

Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente



**“COLIFORMES FECALES EN FUENTES DE AGUA
PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE LA
JOYA. AREQUIPA, 2018”**

Tesis presentada por la Bachiller:
Málaga Carpio, Milagros Linda

Para optar el Grado Académico de:
**Maestro en Salud Ocupacional y del
Medio Ambiente**

Asesor:
Dr. Azálgara Lazo, Patricio Gonzalo

**Arequipa – Perú
2019**

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

A : DR. JOSÉ A. VILLANUEVA SALAS
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De : Dr. Patricio Gonzalo Azálgara Lazo
Dictaminador de Borrador de Tesis

Expediente : 2018000056191 Boleta N° : 293

Bachiller : MÁLAGA CARPIO, Milagros Linda

Maestría : Salud Ocupacional y del Medio Ambiente

Borrador : Coliformes fecales en fuentes de agua para consumo humano del distrito de La Joya. Arequipa, 2018

En concordancia con lo dispuesto por la Dirección de la Escuela de Postgrado, se ha procedido a revisar desde una perspectiva metodológica el Borrador de Tesis presentado, señalándose las siguientes observaciones:

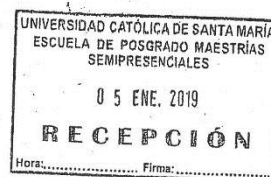
- a) Resumen y Abstract: Indicar cuántas muestras de agua se tomó en cada punto de procesamiento; así como el resultado de la comparación de la presencia de coliformes fecales entre los diversos puntos, cuál de ellos fue el más contaminado y si se comprobó la *hipótesis*.
- b) Introducción: Consignar correctamente el *campo* y *área* de investigación y remarcar la *hipótesis*.
- c) Metodología: En el ítem 3, no hablar en futuro sino en pasado (ya se hizo el estudio).
- d) Discusión: Hace un paralelo con los *resultados* de un solo *antecedente investigativo*.
- e) Conclusiones: Al final de la segunda, indicar si se comprobó la *hipótesis*.
- f) Anexos: En el último, la prueba de *hipótesis* debería hacer referencia a la tabla 10.

Procede, sin necesidad de nuevo dictamen, el trámite del Borrador de Tesis, con el compromiso de la alumna de subsanar las observaciones que figuran en el presente documento.

Arequipa, 29 de diciembre de 2018.



Dr. Patricio Gonzalo Azálgara Lazo
Dictaminador de Borrador de Tesis



DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

A : Dr. Hugo Tejada Pradell
Director de la Escuela de Postgrado de la UCSM

DE : Dra. Teresa Chocano Rosas

BORRADOR DE TESIS: "COLIFORMES FECALES EN FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE LA JOYA AREQUIPA, 2018."

MAESTRISTA : MALAGA CARPIO, Milagros Linda

FECHA : 09 de enero del 2019

En concordancia con lo dispuesto por la Dirección de la Escuela de Postgrado, se ha procedido a revisar desde una perspectiva metodológica el Borrador de Tesis presentado, señalándose las siguientes observaciones.

- Resumen y abstract precisar datos inclusión y exclusión.
- Revisar discusión y comentarios y contrastar con resultados de otras investigaciones.
- Revisar fuente en todas las tablas.
- Conclusiones y recomendaciones estas deben reformularlas de acuerdo a los objetivos planteados.

Subsanadas las observaciones puede pasar a sustentar.

Atentamente,



Dra. Teresa Chocano Rosas

Arequipa, Enero 7 2019

Sr.Dr.
José Villanueva Salas
Director de la Escuela de Postgrado
Universidad Católica de Santa María de Arequipa.
CIUDAD.

INFORME DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS DE MAESTRIA

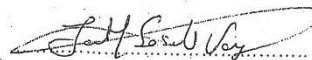
BORRADOR DE TESIS COLIFORMES FECALES EN FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE LA JOYA AREQUIPA, 2018
PROYECTO presentado por la Bachiller MILAGROS LINDA MALAGA CARPIO
Para optar el Grado Académico de MAESTRO EN SALUD OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

Por el presente, es grato dirigirme a Ud. a fin de hacerle llegar el Resultado del Dictamen según su solicitud, el cual es el siguiente :

- En la **CARATULA** al final colocar año 2019.
- En el **RESUMEN** : Separar con negrita, pero seguido por una breve introducción, Objetivo, material y métodos, resultados y conclusiones. Colocar la primera vez que se menciona NMP (el significado entre paréntesis
- En la **INTRODUCCION**, colocar también el planteamiento del problema en cuanto a su área, operacionalización de variables, tipo y nivel de investigación. Además de la justificación, la hipótesis y objetivos, colocarlos en negrita separado del texto.
- En la **METODOLOGIA**, en la matriz de consistencia para la variable coliformes fecales, los indicadores "Según punto de extracción de agua", "De acuerdo al tipo de fuente de abastecimiento",
Resultado de determinación laboratorial
- En la **DISCUSION Y COMENTARIOS** solo se visualiza la comparación con el estudio de Alejandro Hidalgo, siendo necesario también hacer la comparación con otros estudios (de repente de los colocados a nivel nacional e internacional de sus antecedentes investigativos).
- Siendo éstas observaciones solamente de **FORMA**, se da el **DICTAMEN FAVORABLE** para continuar con el proceso de graduación.

Para los fines consiguientes.

Atentamente,

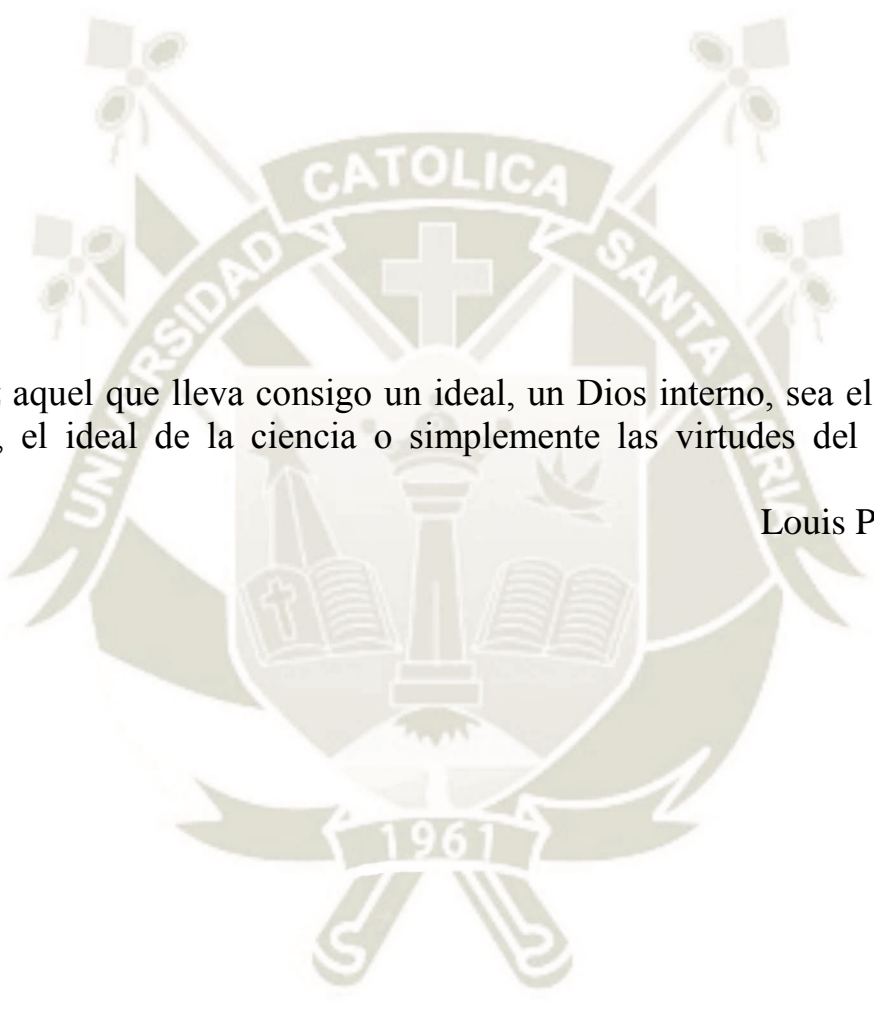


Dra. Jannet Escobedo Vargas
Docente Dictaminadora

c.c. Archivo OD

Dedicado:

- A Dios, por no abandonarme y permitirme haber llegado a este momento de mi formación académica.
- A mi familia, en especial a mis amados padres y a mi esposo por su amor eterno y apoyo incondicional.
- A mis hermanos, cuñadas, sobrinos y suegros por su inmenso cariño.
- A mis amigos, por su motivación y aliento constante.



“Feliz aquel que lleva consigo un ideal, un Dios interno, sea el ideal de la patria, el ideal de la ciencia o simplemente las virtudes del Evangelio”

Louis Pasteur

Agradecimiento:

- A la Universidad Católica de Santa María y a la Escuela de Postgrado por permitirme alcanzar esta meta.
- A mis jurados dictaminadores por el apoyo brindado a mi persona en el logro de mis aspiraciones.
- A las secretarías de la Escuela de Postgrado por ayudarme en los trámites de este proceso.

INTRODUCCIÓN

En el distrito de La Joya son frecuentes las enfermedades diarreicas, tanto en niños como en adultos. En 1991 el distrito de La Joya sufrió la epidemia del cólera reportándose cientos de casos compatibles clínica y laboratorialmente con el agente etiológico *Vibrio cholerae*, siendo la mayor cantidad de casos atendidos en el Centro de Salud La Joya; el origen de esta epidemia se encontró en la mala calidad de las aguas de consumo de sus pobladores, las cuales procedían del Río Chili. Es sabido que las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en este distrito no proporcionan agua potable en algunos de sus centros poblados urbanos y rurales en la actualidad, pese a que la promocionan como tal. Mediante Acuerdo Regional N 077-2008-GRA/CR-AREQUIPA, el Consejo Regional del Gobierno Regional de Arequipa en sesión ordinaria de fecha 22-07-08 acuerda declarar en emergencia el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del distrito de La Joya¹, autorizando de forma inmediata se ejecuten las acciones pertinentes para mejorar este recurso hídrico; es así que el 7 de enero del 2009, mediante resolución administrativa N 05-2009-GRA/GRAG-ATDRCH, la Administración Técnica del Distrito de Riego Chili aprobó el “Estudio para el otorgamiento de licencia de uso de agua con fines poblacionales para el distrito de la Joya”, siendo la nueva fuente de abastecimiento del distrito de La Joya las aguas subterráneas de la Quebrada de Canauras, que además de ser suficientes en su producción son de mejor calidad².

Actualmente el servicio de agua para consumo humano en el distrito de La Joya es suministrado por tres entidades: la Municipalidad, SEDAPAR y la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).

Es conocido el impacto negativo de las enfermedades diarreicas en la salud general y en el crecimiento y desarrollo de los niños, en especial durante la etapa infantil. Además del impacto negativo sobre la salud de las personas, el consumo de agua contaminada contribuye, además de producir enfermedades del tracto digestivo, a generar reservorios para la transmisión de gérmenes patógenos en la comunidad. Por otro lado, está la

contaminación ambiental de los suelos que puede alcanzar a los terrenos de cultivo y ocasionar también la contaminación de los mismos, sobre todo los de tallo corto, haciéndolos poco aptos para el consumo humano. Esto tiene ya implicancias negativas tangibles, ya que los cultivos de ají pprika, al verse contaminados con estas aguas, han sido rechazados para exportación, perjudicando no sólo la salud sino también la economía de la localidad.

Por tal motivo, y ante la ausencia de estudios que evalúen la contaminación de las aguas de consumo humano por coliformes fecales en uno de los distritos rurales con mayor crecimiento de la provincia de Arequipa, donde se realizan cultivos de productos agrícolas de consumo y de beneficio industrial (cochinilla), para exportación (aj pprika) o para forraje de una de las cuencas lecheras más importantes del país, es que se plantea el presente estudio, cuyos resultados ayudarán a identificar las fuentes contaminadas y los tipos de agentes biológicos contaminantes para su pronta solución.

El estudio tiene como planteamiento del problema estudiar la presencia de coliformes fecales en fuentes de agua para consumo humano del distrito de La Joya. Arequipa. Este estudio se realizó en forma coyuntural durante el mes de noviembre del 2018 y se tomaron muestras de agua para consumo humano en 9 puntos del distrito de La Joya. Es un estudio cuyo campo de investigación es el de Ciencias de la Salud y cuya área es Salud del Medio Ambiente; la línea de investigación es contaminación del agua. Es de tipo laboratorial y el nivel de investigación es descriptivo y comparativo.

Se presenta luego los resultados de la investigación, realizándose la discusión de los hallazgos, seguido de las conclusiones a las que se arribó con la investigación.

En cuanto a los alcances se tomarán muestras de agua para consumo humano, suministrada por las diferentes entidades y en diferentes localidades del distrito de La Joya.

Respecto a las limitaciones del presente estudio tenemos el área geográfica, la cual fue de difícil de acceso para la toma de algunas muestras; además de contar con pocos antecedentes de estudios recientes en la zona.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

El presente estudio busca conocer la presencia de coliformes fecales en fuentes de agua para consumo humano del distrito de La Joya, Arequipa 2018. No hemos encontrado estudios similares en nuestro medio, lo que hace a nuestro estudio **original**.

Tiene **relevancia científica**, ya que las enfermedades del tracto digestivo se relacionan con la ingesta de agua o alimentos contaminados, y siendo el agua de consumo humano un elemento de vital importancia para la sobrevivencia humana, de la flora y de la fauna de una región dada, su contaminación afectará a todo el ambiente local. Tiene **relevancia práctica** porque permitirá identificar los lugares de extracción de agua contaminados por coliformes fecales que podrán ser objeto de tratamiento previo al consumo o de estudios para identificar el foco de contaminación y eliminarlo, lo que va de la mano con su **relevancia social**, ya que contribuirá a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas, de los animales y de los cultivos del distrito, importante zona agro ganadera del sur del país.

El estudio es **contemporáneo** ya que las enfermedades gastrointestinales siguen siendo una de las principales causas de morbilidad en niños, y es de permanente preocupación la contaminación de las fuentes de agua.

