1 en la siguiente tabla se observa el número de muestra recolectada y el punto exacto de recolección de cada muestra del agua entubada que logramos ubicar en el distrito de Huarochirí.

### 3.3. Evaluación del número más probable (NMP) de coliformes totales en caldo verde brillante

**Tabla 2. Resultados de los parámetros obtenidos en la evaluación realizada**

MUESTRA 24 HORAS	D.S N° 031-2010-SA					Unidad de medida	Límite máx. permisible
	Prueba Presuntiva			NMP/ 1 ML	NMP 100 ML		
	10-1	10-2	10-3				
M 1	2	2	1	15	1,500	UFC/100 ml a 35 °C	< 1,8/100 ml
M 2	3	1	0	13.75	1,375		
M 3	3	3	2	30	3,000		
M 4	1	0	0	2,5	250		
M 5	2	1	0	8.5	850		
M 6	2	0	0	5.62	562		
M 7	2	2	0	11.62	1,162		
M 8	1	1	0	5	500		
M 9	3	1	0	13.75	1,375		
M 10	1	1	1	7.62	762		
M 11	2	1	0	8.5	850		
M 12	2	1	0	8.5	850		
M 13	3	1	0	13.75	1,375		
M 14	2	1	1	11.5	1,150		
M 15	1	1	0	5	500		
M 16	1	1	1	7.62	762		
M 17	1	1	0	5	500		
M 18	2	1	0	8.5	850		
M 19	2	1	1	11.5	1,150		
M 20	0	1	0	2.25	225		

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 3. Análisis de aguas - NMP**

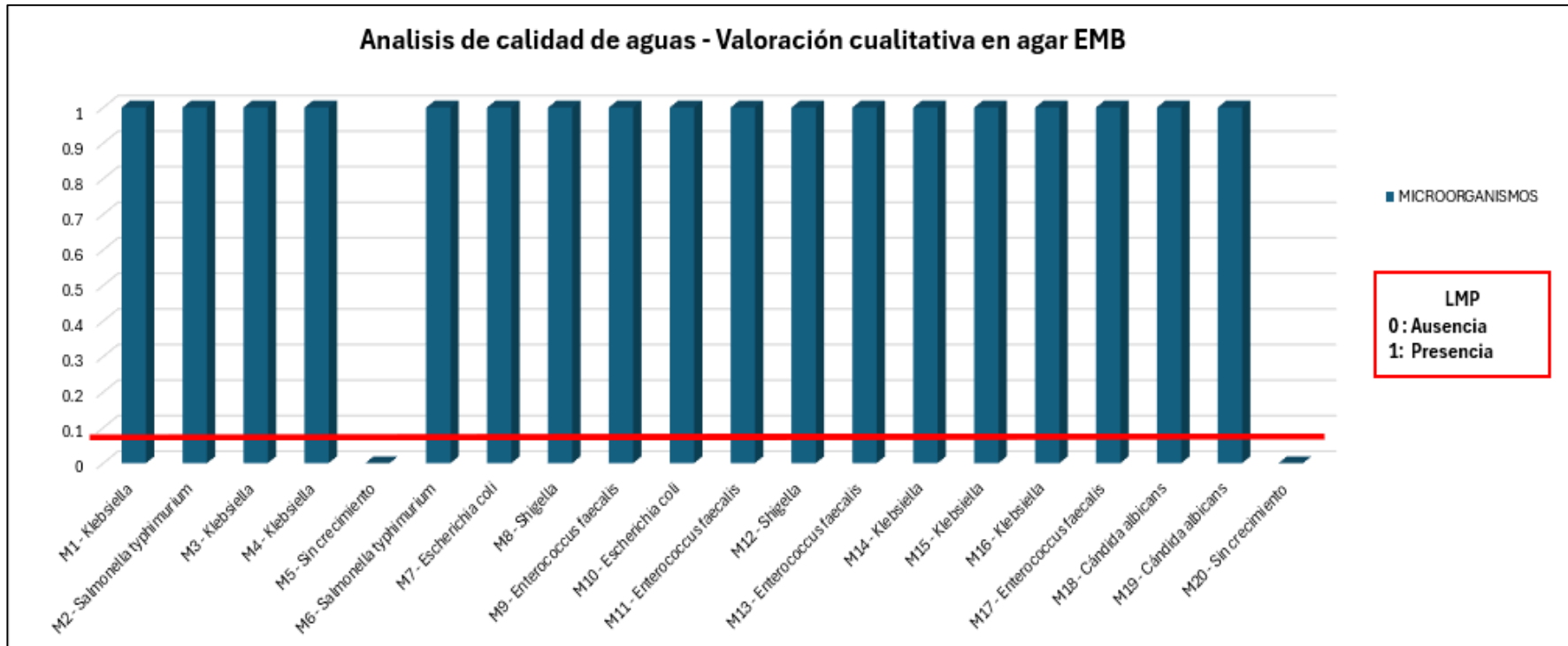
En la tabla 2 y figura 3 se observa que todas las muestras (M1-M20) presentan valores de NMP por 100 mL muy por encima del límite permitido (<1.8 UFC/100 mL). Por lo que se considera que el 100% de las muestras analizadas están contaminadas, este resultado comparado aritméticamente con nuestra hipótesis del 95% respalda nuestra hipótesis, esto indica que la mayoría de las muestras contienen una concentración muy elevada de coliformes totales y, por lo tanto, no cumplen con las normativas sanitarias para la calidad del agua. Muestras como M3 (3,000 UFC/100 mL) y M1 (1,500 UFC/100 mL) tienen niveles extremadamente altos de coliformes, lo que podría representar un riesgo significativo para la salud si se utilizara esa agua sin un tratamiento adecuado.