Además de satisfacer la **motivación personal** de realizar un estudio en el campo de la salud ambiental, lograremos una importante **contribución académica** a este campo, y por el desarrollo del proyecto en el postgrado, cumplimos con las **políticas de investigación** de la Universidad en esta etapa importante del desarrollo académico.

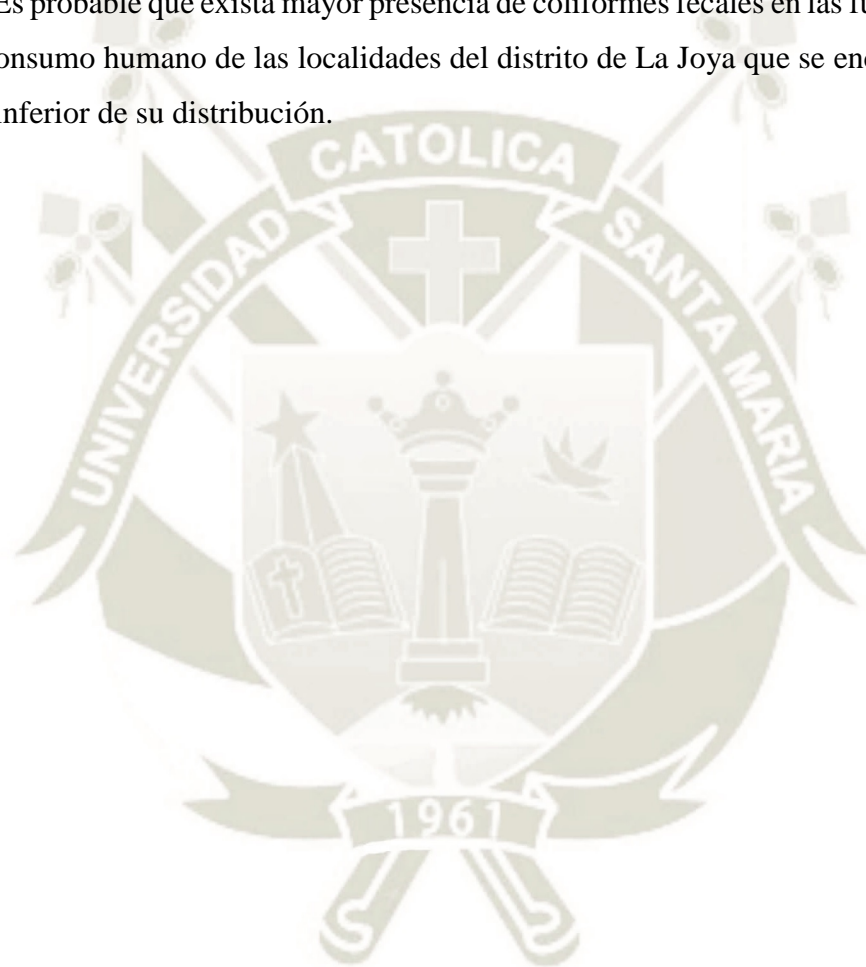
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

- a) Determinar la presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya.
- b) Precisar las diferencias en la presencia de coliformes fecales entre las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya.
- c) Identificar el tipo de fuente de mayor contaminación.

HIPÓTESIS

Dado que las fuentes de agua de consumo humano pueden sufrir alteración en su composición durante su curso hacia las localidades que abastecen.

Es probable que exista mayor presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya que se encuentran en el curso inferior de su distribución.



RESUMEN

Objetivo: La presente investigación trato de precisar las diferencias en la presencia de coliformes fecales entre las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya. **Materiales y Métodos:** Kits para recolección y análisis de coliformes fecales en agua. Se empleó el método de Fermentación Tubo-Múltiple para miembros del Grupo Coliforme, Procedimiento para Coliformes Fecales. Se aplicó la técnica de observación directa simple con análisis microbiológico. La recolección de muestras se realizó durante la tercera semana de noviembre del 2018. Es un estudio descriptivo y comparativo.

Tomamos muestras de agua en el distrito La Joya, desde su abastecimiento en el Manantial de Canauras (3 muestras), hasta ocho puntos distintos del curso inferior de circulación del agua (2 muestras por cada punto). Los límites de detección permisibles de coliformes fecales en agua de manantial y agua potable son 1.8 NMP/100 mL y 1.1 NMP/100 mL. (NMP = Numero Más Probable)

Resultados: En las muestras del Manantial de Canauras se encontraron altos niveles de coliformes (26, 33 y 140 NMP/100 mL). Esta agua va directamente al Reservorio Municipal, donde un resultado muestra niveles de coliformes por encima de los valores detectables (4 NMP/100 mL); en el curso posterior se examinan muestras de agua potable en la Curva y el P.J Cerrito Buena Vista, los resultados exceden los límites permisibles (23 y 6.9 NMP/100 mL / 3.6 y 5.1 NMP/100 mL)

A la salida del Reservorio de SEDAPAR, que trata el agua que recibe del Municipio, se encuentra un resultado que excede los límites (> 23 NMP/100 mL). Las muestras posteriores en P.J Benito Lazo y en el Pueblo Tradicional La Joya, que reciben agua de SEDAPAR, muestran resultados por debajo de los límites (<1.1 NMP/100 mL).

A la Salida del Reservorio JASS-Cruce y en el P.J El Triunfo, agua potable, los resultados fueron por debajo de los límites (<1.1 NMP/100 mL).

Conclusiones: Se encontró presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano. En los resultados de comparación de los diferentes puntos, se encuentra que los más contaminados fueron el Manantial de Canauras, la Salida del Reservorio de SEDAPAR, La Curva y en P.J Cerrito Buena Vista. La más contaminada

fue el Manantial de Canauras, la cual constituye la fuente superior de distribución, rechazando de esta manera la hipótesis planteada.

PALABRAS CLAVE: contaminación del agua - coliformes fecales - agua para consumo humano.



ABSTRACT

Objective: The present investigation tried to specify the differences in the presence of fecal coliforms among the sources of water for human consumption of the district of La Joya. **Materials and Methods:** Kits for collection and analysis of fecal coliforms in water. The Multiple Tube-Fermentation method was used for members of the Coliform Group, Procedure for Fecal Coliforms. The simple direct observation technique with microbiological analysis was applied. The collection of samples was carried out during the third week of November 2018. It is a descriptive and comparative study.

We took samples of water in the La Joya district, from its supply at the Canauras Spring (3 samples), to eight different points in the lower water circulation course (2 samples per point). The permissible limits of fecal coliform detection in spring water and drinking water are 1.8 NMP / 100 mL and 1.1 NMP / 100 mL

Results: High levels of coliforms (26, 33 and 140 NMP / 100 mL) were found in the samples from the Canauras Spring. This water goes directly to the Municipal Reservoir, where a result showed coliform levels above the detectable values (4 NMP / 100 mL); in the subsequent course, samples of drinking water in the Curve and P.J Cerrito Buena Vista were examined, the results exceeded the permissible limits (23 and 6.9 NMP / 100 mL / 3.6 and 5.1 NMP / 100 mL)

At SEDAPAR Reservoir's exit , that treats the water that it receives from the Municipality, there was a result that exceeded the limits (> 23 NMP / 100 mL). Subsequent samples in P.J Benito Lazo and in the Traditional Village La Joya, which receive water from SEDAPAR, showed results below the limits (<1.1 NMP / 100 mL). At JASS-Cruce Reservoir's exit and in the P.J El Triunfo, drinking water, the results were below the limits (<1.1 NMP / 100 mL).

Conclusions: Fecal coliforms were found in water sources for human consumption. When we compare the results of the different points, we found that the most contaminated were the Canauras Spring, the Reservoir of SEDAPAR's exit, the Curve and P.J Cerrito Buena Vista. The most polluted was the Canauras Spring, which constitutes the superior source of distribution, thus rejecting the hypothesis proposed.

KEY WORDS: water contamination - fecal coliforms - water for human consumption.

ÍNDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	1
1. MARCO CONCEPTUAL	1
2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	11
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	20
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	20
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	22
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
1. RESULTADOS.....	25
2. DISCUSION.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
1. CONCLUSIONES	53
2. RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS	
ANEXO 1: INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN	
ANEXO 2: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS	
ANEXO 3: RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA	
ANEXO 4: SECUENCIA DE FOTOS-TOMA DE MUESTRAS	
ANEXO5: PRUEBA DE HIPÓTESIS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: MANANTIAL DE CANAURAS	25
TABLA 2: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO MUNICIPIO	27
TABLA 3: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO SEDAPAR	29
TABLA 4: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: LA CURVA	31
TABLA 5: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ CERRITO BUENA VISTA	33
TABLA 6: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ BENITO LAZO	35
TABLA 7: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PUEBLO TRADICIONAL LA JOYA	37
TABLA 8: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO JASS-CRUCE	39
TABLA 9: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ EL TRIUNFO	41
TABLA 10: COMPARACIÓN DE LA DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE PROCESAMIENTO	43
TABLA 11: COMPARACIONES MÚLTIPLES POR GRUPO	46

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: MANANTIAL DE CANAURAS.....	26
GRÁFICA 2: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO MUNICIPIO	28
GRÁFICA 3: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO SEDAPAR.....	30
GRÁFICA 4: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: LA CURVA	32
GRÁFICA 5: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ CERRITO BUENA VISTA	34
GRÁFICA 6: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ BENITO LAZO	36
GRÁFICA 7: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PUEBLO TRADICIONAL LA JOYA	38
GRÁFICA 8: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: SALIDA DE RESERVORIO JASS-CRUCE.....	40
GRÁFICA 9: VALORES DE DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO SEGÚN PUNTO DE PROCESAMIENTO: PJ EL TRIUNFO	42
GRÁFICA 10: COMPARACIÓN DE LA DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE PROCESAMIENTO	45

LISTA DE ABREVIATURAS

BMWP = Biological Monitoring Working Party

Cl⁻ = Cloro

CN⁻ = Cianuro

Cu = Cobre

Cr = Cromo

CO₂ = Dióxido de Carbono

CT = Coliformes Totales

CF = Coliformes Fecales

DAEC = E. coli enteroadherente difusa

DBO₅ = Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO = Demanda Química de Oxígeno

ETEC = E. coli enterotoxigénica

EPEC = E. coli enteropatógena

EHEC = E. coli enterohemorrágica

EIEC = E. coli enteroinvasiva

EAEC = E. coli enteroagregativa

Fe⁺ = Hierro

GRA/CR-AREQUIPA = Gobierno Regional Arequipa/ Consejo Regional

GRA/GRAG-ATDRCH = Gobierno Regional Arequipa / Gerencia Regional de
Agricultura Arequipa - Administración Técnica del Distrito de Riego Chili

JASS = Junta Administradora de Servicios de Saneamiento

kDa = kiloDaltons

LMP = Límites Máximos Permisibles de Agua

mL = mililitros

NMP = Número Más Probable

N-NO₃ = Nitrato - Nitrógeno

NH₄ = Amonio

NTK = Nitrógeno Total Kjeldahl

OMS = Organización Mundial de la Salud

Pb = Plomo

PCBs = Bifenilos Policlorados

pH = Potencial de Hidrogeniones

SDTs = Sólidos Disueltos Totales

SEDAPAR = Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa

SPSS = Statistical Package for the Social Science

UCV = Universidad Central de Venezuela

USEPA = United States Environmental Protection Agency



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 CALIDAD DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO

1.1.1 Definición

Se entiende por agua potable la que es apta para beber y para los demás usos domésticos. Debe ser límpida e inodora, fresca y agradable. Debe contener algunos gases, especialmente aire y sales disueltas en pequeñas cantidades. No debe poseer materias orgánicas, gérmenes patógenos ni sustancias químicas ¹.

1.1.2 Clasificación de las aguas

Hay muchos sistemas de clasificar la calidad de las aguas. En primer lugar se suele distinguir según el uso que se le vaya a dar (abastecimiento humano, recreativo, vida acuática)³.

a) Clasificación para consumo humano

Las aguas se clasifican en cuatro grupos (ver cuadro) según su calidad para el consumo humano. Para hacer esta clasificación se usan unos 20 parámetros de los que los más importantes son: DQO, DBO5, NH4 +, NTK, conductividad, Cl-, CN-, recuentos microbiológicos y algunos metales (Fe, Cu, Cr).

b) Clasificación para baño y usos deportivos

De forma similar se determina la aptitud de las aguas para el baño y uso deportivo. En este caso hay que fijarse, sobre todo, en los recuentos microbiológicos, el porcentaje de saturación de oxígeno, y en menor medida, presencia de aceites y grasas y otros caracteres organolépticos (olor, sabor, etc.). Para determinar la aptitud de las aguas para

la vida piscícola influye mucho la concentración de nitritos y también el amoniaco no ionizado, que es muy tóxico para los organismos acuáticos, aún a bajas concentraciones; y también, aunque menos, la DBO5, amonio, hidrocarburos disueltos y metales (Pb, Cu, Zn) presentes ⁴.

Tipo	Clasificación de las aguas para consumo humano
A1	Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple como filtración rápida y desinfección.
A2	Aguas potabilizables con un tratamiento fisico-químico normal, como precloración, floculación, decantación, filtración y desinfección.
A3	Potabilizable con un tratamiento adicional a la A2, tales como ozonización o carbón activo.
A4	Aguas no utilizables para el suministro de agua potable, salvo casos excepcionales, y con un tratamiento intensivo.

c) Otros clasificaciones de calidad de las aguas

Hay otras formas de definir la calidad de las aguas que se utilizan según lo que interese conocer. Se puede también determinar y clasificar las aguas según un índice de calidad físico-químico. Ejemplos de índices utilizados son ³ :

- Una posibilidad es analizar el nivel de mineralización de las aguas por análisis de **conductividad**. Desde el punto de vista biológico suele interesar clasificar las aguas según el tipo y cantidad de microorganismos presentes o aplicar **índices bióticos**, como el BMWP, o **índices de diversidad** que indican la riqueza ecológica de ese tramo del río. Hay modelos, como el **SCAF**, que determinan el tipo de "ambiente ecológico" de la estación analizada, lo que permite hacer estudios de comparación o determinar que impactos negativos sobre el ecosistema pueden estar afectando a la calidad del río.
- **Índice biótico BMWP'** (Biological Monitoring Working Party) de Hellawell modificado por Alba & Sánchez para la Península Ibérica. Con él se determina un índice que suele tener valores entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica, no suele superar el 200.

- **Modelo SCAF.-** Se basa en la teoría de la sucesión ecológica. Determina el estado ambiental combinando los índices de diversidad y el índice biótico BMWP'. Con este modelo se determinan los distintos tipos de estado ambiental del ecosistema. A cada tipo le corresponderán, a su vez, unos usos potenciales.

1.1.3 Tipos de contaminación del agua

a) *Contaminantes líquidos*

Los contaminantes en forma líquida provienen de las descargas de desechos domésticos, agrícolas e industriales en las vías acuáticas, de terrenos de alimentación de animales, de terrenos de relleno sanitario, de drenajes de minas y de fugas de fosas sépticas. Estos líquidos contienen minerales disueltos, desechos humanos y de animales, compuestos químicos sintéticos y materia coloidal y en suspensión ⁴.

b) *Contaminantes sólidos*

Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcillas, tierra, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales ⁴.

c) *Contaminantes físicos.*

Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).

d) *Contaminantes químicos*

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Gran parte de estos contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y bajan arrastrados por la lluvia.

Esta lluvia ácida, tiene efectos nocivos que pueden observarse tanto en la vegetación como en edificios y monumentos de las ciudades industrializadas ⁴.

e) Contaminantes orgánicos

También son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática ⁴.

f) Contaminantes biológicos

Incluyen hongos, bacterias, virus, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua. Ciertas bacterias descomponen sustancias inorgánicas. La eliminación de los virus que se transportan en el agua es un trabajo muy difícil y costoso. En el agua lo más preocupante es la presencia de microorganismos patógenos. Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños. Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua ^{4,5}.

1.1.4 Mecanismos de contaminación

La contaminación de los cursos de agua, tanto los superficiales como los profundos, constituye uno de los principales problemas ambientales. Cantidades ingentes de

sustancias originadas en la actividad humana son vertidas al mar, a los ríos, arroyos y lagos, y a las napas subterráneas. En circunstancias especiales, como la del arsénico, los contaminantes existen naturalmente. Los niveles permisibles de nitratos, bacterias, plaguicidas y metales pesados en numerosos cursos de agua se presentan excedidos holgadamente. Todos ellos tienen enorme impacto en salud. Varias observaciones enmarcan éste cuadro de situación. Existe una extendida percepción de que el agua es un recurso ilimitado, que los cursos pueden asimilar cuanto reciben, o que la contaminación es un inevitable impuesto al desarrollo. Cabe también señalar la paradoja de que el agua de consumo provenga en muchos casos de los mismos cuerpos de agua en los que se vierten las excretas y los residuos industriales.

1.1.5 Contaminación de aguas profundas

En su expansión, las ciudades en nuestro país por lo general han ido extendiéndose en forma anárquica a lo largo del litoral marítimo y en las orillas de los ríos principales de la costa, sierra y selva. La deficiencia de cobertura en materia de infraestructura sanitaria de sus numerosos asentamientos periféricos, en especial el manejo inadecuado de la provisión de agua y de eliminación de excretas, trae aparejado, por un lado, el daño de las napas subterráneas, y por otro, las enfermedades de mayor morbimortalidad infantil.

El estado de las aguas profundas debe considerarse el problema de contaminación más importante. La cantidad de gente afectada por enfermedades de transmisión hídrica debidas a la mala calidad del agua es enorme pero poco conocida. Resulta sobre todo afectada una gran proporción de los hogares de bajos recursos, que dependen del agua subterránea para sus necesidades diarias ^{4, 8}.

La más importante fuente de contaminación de aguas profundas la constituyen las fosas sépticas, y que contaminan con patógenos infectantes las napas cercanas. Hasta el 65 % de las viviendas de ciertas áreas de urbano-marginales, y en ocasiones el 100% en otras, no están conectados a la red de agua y usan agua de pozo. Por lo tanto, el número de expuestos a riesgo es altísimo. No extraña, pues, las cifras elevadas de morbimortalidad por diarrea entre los niños de hogares pobres sin agua potable, especialmente durante el verano, cuando aumenta la sed y cuando las condiciones ambientales son más favorables para el desarrollo de bacterias enteropatógenas ⁵.

Como resultado de la descomposición natural del material nitrogenado orgánico proveniente especialmente de excretas y líquidos cloacales, aparecen concentraciones elevadas de nitratos, tanto en aguas superficiales como profundas.

La actividad humana ha añadido nuevas fuentes de nitratos a través de la descarga de líquidos industriales, fertilizantes, aditivos de alimentos, desechos de la actividad ganadera y tampera intensiva, etc.

La segunda gran fuente de contaminación son los vertidos químicos de la industria, que se arrojan en pozos negros y tanques sépticos. La eliminación desaprensiva de residuos industriales contaminados con plomo, mercurio, cadmio, y otros metales pesados, así como de PCBs y otros compuestos orgánicos persistentes, ha originado otros problemas ambientales y sanitarios de una magnitud enorme. El riesgo de neurotoxicidad, mutagénesis y carcinogénesis es mayor para los niños y para los trabajadores expuestos⁴.

En el medio rural, la utilización de pesticidas y fertilizantes, asociados a irrigación inadecuada y a desmonte y pérdida de suelos, determinan un exceso de nutrientes, sales y metabolitos de pesticidas en aguas superficiales y profundas. Los residuos orgánicos de campos y pastizales agregan a su vez cantidades abundantes de compuestos nitrogenados, fosfatos, zinc, potasio, cobre, cadmio y otros metales pesados. Las aguas de riego, ricas en nitrógeno y fósforo, en conjunto con las aguas residuales domésticas no tratadas, conducen a la eutrofización de lagos, embalses y zonas costeras.

1.1.6 Contaminación de las aguas de superficie

La calidad de los cuerpos de agua superficiales relacionados con centros urbanos, constituye un elemento básico de la salud ambiental. Resulta incuestionable el impacto del estado del agua sobre indicadores salud ambiental como la morbilidad de numerosas enfermedades infectocontagiosas, la mortalidad infantil o su influencia en la esperanza de vida de los niños⁷.

1.2 ENTEROPATÓGENOS COMO CONTAMINANTES DE AGUA DE CONSUMO

Debido a que un gran número de enfermedades son transmitidas por vía fecal-oral utilizando como vehículo los alimentos y el agua, es necesario contar con microorganismos que funcione como indicador de contaminación fecal. Estos deben de ser constantes, abundantes y exclusivos de la materia fecal, deben tener una sobrevivencia similar a la de los patógenos intestinales y debe de ser capaces de desarrollarse extraintestinalmente ⁵.

El grupo coliforme es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo, las características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en aguas potables, por lo que el grupo coliforme se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente ⁹.

Cuando los coliformes llegan a los alimentos, no sólo sobreviven, sino que se multiplican, por lo que en los alimentos el grupo coliforme adquiere un significado distinto al que recibe en el agua. En productos alimenticios que han recibido un tratamiento térmico (pasteurización, horneado, cocción, etc.), se utilizan como indicadores de malas prácticas sanitarias.

Los microorganismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat primordialmente intestinal para la mayoría de las especies que involucra. El grupo de bacterias coliformes totales comprende todos los bacilos Gramnegativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella* ⁵.

El grupo de coliformes fecales, está constituido por bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 h. de incubación a $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente es *Escherichia coli*.

La demostración y el recuento de organismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivo líquidos y sólidos con características selectivas y

diferenciales. *Escherichia coli* es un bacilo corto Gram negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia *Enterobacteriaceae* (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales ¹⁰. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* patógenas que provocan enfermedades diarreicas. Estas *E. coli* se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca la enfermedad por un mecanismo diferente ⁵.

Las propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos. Este grupo de bacterias se encuentra constituido por las siguientes cepas: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) y *E. coli* enteroadherente difusa (DAEC). Existen otras cepas que no han sido perfectamente caracterizadas; de las cepas anteriores, las 4 primeras están implicadas en intoxicaciones causadas por el consumo de agua y alimentos contaminados ⁵.

a) ***Escherichia coli* enterotoxigénica.** ETEC es reconocida como el agente causal de la diarrea del viajero, la cual se caracteriza por diarreas acuosas con o sin fiebre. Este tipo de infecciones es muy frecuente en países subdesarrollados y afecta principalmente a los niños.

Patogénesis: El microorganismo es capaz de producir dos tipos de toxina. Una toxina termolábil de aproximadamente 89 kDa cuya secuencia, antigenicidad y función es similar a la toxina del cólera, la otra toxina que produce es termoestable y es de bajo peso molecular (4 kDa) y es capaz de resistir temperaturas de ebullición hasta por 30 minutos.

La infección puede ser adquirida por el consumo de alimentos como vegetales frescos (lechuga en ensaladas) y agua. La dosis infectiva para adultos ha sido calculada en aproximadamente 10^8 bacterias, por otra parte, en jóvenes y ancianos la dosis infectiva puede ser más baja.

b) ***Escherichia coli* enteropatógena.** ECEP. Es causa importante de diarrea en los lactantes particularmente en los países en vías de desarrollo. La ECEP se adhiere a las células de la mucosa del intestino delgado. Sus factores de virulencia favorecen la adhesión y en ocasiones penetra a las células mucosas. La infección por ECEP provoca diarrea acuosa generalmente autolimitada, aunque en ocasiones puede ser crónica.

Patogénesis. El microorganismo produce dos proteínas: la intimina que es codificada por el gen *eae* y un factor de adherencia que es codificado por un plásmido, ambas proteínas permiten su unión a los enterocitos y la destrucción de las microvellosidades intestinales.

Las epidemias causadas por este microorganismo se deben al consumo de agua contaminada y productos cárnicos. En estudios con voluntarios se encontró que la dosis infectiva es de 10^6 microorganismos. La diarrea por ECEP se ha vinculado con múltiples serotipos específicos de *E. coli* los cuales pueden ser identificados mediante la tipificación del antígeno O (somático) y en ocasiones del antígeno H (flagelar).

c) ***Escherichia coli* enteroinvasiva.** EIEC. Este microorganismo se encuentra estrechamente relacionado con el género *Shigella*, produce una enfermedad similar a la shigelosis. La enfermedad se presenta comúnmente en niños de países subdesarrollados y en personas que viajan a dichos lugares. La EIEC provoca la enfermedad (diarrea disintérica invasiva) al invadir las células epiteliales de la mucosa intestinal. A pesar de que la dosis infectiva para *Shigella* es de 10 a 100 microorganismos, en el caso de EIEC la dosis infectiva es de aproximadamente 10^6 bacterias.

Algunas características importantes de este microorganismo que permiten diferenciarlo de la cepa típica de *E. coli* son: No utiliza la lactosa como fuente de carbono, no descarboxilan la lisina, es inmóvil y anaerogénicos. La patogenicidad de este organismo se debe a su capacidad para invadir y destruir el epitelio del colon debido a que es capaz de evadir la lisis en los fagolisosomas.

d) ***Escherichia coli* enterohemorrágica.** EHEC produce verotoxina, denominada así por su efecto citotóxico sobre las células Vero, una línea de células renales de monoverde africano. Existen al menos dos variantes antigénicas de la toxina. La ECEH se ha asociado con colitis hemorrágica, una variedad grave de diarrea; y con el síndrome urémico hemolítico, enfermedad capaz de producir insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica microangiopática y trombocitopenia. La verotoxina tiene muchas propiedades similares a la toxina shiga producida por algunas cepas de *Shigella dysenteriae* tipo 1; De los serotipos de *E. coli* que producen la verotoxina el más común y el único que puede identificarse en muestras clínicas es el O157:H7. La *E. coli* O157:H7 no emplea sorbitol y es negativa a la prueba de MUG.

La causa más común de esta infección es el consumo de carne sin cocinar o poco cocinada, particularmente carne picada procesada en grandes cantidades. Los casos de colitis hemorrágica y sus complicaciones asociadas pueden prevenirse mediante la cocción completa de la carne ⁹.

1.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan a esta definición, como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, se entenderán como servicios en condiciones especiales ².

1.3.1 Tipos de suministro

El sistema de abastecimiento de agua atiende a los consumidores a través de los siguientes tipos de suministro ⁶:

- a) Conexiones domiciliarias;
- b) Piletas públicas;
- c) Camiones cisterna; y
- d) Mixtos, combinación de los anteriores.

En caso que el abastecimiento sea directo mediante pozo, lluvia, río, manantial entre otros, se entenderá como recolección individual el tipo de suministro.

1.3.2 Componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento

Los principales componentes hidráulicos en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, de acuerdo al tipo de suministro, son los siguientes:

- a) Estructuras de captación para aguas superficiales o subterráneas;
- b) Pozos;

- c) Reservorios;
- d) Cámaras de bombeos y rebombeo;
- e) Cámara rompe presión;
- f) Planta de tratamiento;
- g) Líneas de aducción, conducción y red de distribución;
- h) Punto de suministro; y
- i) Otros.

2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1 LOCALES

2.1.1 Autor: Alejandro Hidalgo Valdivia ¹¹

Título: Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para abastecimiento del distrito de la Joya. Arequipa 2013.

Fuente: Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María

Resumen: Considerando que la calidad de agua potable para el consumo humano es un factor determinante para la salud y bienestar de la población, y dado que la localidad de La Joya se constituye en la actualidad como una potencial expansión y desarrollo, el objetivo de la presente investigación fue establecer si las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para abastecimiento del distrito de La Joya, en Arequipa 2013, cumplían con los límites máximos permisibles de agua (LMP) tal como lo señala “Reglamento de la Calidad del Agua para Consume Humano”, correspondiente al Decreto Supremo D.S N 031-2010-SA. A partir del análisis e interpretación de resultados se plantea una propuesta de planta de tratamiento de agua potable con el objeto de mejorar la calidad de agua distribuida a los pobladores de este distrito.