### 3.4. Valoración cualitativa en agar EMB

**Tabla 3 Presencia de *Klebsiella pneumoniae* , *salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Enterococcus faecalis* en (agar EMB) a las 24 horas de inoculación**

MUESTRAS 10-1	MICROORGANISMOS	CRECIMIENTO	CARACTERÍSTICAS DE LAS COLONIAS
M-1	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-2	<i>Salmonella typhimurium</i>	Positivo	Incoloras
M-3	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-4	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-5	Sin resultado	Negativo	—
M-6	<i>salmonella typhimurium</i>	Positivo	Incoloras
M-7	<i>Escherichia coli</i>	Positivo	Negro azulado con brillo metálico
M-8	<i>Shigella flexneri</i>	Positivo	Incoloras
M-9	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positivo	Incoloras puntiformes
M-10	<i>Escherichia coli</i>	Positivo	Negro azulado con brillo metálico
M-11	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positivo	Incoloras puntiformes
M-12	<i>Shigella flexneri</i>	Positivo	Incoloras
M-13	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positivo	Incoloras puntiformes
M-14	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-15	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-16	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positivo	Mucosas confluentes, con centro oscuro
M-17	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positivo	Incoloras puntiformes
M-18	<i>Cándida albicans</i>	Positivo	Rosadas puntiformes
M-19	<i>Cándida albicans</i>	Positivo	Rosadas puntiformes
M-20	Sin resultado	Negativo	—

**Fuente:** elaboración propia a base de los resultados obtenidos en el laboratorio



**Figura 4. Análisis de aguas – Microorganismos**

En la tabla 3, se observa que en la prueba confirmativa de Agar EMB, 6 muestras (M1, M3, M4, M14, M15, M16) hubo crecimiento de *Klebsiella pneumoniae*, 4 muestras (M9, M11, M13, M17) presentaron *Enterococcus faecalis*, 2 muestras (M2, M6) se pudo apreciar *salmonella typhimurium*, 2 muestra (M7, M10) se pudo percibir presencia de *Escherichia coli*, 2 muestras (M8, M12) presentaron *Shigella flexneri*, 2 muestras (M18, M19) se apreció *Cándida albicans* y en 2 muestra (M5, M20) no presentaron crecimiento de ninguna bacteria, como en la tabla lo indica.