Para la sistematización de los datos obtenidos se emplearon como procedimientos la codificación y tabulación para el ordenamiento de los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los mismos que se trabajaron mediante el Software SPSS y el Excel, donde finalmente se plasmaron en tablas y gráficas. En el análisis de la información se empleó el proceso de comparación de los resultados con los LMP de la normatividad vigente, para luego apreciar de manera crítica la información así ordenada

y sistematizada, lo que sirvió como fundamento para las conclusiones de la investigación, que fueron los Sulfatos, Sólidos Disueltos Totales (SDT), DBO5, Coliformes totales y Termotolerantes excedieron los LMP, el Cloro residual no cumplió con el valor mínimo para una desinfección eficaz. Lo que implica que la planta de tratamiento actual no realiza un proceso de tratamiento eficaz.

En base a estos resultados se ha propuesto la instalación de equipos que permitan reducir el pH por inyección controlada de CO₂, la desinfección con un generador de ozono autónomo y un desincrustador electrónico anticalcáreo que permita la estabilización del pH del agua a un valor de 7,2, y además las sales permanezcan en suspensión y no se adhieran durante todo su proceso de utilización.

La propuesta presentada para el mejoramiento de la calidad del agua potable distribuida por SEDAPAR S.A podría ser replicada en las JASS existentes del distrito y en poblaciones con características de abastecimiento similares.

2.1.2 **Autor:** Amado Camargo, Marjorie Francesca ¹²

Título: Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa, Abril - Mayo 2017.

Fuente: Repositorio Universidad Nacional de San Agustín

Resumen: El objetivo del presente estudio fue determinar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales por medio de la presencia de microorganismos indicadores; coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y bacterias heterótrofas en agua potable y agua cruda del Distrito de Majes. Para ello se realizaron tres muestreos con tres repeticiones por cada punto de muestreo tanto en la zona urbana (CPE, MPE, DPE) como en la zona rural (BPI, CDT, C1R, C2R, C3R, CMA, APT, BL5, PCA, PCB, PPA, DPA) durante dos meses con una frecuencia de 15 días, en donde se recolectaron 135 muestras de agua, 108 de agua cruda y 27 de agua potable. Se determinó el recuento de bacterias heterótrofas en agua potable, obteniendo como valor mínimo 0.33 UFC/100ml en los puntos CPE Y DPE y como valor máximo 0.67 UFC/100ml en el punto MPE, no superando en ningún punto el LMP. También se determinó el número más probable (NMP) de bacterias coliformes

totales y fecales, demostrando diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las tres evaluaciones realizadas; teniendo como valor mínimo para coliformes totales y fecales 0 NMP/100ml en los puntos CPE, MPE y DPE y como valor máximo 2200 NMP/100ml para el punto PPA (1ra evaluación), 3800 NMP/100ml punto CMA y 3233.33 NMP/100ml punto PPA (2da evaluación) y 4200 NMP/100ml punto PPA (3ra evaluación). Los promedios de las tres evaluaciones del (NMP/100mL) realizadas para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* superan el LMP y el ECA CATEGORIA 1 – A1 en los puntos BPI, CDT, C1R, C2R, C3R, CMA, APT, BL5, PCA, PCB, PPA, DPA; también se determinó que los puntos CMA, PCB y PPA para coliformes totales, el punto PPA para coliformes fecales y los puntos C3R, CMA, BL5, PCB, PPA y DPA superan el ECA CATEGORIA 3 – D1 mientras que el ECA CATEGORIA 3 – D2 no es superado en ningún punto de muestreo. Los parámetros fisicoquímicos cloro residual, T° y pH no superan ninguno de límites máximos permisibles sin embargo DBO5 supera el ECA CATEGORIA 3 – D1 pero no el ECA CATEGORIA 3. Se han identificado 7 especies de enterobacterias en los puntos de muestreo de agua sin tratar, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter agglomerans*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter diversus* y *Citrobacter freundii*.

2.2 NACIONALES

2.2.1 Autor: Gina Lizbeth Hallasi Puntaca.¹³

Título: Determinación de los parámetros microbiológicos y físico-químicos de las aguas de consumo humano en las islas flotantes Uros del lago Titicaca. Puno-Perú 2018.

Fuente: Repositorio Institucional UNA-PUNO.

Resumen: La investigación se realizó en las Islas flotantes los Uros del lago Titicaca. Durante los meses de mayo a julio del 2016. Con los objetivos de: Determinar los índices de bacterias coliformes totales, fecales y termotolerantes en aguas de consumo humano de los pobladores de las islas flotantes los Uros; determinar los parámetros físicos: Temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales y químicos: pH, nitratos, fosfatos, demanda bioquímica de oxígeno y oxígeno disuelto dentro del área de influencia de las

islas flotantes los Uros; evaluar el Índice de Calidad del Agua para consumo humano en las inmediaciones de las islas flotantes los Uros, en cinco puntos de muestreo PM1 Isla Suma Balsa, PM2 Isla Tupir Marka, PM3 Isla Summa Willjta, PM4 Isla Suma Uro y PM5 Isla Totora de acuerdo a los ECA Nacional. La metodología fue analítica e instrumental basado en APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, para el pH se utilizó un potenciómetro, para la Demanda Bioquímica de Oxígeno un biómetro mediante método OXITOP, para Oxígeno Disuelto la técnica de membrana de electrodo fino “in situ”, para nitratos y fosfatos utilizamos el espectrofotómetro, para medir Sólidos Disueltos Totales el equipo Tracer PockeT, la turbidez se midió mediante turbidímetro y para los análisis microbiológicos totales y fecales se utilizó el método del Número Más Probable (NMP), para el procesamiento de datos se utilizó ANVA diseño estadístico Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados fueron: Para los parámetros microbiológicos registrados durante el trabajo se determinó una variación de coliformes totales teniendo el promedio general de 4 424 NMP/100 ml obteniendo un valor máximo de 11 000 NMP/100 ml para el mes de mayo en PM4 y el mes de junio PM1, PM2, PM4 y PM5 y, el mínimo en la muestra PM5 con 150 NMP/100 ml del mes de julio; no se obtuvo presencia de coliformes termotolerantes, mientras que coliformes fecales (*Escherichia coli*) presentó un promedio general de 27,33 NMP/100 ml, con un valor máximo de 90 NMP/100 ml en la PM3 del mes de mayo y PM5 del mes de julio respectivamente y como mínimo 40 NMP/100 ml en PM4 del mes de julio; los parámetros físico-químicos el promedio fue para la temperatura 14,74 °C; pH 8,38; DBO5 8,54 mg/l; nitratos 0,03 mg/L; fosfatos 0,04 mg/l; SDT 1147,8 mg/l; OD 6,32 mg/l y turbidez 0,96 NTU; el Índice de Calidad del Agua (ICA) registró para los meses de mayo y junio valores de 81.74 y 71.83 respectivamente, lo que señala que para dichos meses indicó que fueron aguas de Buena calidad; sin embargo para el mes de julio el ICA registró 65.09 lo cual indicó que fue de Regular calidad . Se concluye que las aguas de las Islas flotantes los Uros presentan los 13 parámetros microbiológicos y físico-químicos con un ICA de buena y regular calidad considerando la categoría 4 más no para consumo humano.

2.2.2 Autor: Arias Ayala, Jhon Paul ¹⁴

Título: Caracterización fisicoquímica y bacteriológica, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa – 2018.

Fuente: Repositorio universidad nacional Daniel Alcides Carrión

Resumen: El objetivo de la presente investigación, fue determinar el índice de calidad del agua que consume la población de pampa Hermosa, ubicado en el distrito de Chontabamba provincia de Oxapampa Para ello se identificó el lugar de muestreo, siendo elegido la captación, que tiene las coordenadas UTM Este:451254, Norte: 8816215, con un altitud de 1731 msnm, el agua consumida por la población es sin desinfección, analizándose parámetros campo (Temperatura, pH y OD) fisicoquímico (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD, turbidez, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO5, fosfato, cloruros, dureza y flúor), los cuales se encuentran dentro del rango establecido por los LMP ECAs de la normativa nacional a excepción la turbidez y parámetros bacteriológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes, echeria Coli y organismos de vida libre), los cuales superan los LMP de la normativa nacional. La recolección de la información se realizó mediante toma de muestras en campo, realizando un monitoreo con equipos multiparametro de agua; para el análisis químico y bacteriológico se envió las muestras a la ciudad de Lima. El resultado final arroja que en el centro poblado de Pampa Hermosa tiene un ICA de 78,56 el cual fue determinado por el método NSF, donde considera 9 parámetros de mayor importancia como son: para el OD; coliformes fecales; pH; DBO5; NO3-N; fosfatos; desviación de temperatura; turbiedad y SDT (Ott, 1978); con una ponderación de 0,17; 0,15; 0,12; 0,10; 0,10; 0,10; 0,10 y 0,08 respectivamente. El ICA NSF de 82,35 está en el rango de 70-90 que nos indica que el agua que viene consumiendo esta población de calidad buena, pero debida a la mala vi calidad bacteriológica es necesario implementar otro tratamiento antes de consumirla.

2.2.3 Autor: Deybi Adderly Quispe Ccama ¹⁵

Título: Calidad Bacteriológica y Físico Química del agua de Seis Manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar. Puno – Perú 2017.

Fuente: Repositorio Institucional UNA-PUNO.

Resumen: El estudio se realizó en el distrito de Santa Rosa provincia de Melgar en la región Puno los manantiales evaluados fueron Yuraq Unu, Cóndor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata, durante los meses de enero a junio del año 2017, con el objetivo de determinar su calidad bacteriológica y físico-química. Se aplicó la metodología de número más probable, los resultados obtenidos para los manantiales con respecto al análisis bacteriológico de coliformes totales fueron mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con < 3 NMP/100 ml cuyos valores determinados sobrepasan los límites permisible por lo que estas aguas no son aptas para el consumo humano. El análisis físico químicos: la temperatura del agua en su valor más alto se presentó en Ch'íartita con 10.36 °C y el valor más bajo en 8.70 °C ($P > 0.05$), el potencial de hidrogeniones el promedio más alto fue en Yuraq Unu con 8.20 pH y el punto más bajo en Uno Pata con 7.22, se encuentran dentro de la normatividad; la dureza total fue mayor en Ch'ákipata con 106.78 mg/L y el menor en Cóndor Wachana con 56.77 mg/l; la alcalinidad resultado mayor en Ch'íartita con 32.89 mg/l el mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l; los cloruros presentaron máximo en Ch'íartita con 32.89 mg/l, el valor mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l, ($P > 0.05$), respecto al calcio el valor máximo en Ch'ákipata con 28.47 mg/l y el valor mínimo en Yuraq Unu con 7.27 mg/l, en el magnesio el valor máximo Ch'ákipata con 6.90 mg/l y el valor mínimo en Qayqu con 1.39 mg/l, para solidos disueltos totales el valor máximo se presenta en Ch'ákipata con 108.19 mg/l y el valor mínimo en Cóndor Wachana con 23.46 mg/l, así mismo para la turbiedad se presentó en Qayqu con 6.50 UNT y un valor mínimo en Uno Pata 3.83 UNT estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles.

2.3 INTERNACIONALES

2.3.1 Autores: González M, González J, Robles E, Martínez B, Sáinz M, Tolosa J, Salas A. ¹⁶

Título: Calidad bacteriológica del agua utilizada en clínicas odontológicas.

Fuente: Acta Odontológica Venezolana 2007, Vol. 45 N° 1 / ISSN: 0001-6365

Resumen: Se evaluó la calidad bacteriológica del agua de 8 clínicas odontológicas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, determinándose Coliformes fecales y Coliformes totales, por medio de la técnica de filtro de membrana. Realizándose de 2 a 4 muestreos semanales, en cada clínica se tomaron muestras de la jeringa triple y el llena vasos de 10 unidades dentales, además del suministro de entrada. Se tomaron 188 muestras, a cada una se le efectuaron 2 determinaciones (Coliformes totales y Coliformes fecales), haciendo un total de 376 análisis. De las muestras analizadas únicamente 8 presentaron contaminación bacteriana; 7 correspondieron al primer muestreo realizado en la Clínica de Acatlán después de un periodo vacacional; la contaminación fue consecuencia del prolongado estancamiento del agua debido a la inactividad clínica, lo cual contribuyó a la presencia de Coliformes fecales y Coliformes totales. Posteriormente a ese periodo vacacional los siguientes muestreos salieron negativos. En la clínica Ecatepec una muestra proveniente de una unidad dental que contaba con el sistema Flush, también resultó positiva para Coliformes totales. En las clínicas odontológicas se atiende anualmente más de 30,000 pacientes de diversas edades y estados de salud, a quienes se efectúan diversos tratamientos odontológicos que van desde extracciones hasta cirugías maxilofaciales. Se concluye que la calidad bacteriológica del agua utilizada en las clínicas odontológicas es buena, lo cual es muy importante, pues ésta entra directamente en contacto con la mucosa de cavidad oral, estructuras dentarias, sangre y saliva del paciente, evitando procesos infecciosos que podrían poner en riesgo su salud integral.

2.3.2 Autores: Hernández J, Espinoza Y, Malpica L, de Jesús M. ¹⁷

Título: Calidad del agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua.

Fuente: Rev. Fac. Agron. (UCV) 2011; 37(1): 1-10.

Resumen: Se estudiaron algunos parámetros microbiológicos y químicos del agua de riego y suelos de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua, Venezuela, con el fin de evaluar la calidad del agua de riego usada con fines agrícolas. Para su evaluación se determinaron coliformes totales (CT) y fecales (CF) y se realizaron cuantificaciones de protozoarios, así como la presencia de nitrato y amonio. En todas las muestras de agua

y suelos las concentraciones de CT y CF oscilaron entre $3 \times 10^3 - 4 \times 10^9$ NMP/g o mL. Con respecto a los protozoarios, la concentración en agua estuvo en el orden de 10^6 protozoarios/mL oscilaron entre 10^5 y 10^8 protozoarios/g suelo. Todos estos valores sobrepasaron los límites establecidos por la norma oficial para la calidad de agua en Venezuela, la Organización Mundial de Salud y la USEPA. Por otra parte, se detectó baja concentración de nitrato ($<1,2$ mg N/L) en 100% de las aguas de pozo y alta concentración de amonio (>4 mg N/L). En el suelo se encontró una mayor concentración de N-NO₃ comparada al agua, especialmente en la parcela de tomate, donde los niveles alcanzaron valores mayores de 100 mg N/kg suelo. Se concluye que el 100% de las muestras de agua no son aptas para ser empleadas con fines de irrigación. No se encontró una relación directa entre los parámetros evaluados en el agua de riego y los suelos de las diferentes parcelas evaluadas.

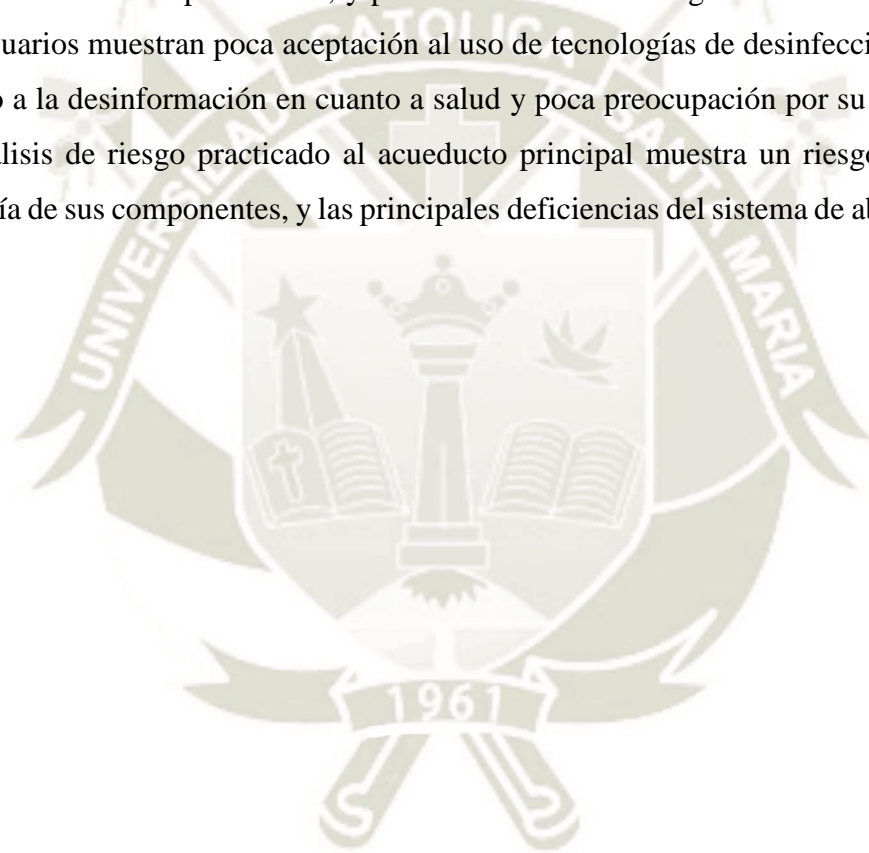
2.3.3 Autor: Mario René Mejía Clara ¹⁸

Título: Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.

Fuente: Repositorio Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE)

Resumen: El estudio se realizó en la microcuenca El Limón, ubicada en la subcuenca del Río Copán, Honduras, en el período de enero a julio de 2005, con el objetivo de hacer un análisis socio ambiental de la calidad del agua para consumo humano, y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para desinfección de agua. Se hicieron análisis de laboratorio de las principales fuentes de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua. Se obtuvo una recopilación del conocimiento local del uso y manejo del agua mediante una metodología participativa, información que llevó al planteamiento de alternativas y acciones sostenibles para mantener la calidad del agua para consumo dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Nacional. La información secundaria fue recopilada a través de los actores clave y de las diferentes instituciones vinculadas a la administración del recurso en la microcuenca. La información de campo se obtuvo mediante recorridos

por los cauces de las principales quebradas, aplicación de encuestas a los pobladores y usuarios del agua de la microcuenca, y talleres participativos donde se analizaron los diferentes procesos que se están desarrollando en la microcuenca y que contribuyen a la contaminación del agua. Se georeferenciaron las obras de captación y se practicaron aforos en las mismas. Para el análisis de la información obtenida en la fase de campo se utilizaron los programas Infostat y Arview 3.2. Los resultados mostraron que la oferta es mayor a la demanda, y la disponibilidad está en su límite máximo ya que el recurso no se está utilizando de manera sostenible. La calidad del agua se ve afectada por la turbidez y sedimentación en la parte física, y por contaminación biológica con coliformes fecales. Los usuarios muestran poca aceptación al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida. El análisis de riesgo practicado al acueducto principal muestra un riesgo medio en la mayoría de sus componentes, y las principales deficiencias del sistema de abastecimiento.



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

Técnicas: En la presente investigación se aplicó la técnica de la observación directa simple con análisis microbiológico, mediante el método de Fermentación Tubo – Múltiple para miembros del Grupo Coliforme, Procedimiento para Coliformes Fecales.

Referencia y Validación: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington DC.¹⁹

Instrumentos: Instrumento de observación (Anexo 1)

Matriz de coherencias

Variable	Indicadores	Subindicadores	Instrumento	Técnica	Ítem
Coliformes fecales	Según punto de extracción de agua	Manantial de Canauras, Reservorio Municipal, Reservorio SEDAPAR, Reservorio JASS-Cruce, P.J. Cerrito Buena Vista, Pueblo Tradicional de La Joya, P.J. El Triunfo, P.J. Benito Lazo, La Curva.	Ficha de observación	Observación directa	1
	De acuerdo al tipo de fuente de abastecimiento	Manantial, reservorio, grifo o pileta doméstico.	Ficha de observación	Observación directa	2
	Presencia de coliformes en agua analizada	Resultado de determinación laboratorial.	Ficha de observación	Observación directa	3

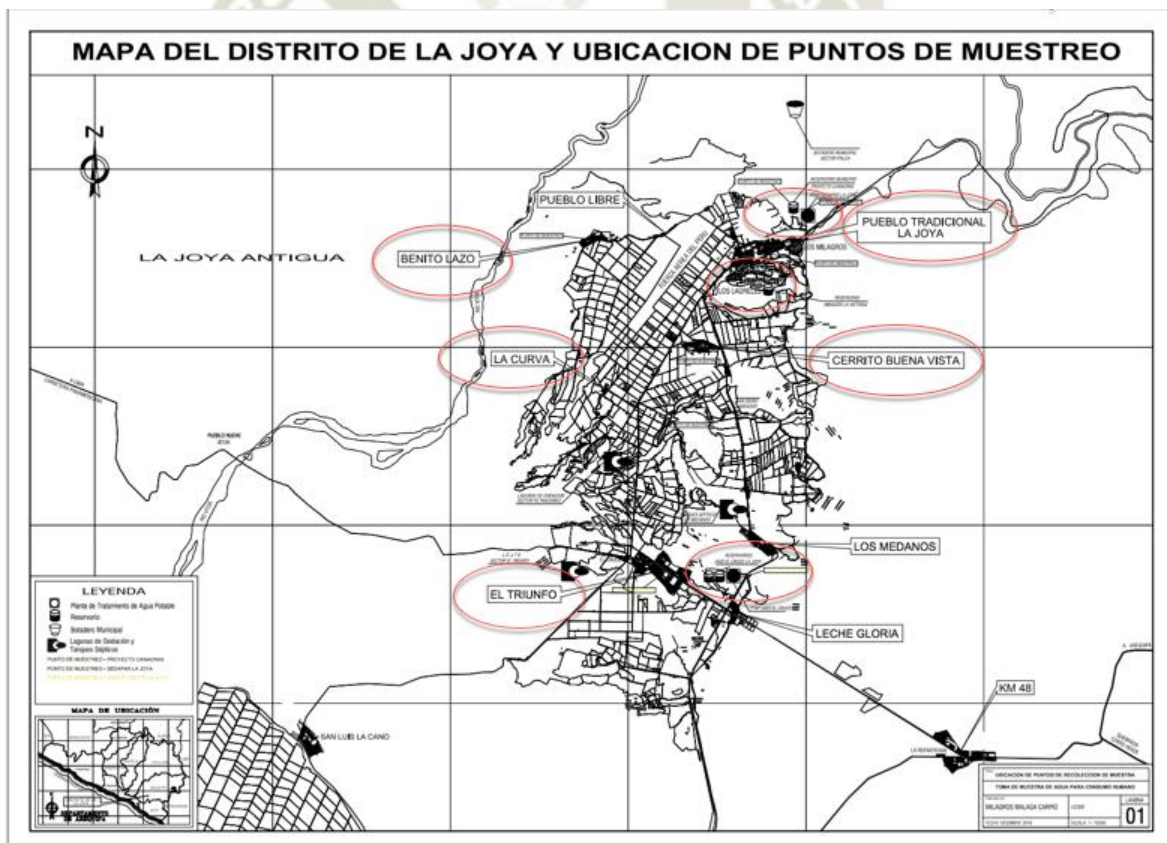
Materiales:

1. Kits para recolección y análisis de coliformes fecales en agua.
 - Frascos de vidrio con tapón roscado, estériles de 250 mL.
 - Cooler, para mantener las muestras hasta el momento de su análisis.

- Guantes estériles de polietileno
- Etiquetas
- Rotulador indeleble
- Mandiles
- Microscopio
- Materiales de escritorio

2. Campo de verificación

2.1. Ubicación espacial: La presente investigación se realizó en el distrito de La Joya de la provincia de Arequipa.



2.2. Ubicación temporal: El estudio se realizó en forma coyuntural durante el mes de noviembre del año 2018.

2.3. Unidades de estudio: Puntos de extracción de agua para consumo humano en diferentes localidades del distrito de La Joya. Las muestras fueron tomadas en 9 puntos del distrito de La Joya: Manantial de Canauras, salida de Reservorio Municipal, salida de Reservorio de SEDAPAR, P.J. Cerrito Buena Vista, Pueblo Tradicional de La Joya, P.J. El Triunfo, salida de Reservorio JASS - Cruce, P.J. Benito Lazo y La Curva.

2.4. Muestra: Se trata de una muestra censal. Se estudió un total de dos 02 muestras de agua por cada punto de extracción previamente mencionados, excepto en el Manantial de Canauras donde se tomaron 03 muestras.

3. Estrategia de Recolección de Datos

3.1. Validación de los instrumentos

No se requirió por recabarse los datos tal como figuraban en la fuente.

3.2. Criterios para manejo de resultados

a) Plan de Procesamiento

Los datos registrados en el Anexo 1 fueron luego codificados y tabulados para su análisis e interpretación.

b) Plan de Análisis

Se empleó estadística descriptiva para las variables cuantitativas de recuento bacteriano. Se empleó la prueba estadística Análisis de la Varianza (ANOVA) para determinar la diferencia entre los valores observados en las distintas fuentes de muestreo; y la prueba de Tukey para establecer la fuente de mayor contaminación, considerando significativa una diferencia de $p < 0.05$. Se empleó para el procesamiento de datos el programa SPSS versión 23. los resultados serán plasmados en gráficos de barras.



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. RESULTADOS

COLIFORMES FECALES EN FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE LA JOYA. AREQUIPA, 2018

Tabla 1

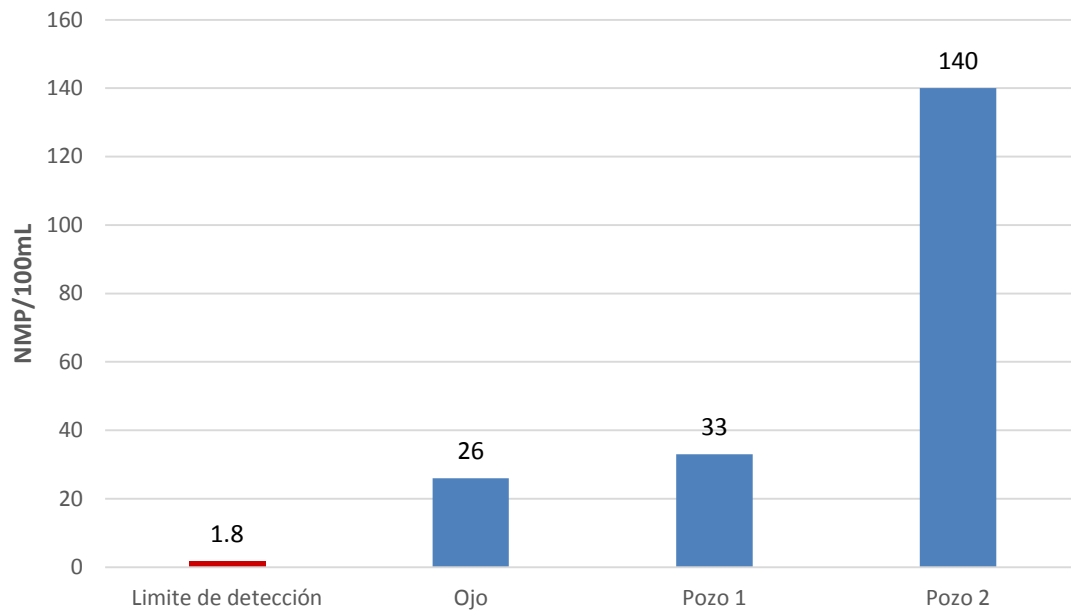
**Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según
punto de procesamiento: Manantial de Canauras**

Lugar	Limite	Ojo	Pozo 1	Pozo 2
Manantial de Canauras	1.8	26	33	140
Media			66,33	

Fuente: Instrumento de Observación

En la **Tabla 1** se observa los niveles de detección de coliformes fecales en el Manantial de Canauras; cuya agua no es tratada. Se encontraron niveles de 26 NMP/100 mL en el ojo del manantial, de 33 NMP/100 mL en el pozo 1, y de un marcado 140 NMP/100 mL en el pozo 2. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 66.33 NMP/100 mL.