La presencia de estos microorganismos en el agua nos indica la falta de purificación y control al momento de su distribución a los domicilios, donde podemos afirmar que no se cumple con el reglamento de calidad de agua para el consumo humano (DS N°031-2010-SA). Con respecto a las dos muestras que no presentaron ningún crecimiento bacteriano podemos asegurar que si cumple con el reglamento de calidad de agua para el consumo humano (DS N°031-2010-SA).

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos de nivel de NMP en aguas**

<b>Estadísticos</b>		
Nivel NMP en aguas		
N	Válido	20
	Perdidos	0
Media		978,0500
Mediana		850,0000
Moda		850,00
Desv. Desviación		609,24548
Varianza		371180,050
Asimetría		1,908
Error estándar de asimetría		,512
Mínimo		225,00
Máximo		3000,00

En la tabla 4 se muestran los resultados descriptivos de las 20 muestras, con una media de 978,05, una mediana de 850,00 y una moda también de 850,00. La desviación estándar es de 609,25, lo que refleja una considerable dispersión de los datos, y la varianza es de 371.180,05. Los valores observados varían entre un mínimo de 225,00 y un máximo de 3.000,00, mostrando una considerable variabilidad en los niveles de NMP en las aguas. Por lo que considera el 100% de las muestras analizadas están contaminadas, resultando que comparando aritméticamente apoya nuestra hipótesis que es al 95%.

**Tabla 5. Análisis de T de Student de los valores de NMP de las muestras**

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 0.8					
	t	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Nivel NMP/100 mL en aguas	7,173	19	<b>0,000</b>	977,25000	692,1143	1262,3857

Se plantea las siguientes hipótesis:

Ho: El promedio del nivel de coliformes totales mediante el NMP/100 mL es menor al límite máximo permisible según la DIGESA

H1: El promedio del nivel de coliformes totales mediante el NMP/100 mL es mayor al límite máximo permisible según la DIGESA

En la tabla 5 el p valor es menor a 0.05 por lo que se rechaza la Ho y se acepta la H1, esto muestra que los valores de coliformes totales en el agua de consumo humano del distrito de Huarochirí es mayor al límite máximo permisible de Perú.

Por lo que se considera que el 100% de las muestras analizadas están contaminadas, este resultado comparado aritméticamente con nuestra hipótesis del 95% respalda nuestra hipótesis, esto indica que la mayoría de las muestras contienen una concentración muy elevada de coliformes totales.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Discusión de resultados

Este trabajo de investigación fue realizado para evaluar la calidad microbiológica del agua del distrito de Huarochirí, La calidad del agua se ve afectada por diversos factores ya sean naturales o relacionadas con actividades del ser humano, los estándares y criterios más estrictos se establecen para el agua de consumo humano, debido a ello es importante que las personas de este distrito consuman agua en condiciones adecuadas, que garantiza la salud de toda la población, evitando enfermedades gastrointestinales (EDAs), en algunos casos enfermedades de la piel como hongos, esto afecta a las personas que consumen esta agua debido a que los limita a realizar diversas actividades afectando su salud y el progreso del distrito. Un factor que se pudo observar es la localización geográfica de la comunidad que dificulta el monitoreo constante de la calidad del agua del reservorio y la verificación de las tuberías que conectan a cada casa.

En la tabla 2, se observó que todas las muestras de agua (M1 a M20) superaron el Límite Máximo Permisible (LMP) de coliformes totales, establecido en menos de 1,8 NMP/100 mL, evidenciando un alto nivel de contaminación. La muestra con mayor nivel de contaminación fue M3, que presentó 3,000 NMP/100 mL, mientras que la menos contaminada fue M20, con 225 NMP/100 mL. En términos de unidades formadoras de colonias (UFC), todas las muestras excedieron el estándar permitido, con valores que varían entre 225 y 3,000 NMP/100 mL. De las 20 muestras analizadas, ninguna cumplió con los límites aceptables de calidad del agua para consumo humano, ya que todas superaron el LMP. Por lo que se considera que el 100% de las muestras analizadas están contaminadas, este resultado comparado aritméticamente con nuestra hipótesis del 95% respalda nuestra hipótesis, esto indica que la mayoría de las muestras contienen una concentración muy elevada de coliformes totales. La razón principal de esta contaminación pudo haberse atribuido a las malas prácticas de instalación de las tuberías, ya que los propietarios enterraron sus propias conexiones sin contar con los conocimientos necesarios para realizar adecuadamente esta tarea, lo que probablemente facilitó la contaminación del agua. Guardando similitud con Mejía y