Gráfica 1



Gráfica 1. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Manantial de Canauras

Fuente: Instrumento de Observación

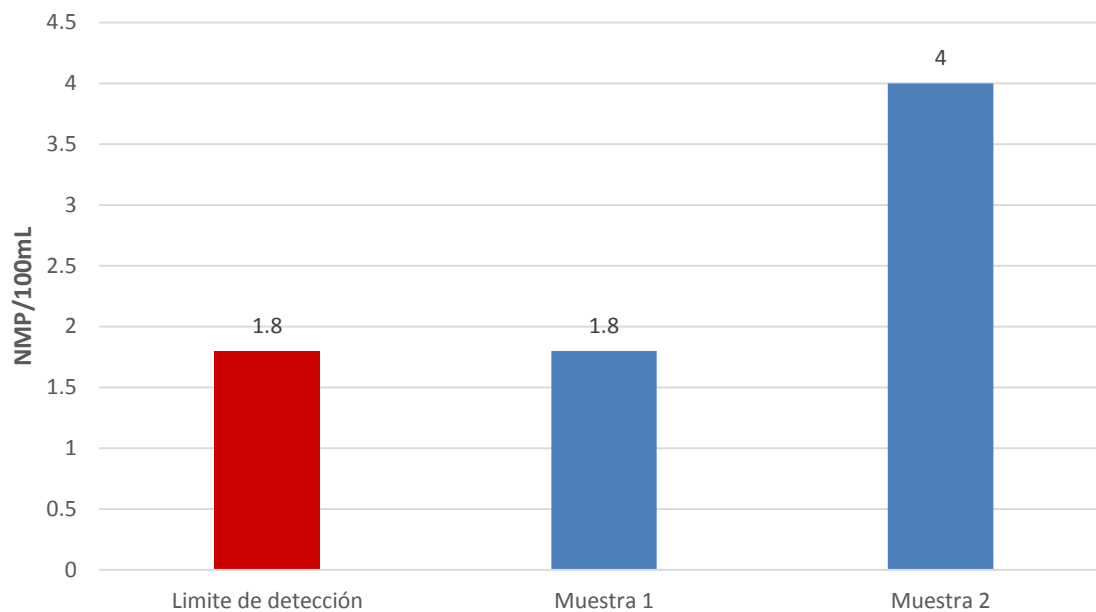
Tabla 2**Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida del Reservorio Municipal**

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
Salida del Reservorio Municipal	1.8	1,8	4
Media			2,90

Fuente: Instrumento de Observación

En la **Tabla 2** se observa que las muestras tomadas a la Salida del Reservorio Municipal; cuya agua no es tratada. El límite permisible fue de 1.8 NMP/100 mL, y en una muestra se encontró justo ese valor y en la segunda 4 NMP/100 mL. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 2.90 NMP/100 mL.

Gráfica 2



Gráfica 2. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida del Reservorio Municipal

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 3

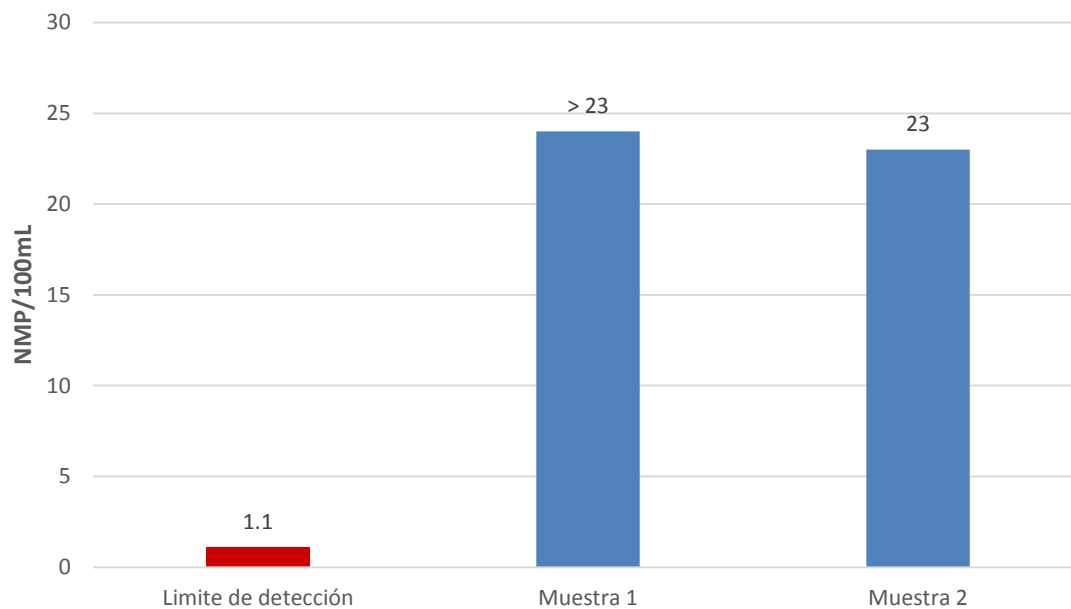
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida del Reservoirio de SEDAPAR

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
Salida del Reservoirio de SEDAPAR	1.1	>23	23
Media			23,50

Fuente: Instrumento de Observación

En la **Tabla 3** se observa que las muestras efectuadas a la Salida del Reservoirio de SEDAPAR, donde el agua si recibe un tratamiento. Los niveles de detección permisibles, que estuvieron en 1.1 NMP/100 mL, fueron largamente excedidos con hasta más de 23 NMP/100 MI. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 23.50 NMP/100 mL.

Gráfica 3



Gráfica 3. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida del Reservorio de SEDAPAR

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 4

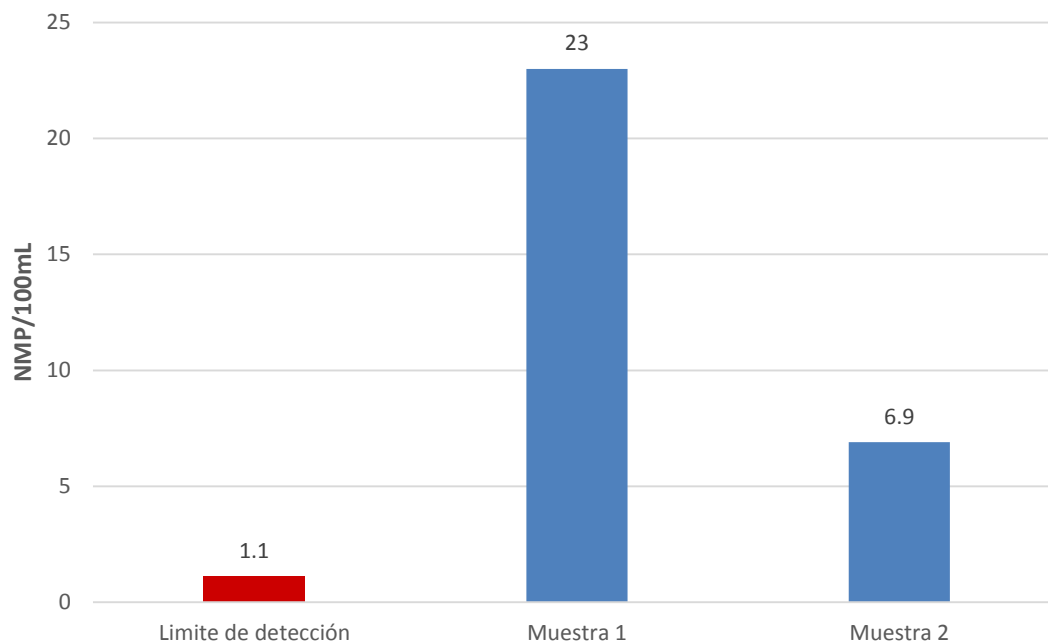
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: La Curva

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
La Curva	1.1	23	6,9
Media		14,95	

Fuente: Instrumento de Observación

La **Tabla 4** evidencia que las muestras tomadas del agua que viene directamente sin tratarse desde el Reservorio Municipal hasta La Curva, arrojan niveles por encima del nivel permisible de 1.1 NMP/100 mL, siendo así 23 NMP/100 mL en una muestra, y 6.9 NMP/100 mL en la segunda. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 14.95 NMP/100 mL.

Gráfica 4



Gráfica 4. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: La Curva

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 5

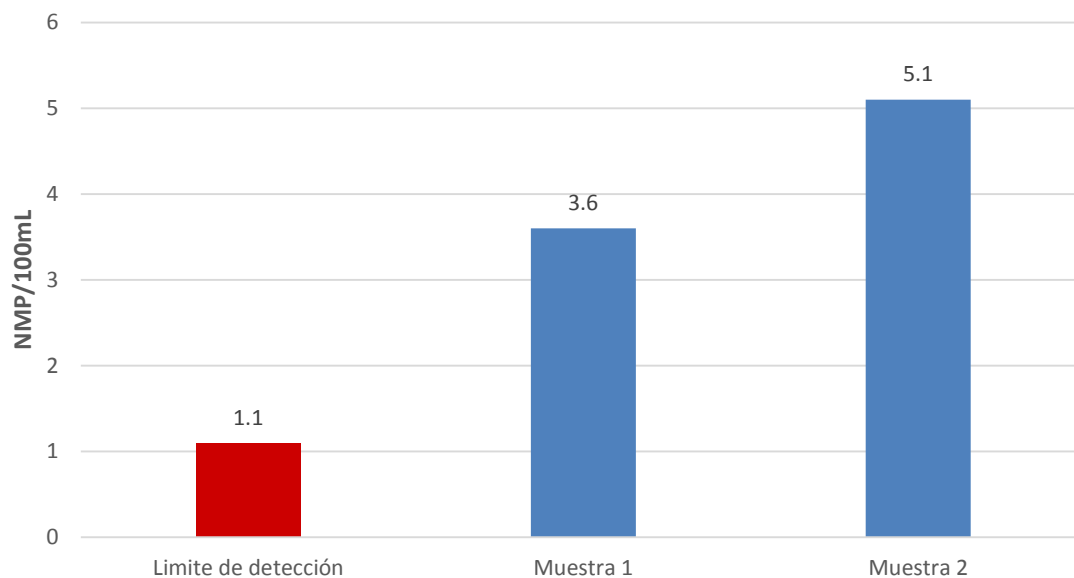
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: P.J. Cerrito Buena Vista

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
P.J. Cerrito Buena Vista	1.1	3,6	5,1
Media		4,35	

Fuente: Instrumento de Observación

En la **Tabla 5** encontramos que en el PJ Cerrito Buena Vista, el cual continúa a La Curva, y que de igual manera recibe agua no tratada; se encontraron niveles por encima del mínimo permisible de 1.1 NMP/100 mL (3.6 y 5.1 NMP/100 mL en la primera y segunda muestra, respectivamente). El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 4.35 NMP/100 mL.

Gráfica 5



Gráfica 5. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: PJ. Cerrito Buena Vista

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 6

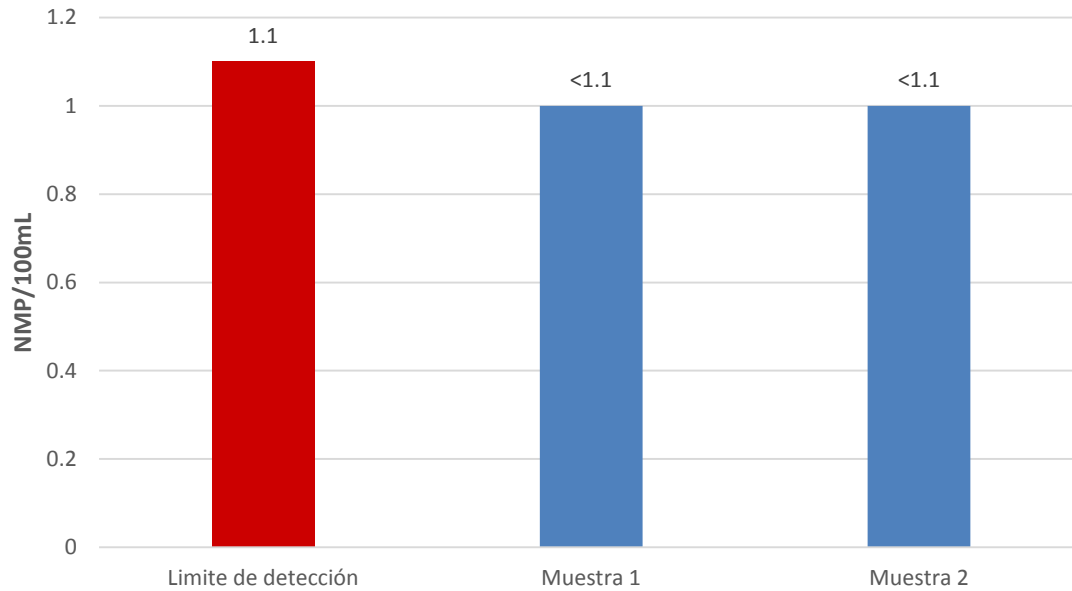
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: P.J. Benito Lazo

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
P.J. Benito Lazo	1.1	<1.1	<1.1
Media		0.95	

Fuente: Instrumento de Observación

En la **Tabla 6** se observa los valores de detección de coliformes fecales en el agua que suministra Sedapar al P.J Benito Lazo; esta agua tratada tiene niveles de coliformes por debajo del nivel mínimo permisible de 1.1 NMP/100 mL. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 0.95 NMP/100 mL.

Gráfica 6



Gráfica 6. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: PJ. Benito Lazo

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 7

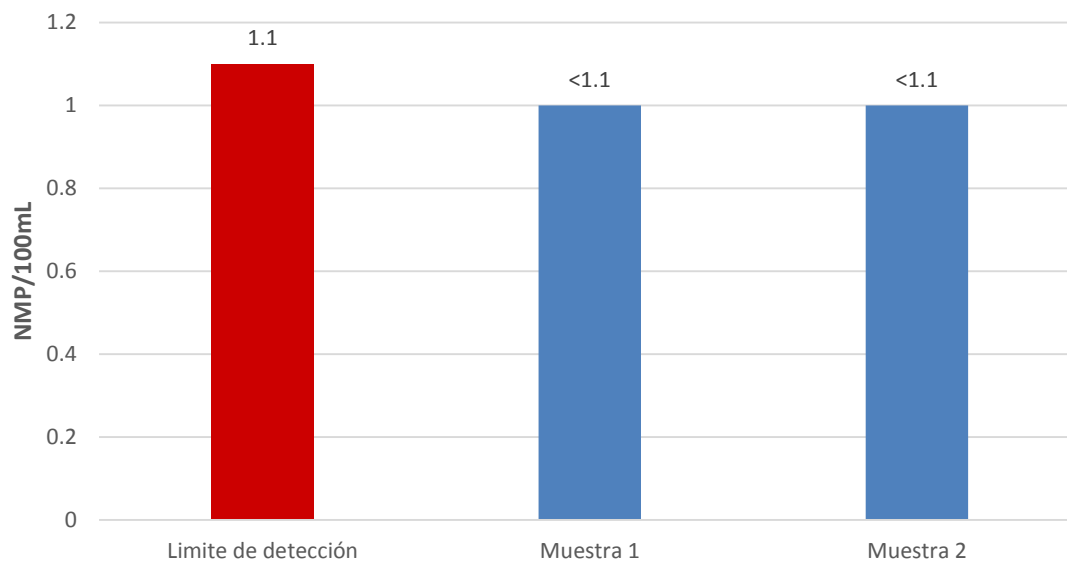
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Pueblo Tradicional de La Joya

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
Pueblo Tradicional de La Joya	1.1	<1.1	<1.1
Media		0.90	

Fuente: Instrumento de Observación

La **Tabla 7** muestra resultados del agua que llega al Pueblo Tradicional de La Joya, la cual también es suministrada por Sedapar y es tratada. Los niveles de coliformes se encontraron por debajo del nivel mínimo permisible de 1.1 NMP/100 mL en ambas muestras. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 0.90 NMP/100 mL.

Gráfica 7



Gráfica 7. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Pueblo Tradicional de La Joya

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 8

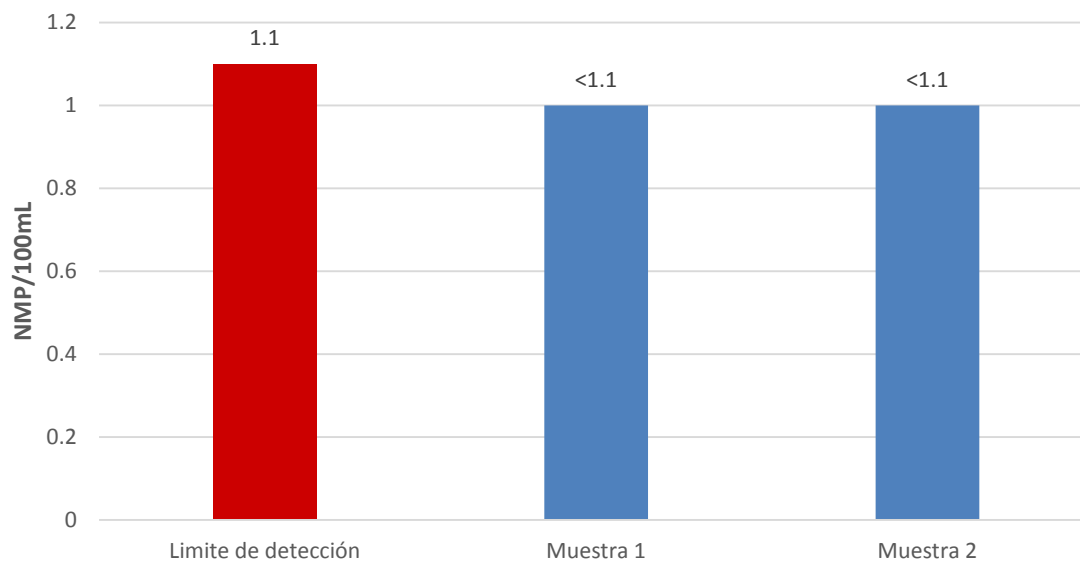
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida de Reservoirio JASS-Cruce

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
Salida de Reservoirio JASS-Cruce	1.1	<1.1	<1.1
Media		0.99	

Fuente: Instrumento de Observación

La **Tabla 8** muestra que los hallazgos de evaluación de contaminación de agua a la Salida del Reservoirio JASS-Cruce, que trata agua que proviene del Reservoirio Municipal; los valores fueron también por debajo del nivel permisible de 1.1 NMP/100 mL. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 0.99 NMP/100 mL.

Gráfica 8



Gráfica 8. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: Salida de Reservoirio JASS-Cruce

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 9

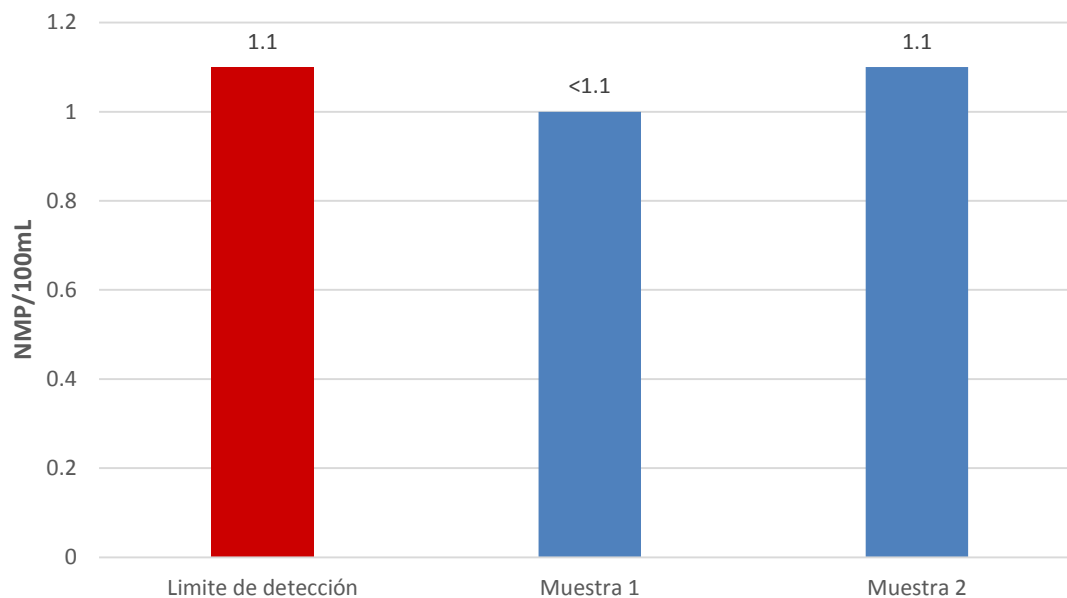
Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: P.J. El Triunfo

Lugar	Limite	Muestra 1	Muestra 2
P.J. El Triunfo	1.1	<1.1	<1.1
Media		0.99	

Fuente: Instrumento de Observación

La **Tabla 9** muestra que los hallazgos encontrados en el agua que llega al P.J. El Triunfo proveniente del Reservorio JASS-Cruce y que da tratamiento a su agua. Los resultados muestran niveles de coliformes por debajo o en el nivel mínimo permisible (primera y segunda muestra respectivamente). El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 0.99 NMP/100 mL.

Gráfica 9



Gráfica 9. Valores de detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano según punto de procesamiento: PJ. El Triunfo

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 10

Comparación de la detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano en los diferentes puntos de procesamiento

Estadísticos	Manantial de Canauras	Salida de Reservoirio Municipal	Salida de Reservoirio SEDAPAR	La Curva	PJ. Cerrito Buena Vista	PJ. Benito Lazo	Pueblo Tradicional de La Joya	Salida de Reservoirio JASS - Cruce	PJ. El Triunfo
Tipo de fuente de abastecimiento	Manantial	Reservoirio	Reservoirio	Pileta doméstica	Pileta doméstica	Pileta doméstica	Pileta doméstica	Reservoirio	Pileta doméstica
Media	66,33	2,90	23,50	14,95	4,35	0,95	0,90	1,00	0,99
Desviación	63,89	1,56	0,71	11,38	1,06	0,07	0,13	0,01	0,01
Máximo	140,00	4,00	24,00	23,00	5,10	1,00	0,99	1,00	1,00
Mínimo	26,00	1,80	23,00	6,90	3,60	0,90	0,80	0,99	0,98
TAMAÑO	3	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: Instrumento de Observación

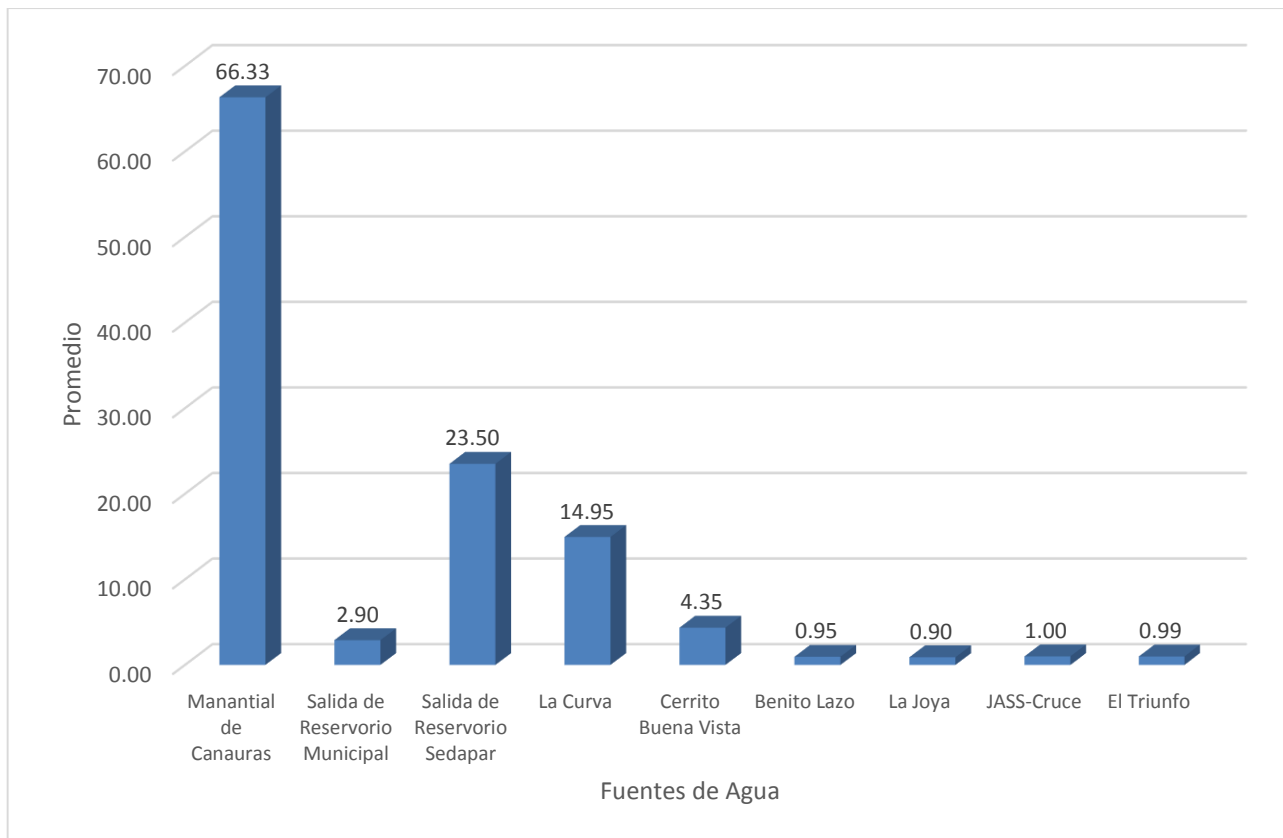
F=15.27 P<0.05 P=0.02

La **Tabla 10** según el análisis de la varianza ($F=15.27$) muestra que existe diferencia estadística significativa ($P<0.05$) en la presencia de coliformes fecales entre las distintas fuentes de agua para el consumo humano.

Asimismo, se resumen los promedios de los valores de detección en los diferentes puntos evaluados; se encuentra que los puntos más contaminados son Manantial de Canauras, la Salida de Reservoirio de SEDAPAR, La Curva, y el P.J Cerrito Buena Vista.



Gráfica 10



Gráfica 10. Comparación de la detección de coliformes fecales en aguas de consumo humano en los diferentes puntos de procesamiento

Fuente: Instrumento de Observación

Tabla 11
Comparaciones Múltiples por Grupo

Grupos	Media	Tukey
Manantial de Canauras	66,33	d
Salida de Reservorio SEDAPAR	23,50	c
La Curva	14,95	b
PJ. Cerrito Buena Vista	4,35	a
Salida de Reservorio Municipal	2,90	a
Salida de Reservorio JASS-Cruce	1,00	a
PJ. El Triunfo	0,99	a
PJ. Benito Lazo	0,95	a
Pueblo Tradicional de La Joya	0,90	a

La **Tabla 11** según la prueba de Tukey el tipo de fuente de agua de mayor contaminación por coliformes fecales es la del Manantial de Canauras con un promedio de 66.33 NMP/100 mL, en relación a las demás fuentes.

2. DISCUSION

Se realizó el presente estudio con el objeto de determinar la presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya, 2018. Se realizó esta investigación debido a que yo viví mis primeros años en el distrito de La Joya. Al ser mi padre un médico experimentado del Centro de Salud de La Joya, conocedor de las enfermedades de mayor incidencia en la zona, constantemente nos hablaba del cuidado que debíamos tener con el agua de consumo, recalándonos siempre la importancia de hervirla antes de tomarla. Esta experiencia dejó en mí una curiosidad de saber por qué tanto se hablaba en mi hogar sobre el cuidado del agua. Años después, el 7 de febrero de 1991 se presentó el primer caso de cólera en el distrito de la Joya; fue un paciente varón de 24 años proveniente de P.J. Cerrito Buena Vista, con este caso se desencadenó la epidemia del cólera en el distrito. Estos recuerdos resultan vagos, pero ya en mi adolescencia fue mi padre quien me los trajo a memoria.

Mi interés por este estudio radica en investigar la calidad del agua actualmente, porque si bien es cierto antiguamente el agua solo provenía del Río Chili, hoy en día y como ya hemos mencionado en el proyecto, el agua proviene de la fuente del Manantial de Canauras. Se hablaba de una mejora en el servicio de agua, pero siempre existía la duda en mí, es por ello que surge mi motivación de ampliar y conocer de cerca las condiciones actuales del servicio de agua para consumo humano. Quisiera aportar con este estudio algunos datos que puedan ser de ayuda para la constante mejora de las condiciones del servicio y así disminuir la incidencia de enfermedades.