Zelada, quienes al examinar el agua para consumo humano, identificaron > 6.8/100 ml elevado de coliformes totales, coliformes fecales > 4/100 ml. *E. Coli*; manifestó en las tres muestras (9 – 18 y 31) un valor indicado del D.S. N° 031-2010 de < 1,8/100 ml<sup>10</sup>. La coincidencia entre los estudios radica en la detección de altos niveles de contaminación microbiológica en el agua. Todas las muestras superaron el Límite Máximo Permisible de coliformes totales y unidades formadoras de colonias, indicando una contaminación significativa. Similarmente, el segundo estudio reveló que gran parte de las muestras de agua excedieron los límites aceptables de coliformes totales y *E. coli*, mostrando que el agua fue apta para el consumo humano. Por otro lado, difiere con Benites, al examinar la calidad del agua encontraron que gran parte de las muestras estuvieron dentro de los límites permitidos para coliformes totales y coliformes fecales según las normas establecidas. Sin embargo, se identificaron algunas muestras con niveles elevados de conductividad y cloruros, superando los límites máximos permitidos. A pesar de estas excepciones, el agua fue considerada apta para el consumo humano en general<sup>9</sup>. La diferencia se debe a que el presente análisis identificó una contaminación generalizada en todas las muestras, probablemente por malas prácticas en la instalación de tuberías, mientras que Benites encontró que sus muestras cumplían con los estándares debido a un manejo adecuado del agua y cumplimiento de las normas vigentes, aunque con algunas excepciones en parámetros específicos.

En la tabla 3, en las muestras M-1, M-3, M-14 y M-15, *Klebsiella pneumoniae* mostró un crecimiento total, con colonias mucosas y centros oscuros, lo que sugiere su capacidad para prosperar en el medio EMB. *Escherichia coli* presentó un crecimiento total en la muestra M-7, con colonias de color negro azulado y brillo metálico, una característica distintiva de la fermentación de lactosa en este medio. *Enterococcus faecalis* también mostró un crecimiento satisfactorio en varias muestras (M-9, M-11, M-13), con colonias incoloras y puntiformes. Por otro lado, *Salmonella typhimurium* (M-2, M-6) y *Shigella flexneri* (M-8, M-12) también tuvieron un crecimiento satisfactorio, no obstante, sus colonias no mostraron características notables de coloración. Finalmente, en las muestras M-18 y M-19, se detectó

*Cándida albicans*, con colonias rosadas puntiformes, lo que resaltó la presencia de levaduras. La distribución desigual de los microorganismos sugiere que algunas muestras se contaminaron debido a conexiones de tuberías realizadas de manera inadecuada por los propietarios, quienes no poseen los conocimientos técnicos necesarios para llevar a cabo estas actividades. Esto pudo haber facilitado la infiltración de bacterias en las tuberías de agua potable, afectando la calidad del agua en ciertos puntos más que en otros. Las diferencias en la presencia de microorganismos podrían estar relacionadas con factores como la antigüedad de las tuberías, la calidad de los materiales utilizados, y la exposición a fuentes de contaminación externa. Guardando similitud con Iñiguez *et al*, quienes al analizar la calidad microbiológica del agua encontraron que el 13.6% de muestras manifestaron *E. coli*, *Citrobacter freundii*, *klebsiella spp* y *pseudomona spp*<sup>8</sup>. La coincidencia se debe a que ambos estudios identifican microorganismos patógenos comunes en distintos entornos, lo que subraya su rol como indicadores clave de contaminación. Del mismo modo guarda semejanzas con Briones y Castro, quienes al examinar la calidad del agua encontraron que el parámetro sulfato, excede los valores establecidos (310, 290, 410, 320, 350, 420, 250, 390, 410, 310 mg/l), por lo que más la falta de desinfección de agua, se concluyó que el agua no fue apta para consumir<sup>11</sup>. La coincidencia entre los estudios se debe a que ambos analizan la presencia de microorganismos en contextos relacionados con la calidad del agua. En el primer estudio, se identifican diversas bacterias y levaduras en muestras de cultivo, mientras que el segundo estudia la calidad del agua en un sistema de potabilización, revelando problemas con la desinfección y parámetros de contaminación. Ambos enfoques destacan la importancia de la vigilancia microbiológica para asegurar la seguridad y calidad del agua.

## 4.2. Conclusiones

- Se identificó que la calidad microbiológica del agua entubada en el distrito de Huarochirí no cumple con los criterios bacteriológicos según la normativa peruana.
- De acuerdo con los criterios bacteriológicos se identificó que las muestras (M1-M20) presentaron valores de NMP por 100 mL muy por encima del límite permitido ( $<1.8$  UFC/100 mL). Por lo que se considera que el 100% de las muestras analizadas están contaminadas, este resultado comparado aritméticamente con nuestra hipótesis del 95% respalda nuestra hipótesis, esto indica que la mayoría de las muestras contienen una concentración muy elevada de coliformes totales.
- Se encontraron bacterias patógenas tales como *Shigella flexneri* (M8, M12), *Salmonella typhimurium* (M-2, M-6), *escherichia coli* (M7, M10), *enterococcus faecalis* (M9, M11, M13, M17), generando síntomas como fiebre, diarrea y vómito, generalmente estas patologías afectan principalmente a la población infantil, gestantes y adultos mayores.
- De acuerdo con los criterios microbiológicos se identificó que las muestras M5 y M20 no presentaron crecimiento de ninguna bacteria, a diferencia del resto de muestras que si presentaron.

### **4.3. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar una inspección y mantenimiento exhaustivo del sistema de distribución de agua, con especial énfasis en la instalación y estado de las tuberías para prevenir la contaminación.
- Se sugiere implementar un programa riguroso de monitoreo microbiológico del agua, realizando análisis periódicos para asegurar que los niveles de contaminantes se mantengan dentro de los límites establecidos.
- Es fundamental mejorar los procesos de desinfección y tratamiento del agua para garantizar que el agua distribuida sea segura y apta para el consumo humano.
- Se debe promover la educación sobre prácticas de higiene y manejo adecuado del agua entre los residentes, para fomentar la participación en la protección de la calidad del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gutierrez F, Pérez D, Zilli F. Glosario de protección civil [Internet]. 1st ed. DESASTRES; 1992. 1–101 p. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/des-2301>
2. Naciones Unidas Derechos Humanos Oficina de Alto comisionado. Folleto informativo No. 35: El derecho al agua [Internet]. 01 de agosto. 2010. p. 1–2. Available from: <https://www.ohchr.org/es/publications/fact-sheets/fact-sheet-no-35-right-water>
3. UNICEF. 2.100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro [Internet]. 12 de julio. 2017. p. 1–2. Available from: <https://www.unicef.org/elsalvador/comunicados-prensa/2100-millones-de-personas-carecen-de-agua-potable-en-el-hogar-y-más-del-doble-no>
4. Fernández C. El agua en Latinoamérica [Internet]. 1st ed. Argentina: San Martín: Universidad Nacional de San Martín (UNSAM Edita).; 2018. 35–45 p. Available from: <https://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/907>
5. Ramirez E. Día Mundial del Agua: entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable [Internet]. 22 de marzo. 2022. p. 1–2. Available from: <https://conexionvida.pe/2022/03/22/dia-mundial-del-agua-entre-7-y-8-millones-de-de-peruanos-no-tienen-acceso-a-agua-potable/>
6. Sunass. Informe N° 035-2023-SUNASS-DU [Internet]. 2023. Available from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5812498/4316132-informe-de-implementacion-y-resultados-de-los-foros.pdf?v=1707161323>
7. Larrea J, Rojas M, Álvarez B, Rojas N, Heydrich M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Rev CENIC Ciencias Biológicas [Internet]. 2013;44(3):24–34. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
8. Iñiguez L, Anaya L, Castañeda A, Martínez F, Carvajal M, Méndez M. Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatitlán Jalisco. Boletín Ciencias Agropecu Del ICAP [Internet]. 2022;8(15):33–9. Available from: <https://doi.org/10.29057/icap.v8i15.7958>
9. Benites P. Evaluación físico-química y microbiológica del agua consumida por la población y propuestas tendientes a su mejora, en Chulucanas provincia de Morropón-Piura [Internet]. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero



- Ambiental] Universidad Católica Sedes sapientiae; 2021. Available from: [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1515/Benites\\_Pierre\\_tesis\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1515/Benites_Pierre_tesis_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
10. Mejía L, Zelada M. Análisis Microbiológico del Agua para Consumo Humano de la Población del Centro Poblado Pachapiriana Distrito de Chontalí Provincia de Jaén – 2019 [Internet]. [Licenciado Tecnólogo Médico en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica] Universidad Nacional de Jaén; 2019. Available from: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/344>
  11. Briones J, Castro M. Estudio de la calidad del agua del sistema de potabilización en el caserío Shahuindo Cajabamba – Perú [Internet]. [Tesis para obtener el título profesional de ing ambiental] Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2019. Available from: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1010>
  12. Ferro F, Ferró P, Ferró A. Distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas, su relación con la temperatura y cloro residual del agua potable en la ciudad de Puno Perú. Rev Investig Altoandinas [Internet]. 2019;21(1):1–30. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572019000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572019000100006&script=sci_arttext)
  13. Mejía A, Taípe J. Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales CC.PP Matahuasi distrito de Vilca Provincia de Huancavelica 2021 [Internet]. [Tesis para obtener el título de ingeniero ambiental] Universidad Continental; 2021. Available from: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11472>
  14. Pérez R, Muñoz O. Boletín médico del Hospital Infantil de México [Internet]. 1st ed. México: Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.; 2014. 126–133 p. Available from: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-11462014000200010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-11462014000200010&script=sci_abstract&tlng=pt)
  15. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la Investigación. Ciudad de México: Mc Graw Hill; 2018. 714 p.
  16. Ministerio de Salud del Perú. Decreto Supremo N.º 031-2010-SA [Internet]. 26 de setiembre. 2010. p. 1–4. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
  17. Monje C. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica [Internet]. 1st ed. Colombia: Universidad Surcolombiana; 2011. 1–217 p.

Available from: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

18. Ministerio de Salud. Resolución directoral N°160-2015/DIGESA/SA [Internet]. Perú; 2015. Available from:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd\\_160\\_2015\\_digesa.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf)

19. Hernández R. Propuesta para la elaboración del manual de procedimientos normalizados de análisis microbiológico en aguas para el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador [Internet]. [Tesis para obtener el título de químico farmacéutico] Universidad de El Salvador; 2023. Available from:

<https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUES1564>

20. Ministerio de Salud. Manual de bioseguridad en laboratorios de ensayo biomédicos y clínicos [Internet]. Lima; 2005. Available from:

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1669.pdf>

21. Ríos S, Agudelo R, Gutiérrez L. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev Fac Nac Salud Pública [Internet]. 2017;35(2):1–12. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

## **ANEXOS**

**Anexo A.** Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	NATURALEZA	MEDIR	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
control de calidad microbiológico	<p>La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece el reglamento de calidad del agua de consumo humano que indica los parámetros microbiológicos son microorganismos que indican contaminación y patogenicidad en el ser humano.</p> <p>Un análisis microbiológico del agua es una técnica para conocer la calidad del agua determinando cuáles son los microorganismos que están presentes.</p>	<p>La evaluación de calidad microbiológica del agua está enfocada en los análisis microbiológicos determinados a evaluar la contaminación de muestras del agua entubada por medio de análisis de coliformes totales.</p>	Coliformes totales	Cuantitativa	Directa	Razón	Unidad Formadora de Colonias (UFC/100mL)	=<1.8 /100 mL

**Anexo B. Instrumento**

<b>FORMATO PARA REPORTE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA</b>				
<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>				
<b>CÓDIGO DE LA MUESTRA</b>	<b>FECHA ANÁLISIS</b>	<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>COLIFORMES TOTALES</b>	<b>RESPONSABLES</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>				

## Anexo C. Carta de presentación



UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA

**"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"**

San Juan de Lurigancho, 12 de enero del 2024

**Carta N°014-2024 UDI-EFYB-UMA-S.J.L.**

Lic.:

**TERESA JESUS AGUIRRE HUARINGA**

Alcaldesa Distrito de Huarochiri

Provincia de Huarochiri –Lima Provincias

**Presente.-**

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez presentarles a las. Srs. CHUMBIMUNI TELLO, YMELIN ELISA con código de estudiante N° 191672 y OLIVARES CALIXTRO, SANDY EDELMIRA con código de estudiante N° 191265; alumnos de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad María Auxiliadora.

Las mencionadas alumnas se encuentran desarrollando su trabajo de tesis intitulado **"CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA ENTUBADA EN EL DISTRITO DE HUAROCHIRÍ, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA – 2024"** con el propósito de optar al título profesional de Químico Farmacéutico.

Motivo por el cual, solicitamos a usted para les brinde la autorización y facilidades necesarias para poder ejecutar su proyecto de investigación mediante la toma de muestras en las instalaciones de los reservorios de la red de agua del distrito de Huarochiri que Ud. Lidera.

Cabe resaltar que el mencionado proyecto de investigación no involucrará perjuicio de residentes, propietarios del distrito de Huarochiri debido a que se cumplirán con las normas y principios de ética y reserva de la información obtenida bajo un esquema de discreción.

Agradeciéndole de antemano su atención, reciba un cordial saludo.

Atentamente,

UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
  
MSc. Gordon Cordova Surrano

## Anexo D. Carta de Autorización



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
HUAROCHIRI**



*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de  
las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

Huarochiri, 24 de enero del 2024

### OFICIO N° 022-2024-ALC-MDH-H

Señor

**Msc. GERSON CORDOVA SERRANO**

Investigación Formativa – UDI / FCS de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad María Auxiliadora.

**Presente.-**

**Asunto:** Autorización y facilidades necesarias para poder ejecutar el proyecto de investigación

**Referencia:** Expediente N° 042-2024-MDH (Carta N° 014-2024-UDI-EFYB-UMA-S.J.L.)



Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en relación al asunto de la referencia; por el cual, nos solicita la autorización y facilidades necesarias para poder ejecutar el proyecto de investigación de "Calidad Microbiológica del Agua entubada en el distrito de Huarochiri, provincia de Huarochiri, Región Lima - 2024"; en tal sentido, en mi condición de Alcaldesa de la Municipalidad Distrital de Huarochiri, manifiesto lo siguiente:

Que, con la finalidad de promover la investigación académica en nuestro distrito de Huarochiri, **autorizamos a las alumnas** de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad María Auxiliadora, **YMELIN ELISA CHUMBIMUNI TELLO** con DNI N° 41498886 y **SANDY EDELMIRA OLIVARES CALIXTRO** con DNI N° 47329947 para que puedan ejecutar su proyecto de investigación mediante la toma de muestras en las instalaciones de los reservorios de la red de agua del distrito de Huarochiri.

En tal sentido, para efectos de brindarle las facilidades necesarias para su proyecto de investigación, favor de comunicarse con la Ing. Uberlinda Zevallos Flores, Gerente Municipal, con número de celular 958492529 o el correo uberlinda.met@gmail.com.

Hago propicia esta oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAROCHIRI  
  
Lc. TERESA JESUS ACURIO MORALES  
ALCALDESA




munishuarochiri23@gmail.com




Jr. San Martín N° 209 – Distrito de Huarochiri

**Anexo E.** Cantidad de viviendas en el distrito de Huarochirí



**CENSOS NACIONALES 2017: XII DE POBLACIÓN, VII DE VIVIENDA Y III DE COMUNIDADES INDÍGENAS**

Sistema de Consulta de Base de Datos



ESTADÍSTICAS GENERALES

LISTA DE ÁREAS-MAPAS TEMÁTICOS

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

POBLACIÓN ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

VIVIENDAS PARTICULARES Y HOGARES

Infraestructura y servicios básicos

Combustible para cocinar

Acceso a las tecnologías de información y comunicación

Características de las viviendas particulares y los hogares

REDATAM

DOCUMENTACIÓN

**AREA # 150709**      Lima, Huarochirí, distrito: Huarochirí

V: Tipo de vivienda	V: Área concepto censal		
V: Tipo de vivienda	Urbano censal	Rural censal	Total
Casa Independiente	974	209	1 183
<b>Total</b>	<b>974</b>	<b>209</b>	<b>1 183</b>
Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)	21	-	21
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>21</b>
Chozo o cabaña	-	9	9
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
Vivienda improvisada	1	-	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>996</b>	<b>218</b>	<b>1 214</b>

**AREA # 150710**      Lima, Huarochirí, distrito: Lahuytambo

Activar Windows



## Anexo F. Aplicativo que se utilizó para realizar el sorteo

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://echalosuerte.com/number/a69b9eea-1658-46ac-b8c8-65a2bfb30cf5>. The page title is "Generar números aleatorios" and the subtitle is "Simple generador de números aleatorios. Sólo elige el rango y la cantidad de números a generar." The interface includes input fields for "Desde" (1) and "Hasta" (1214), a "Número de resultados" field (20), and a checkbox for "Permitir números repetidos" which is unchecked. A large green button labeled "Generar números" is positioned below the input fields. To the right, a green callout box contains the text "Crea el sorteo públicamente para programarlo para la fecha que desees y poder compartir el resultado con los participantes" and a button labeled "Crea el sorteo públicamente". Below the "Generar números" button, a grid of 20 generated numbers is displayed in a 3x6 layout (with the last row having only 2 numbers):

337	496	983	638	254	342
166	568	722	773	563	452
1031	302	409	1153	991	1198
	588	1024			

**Anexo G.** Recolección de datos y número de casas por sorteo

NÚMERO DE MUESTRA	PUNTO DE RECOLECCIÓN	NÚMERO DE CASAS POR SORTEO
M 1	MZ 77- LOTE 17	337
M 2	MZ 79- LOTE 2	496
M 3	MZ 80 - LOTE 1	983
M 4	MZ 80- LOTE 2	638
M 5	MZ 80 - LOTE 20	254
M 6	MZ 81 - LOTE 5	342
M 7	MZ 81 - LOTE 3	166
M 8	MZ 81- LOTE 6	568
M 9	JIRON SAN MARTIN 131	722
M 10	MZ 82 - LOTE 5	773
M 11	JIRON BOLOGNESI 28	563
M 12	MZ 72 - LOTE 33	452
M 13	MZ 76 - LOTE 10	1031
M 14	MZ 55 - LOTE 3	302
M 15	MZ 55 - LOTE 6	409
M 16	JIRON SAN MARTIN S/N	1153
M 17	JIRON JULIO C.TELLO S/N	991
M 18	JIRON JULIO C.TELLO S/N	1198
M 19	JIRON SUCRE N° 184	588
M 20	SUCRE C/ ATAHUALPA N° 190	1024

## Anexo H. Evidencias del trabajo de campo