Para realizar el estudio se tomaron muestras de agua de las fuentes de abastecimiento de diversos poblados del distrito de La Joya, desde su abastecimiento en el Manantial de Canauras, hasta el abastecimiento en ocho puntos distintos en el curso inferior de circulación del agua, en su mayoría tratada. Las muestras se procesaron en un laboratorio independiente para detección de coliformes fecales por encima de niveles permisibles. Se muestran resultados mediante estadística descriptiva para determinar la presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua, análisis de la varianza (ANOVA) para determinar la diferencia

entre los valores observados en las distintas fuentes, y la prueba de Tukey para establecer el tipo de fuente de mayor contaminación.

Se tomaron muestras en diferentes zonas geográficas: Manantial de Canauras, salida del Reservorio Municipal, salida del reservorio de SEDAPAR, La Curva, Cerrito Buena Vista, PJ. Benito Lazo, Pueblo Tradicional de La Joya, salida del Reservorio JASS-Cruce y el PJ. El Triunfo.

Los resultados de los niveles de detección de coliformes fecales en el Manantial de Canauras antes de su ingreso al reservorio Municipal; esta agua no está tratada. El límite permisible es de 1.8 NMP/100 mL, y se encontraron altos niveles, de 26 NMP/100 mL en el ojo del manantial, de 33 NMP/100 mL en el pozo 1, y de un marcado 140 NMP/100 mL en el pozo 2. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 66.33 NMP/100 mL. Hidalgo A. (2013) ¹¹ no encontró coliformes fecales en su primera muestra, la cual fue tomada antes del ingreso al reservorio de SEDAPAR. En nuestro estudio equivale a las recolectadas en el Manantial de Canauras y a la del Reservorio Municipal. Esto podría deberse a que en la actualidad cerca del área del Manantial de Canauras se han establecido áreas de cultivo donde las personas hacen uso directo del agua del manantial, haciendo uso inadecuado del mismo.

En el estudio realizado por Mejía M ¹⁸ también se encontraron coliformes fecales por encima de las normas nacionales establecidas para aguas de consumo humano. Esto concuerda con nuestro estudio ya que la microcuenca El Limón es fuente de distribución de agua para consumo humano en ciertos sectores en Honduras.

A su vez Quispe D. (2017), ¹⁵, encontró la presencia de coliformes fecales por encima de los límites permisibles en todas sus muestras recolectadas. coliformes totales fue mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con < 3 NMP/100 ml. esto concuerda con nuestras muestras recolectadas en el Manantial de Canauras, donde las tres muestras tomadas también exceden los límites máximos permisibles.

Los resultados de las muestras tomadas a la salida del reservorio Municipal; el límite permisible fue de 1.8 NMP/100 mL, y en una muestra se encontró justo ese valor y en la segunda 4 NMP/100 mL, siendo el promedio de coliformes fecales hallados en este punto de 2.90 NMP/100 mL. Sin embargo, a la salida del reservorio de SEDAPAR los niveles de detección permisibles, que estuvieron en 1.1 NMP/100 mL, fueron largamente excedidos con hasta más de 23 NMP/100 mL, siendo el promedio de coliformes fecales hallados en este punto de 23.50 NMP/100 mL.

Hidalgo A. (2013)¹¹, encontró coliformes fecales en su segunda muestra, la cual fue tomada en el reservorio de SEDAPAR. El reporte que el 5.5% de sus casos excedían el límite permitido para coliformes fecales. En nuestro estudio también se encontraron coliformes fecales en nuestras dos muestras y esto se debería probablemente a que en el momento en que se recolectaron las muestras de este estudio, recién se estaba iniciando el proceso de cloración.

Trigos C. (2017)²¹, no encontró coliformes fecales en el agua potable de sus muestras recolectadas en el sector centro y sur de Alto Puno, esto se debería a una adecuada cloración de la misma. Podría relacionarse también con nuestro estudio pues en nuestro caso como ya mencionamos recién se había iniciado el proceso de cloración.

A nivel de la entrada a La Curva, que viene directamente sin procesar del reservorio Municipal, se encontraron niveles por encima del nivel permisible de 1.1 NMP/100 mL, de 23 NMP/100 mL en una muestra, y de 6.9 NMP/100 mL en la segunda. El promedio de coliformes fecales hallados en este punto fue de 14.95 NMP/100 mL.

Hidalgo A. (2013)¹¹, no encontró coliformes fecales en su primera muestra, la cual fue tomada antes del ingreso al reservorio de SEDAPAR. En nuestro estudio equivale a las muestras recolectadas en el Manantial de Canauras, Reservorio Municipal, P.J Cerrito Buena Vista y a la Curva. Nosotros sí encontramos coliformes fecales en nuestras dos muestras tomadas en La Curva y esto demuestra una relación directa con lo encontrado en nuestras muestras del Manantial, pues es la misma agua la que se distribuye a la población.

En el estudio realizado por Amado M. ¹², se encontró que las muestras tomadas en los puntos de las zonas rurales BPI, CDT, C1R, C2R, C3R, CMA, APT, BL5, PCA, PCB, PPA, DPA superaron el límite máximo permisible (LMP) tanto para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*; esto a su vez concuerda con los resultados encontrados por Tejada F ²², donde el 66.67% de las muestras que corresponden al agua sin tratar de la zona rural del Distrito de Santa Rita superan el límite máximo permisible (LMP) al observar el número más probable (NMP) para coliformes totales y el 10 % para coliformes fecales, siendo no aptas para consumo humano. Estos resultados concuerdan con nuestro estudio, ya que el agua que viene del Manantial de Canauras y que es distribuido por el Municipio de la Joya sin ser sometida a procedimientos de desinfección arrojan resultados de presencia de coliformes fecales por encima de los límites permisibles.

Los niveles de contaminación en el PJ Cerrito Buena Vista, que continúa a La Curva. Se encontraron niveles por encima del mínimo permisible de 1.1 NMP/100 mL (3.6 y 5.1 NMP/100 mL en la primera y segunda muestra, respectivamente), siendo el promedio de coliformes fecales en este punto de 4.35 NMP/100 mL.

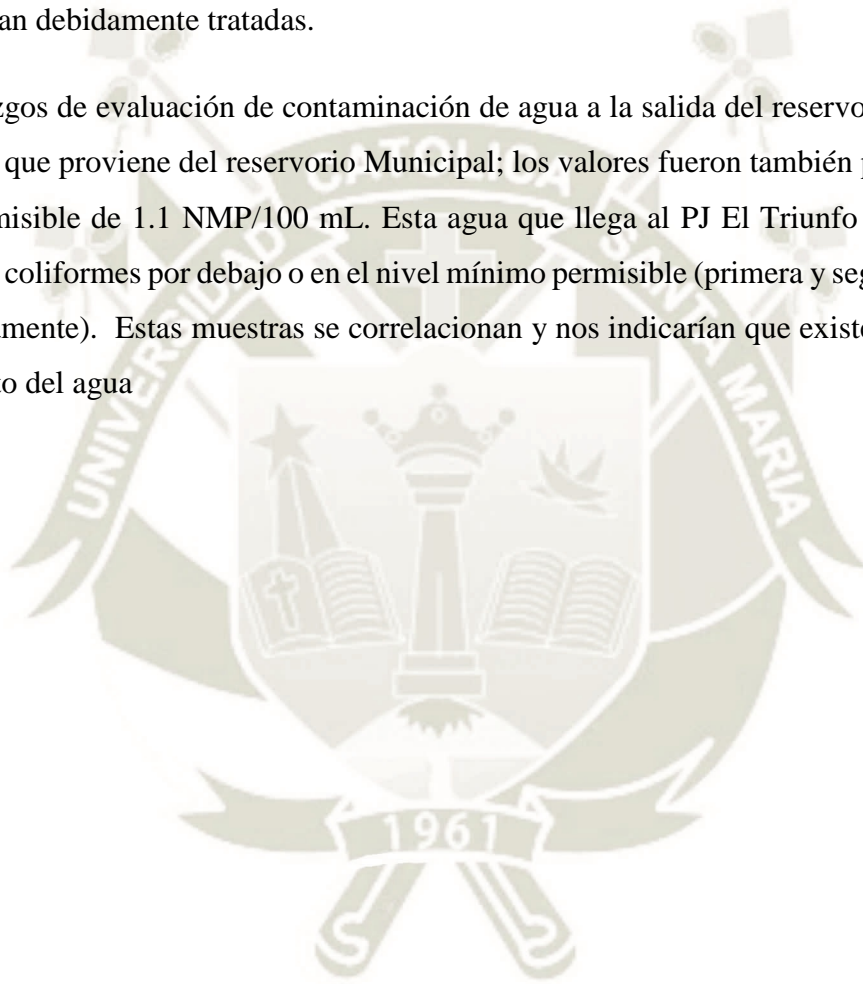
Hidalgo A. (2013) ¹¹, no encontró coliformes fecales en su primera muestra, la cual fue tomada antes del ingreso al reservorio de SEDAPAR. En nuestro estudio equivale a las muestras recolectadas en el Manantial de Canauras, Reservorio Municipal, La Curva y el P.J Cerrito Buen Vista. Nosotros sí encontramos coliformes fecales en nuestras dos muestras tomadas en el P.J Cerrito Buena Vista y esto también evidencia la relación con las muestras tomadas en el manantial.

Los valores de detección de coliformes fecales en el agua que llega del reservorio de SEDAPAR al PJ Benito Lazo; esta agua tratada tiene niveles de coliformes por debajo del nivel mínimo permisible de 1.1 NMP/100 mL, al igual que el agua que llega al Pueblo Tradicional de la Joya.

Hidalgo A. (2013) ¹¹, encontró coliformes fecales en su tercera muestra, la cual fue tomada en viviendas aleatorias a las cuales SEDAPAR abastece agua potable. El reportó que el 5.5% de sus casos excedían el límite permitido para coliformes fecales. En nuestro estudio se

encontraron coliformes fecales por debajo del límite permitido en nuestras cuatro muestras tomadas en dos localidades abastecidas por SEDAPAR y esto se debería probablemente a que se hizo una adecuada cloración en el momento en el que fuimos a tomar las primeras muestras al Reservoirio; de tal forma que horas después cuando acudimos al PJ Benito Lazo y el Pueblo Tradicional de La Joya para la recolección de las muestras, estas ya se encontraban debidamente tratadas.

Los hallazgos de evaluación de contaminación de agua a la salida del reservorio JASS, que trata agua que proviene del reservorio Municipal; los valores fueron también por debajo del nivel permisible de 1.1 NMP/100 mL. Esta agua que llega al PJ El Triunfo también tiene niveles de coliformes por debajo o en el nivel mínimo permisible (primera y segunda muestra respectivamente). Estas muestras se correlacionan y nos indicarían que existe un adecuado tratamiento del agua





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

Primera. Se encontró presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya.

Segunda. Existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en la presencia de coliformes fecales entre las distintas fuentes de agua para consumo humano. Se encuentra que los puntos más contaminados son Manantial de Canauras, la Salida de Reservorio de SEDAPAR, La Curva, y el P.J Cerrito Buena Vista. Se rechaza la hipótesis planteada.

Tercera. El tipo de fuente de mayor contaminación es el Manantial de Canauras.

2. RECOMENDACIONES

- 1) A la Municipalidad del distrito de La Joya para mejorar la calidad del servicio de agua que proporcionan; recomendando que el agua sea tratada antes de suministrarla a la población. A su vez, se organicen y realicen campañas de prevención conjuntamente con el Centro de Salud del distrito, con el fin de mantener a la población informada para que tome las medidas pertinentes a fin de evitar el brote de enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada.
- 2) A SEDAPAR, a la Municipalidad y al JASS-Cruce para que exista un mantenimiento constante del lugar donde se encuentran ubicados sus reservorios, así como del Manantial de Canauras evitando así la presencia de follaje donde se puedan instalar animales o agentes contaminantes.
- 3) A los futuros investigadores, se les recomienda realizar más estudios acerca del impacto o consecuencias de estos resultados y su relación directa con enfermedades de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud, Lima – Perú, 2011
- 2) Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES Continua 2009 Informe Principal. Lima: INEI; 2010.
- 3) Tolcachier A. Contaminación ambiental. Libro Virtual: Medicina Ambiental. Libro Virtual Intramed. Disponible en: http://www.intramed.net/sitios/libro_virtual4/4.pdf, con acceso el 14 de noviembre 2018
- 4) Larrea-Murrell JA, Rojas-Badía MM, Romeu-Álvarez B, Rojas-Hernández NM, Heydrich-Pérez M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, 2013; 44(3). Disponible en: <https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/articulos/bacterias-indicadoras-de-contaminaci%C3%B3n-fecal-en-la-evaluaci%C3%B3n-de-la-calidad-de-las-aguas>, con acceso el 13 de noviembre 2018
- 5) Fernández Cirelli A, du Mortier C. Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. Disponible en: http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/01_Capitulo_01.pdf, con acceso el 12 de noviembre 2018
- 6) Chán Santisteban ML, Peña W. Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala. Cuadernos de Investigación UNED, 2015; 7(1): 19-23.
- 7) Méndez Novelo RI, Pacheco Ávila JG, Castillo Borges ER, Cabrera Sansores A, Vázquez Borges EDR, Cabañas Vargas DD. Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 2015;19(1):51-61.
- 8) Mora J, Calvo G. Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. Tecnología en Marcha, 2010; 23(5): 34-40

- 9) Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 3ª ed. Facultad de Química, UNAM. México; 2011.
- 10) Rodríguez R, Retamozo-Chavez R, Aponte H, Valdivia E. Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR Humedales de Ventanilla (Callao, Perú) y su importancia para la salud pública local. *Ecología Aplicada*, 2017; 16(1):15-21.
- 11) Hidalgo A. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para abastecimiento del distrito de la Joya. Arequipa 2013. Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.
- 12) Amado M. Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, abril - mayo 2017. Repositorio Universidad Nacional de San Agustín.
- 13) Hallasi G. Determinación de los parámetros microbiológicos y físico-químicos de las aguas de consumo humano en las islas flotantes Uros del lago Titicaca. Puno-Perú 2018. Repositorio Institucional UNA-PUNO.
- 14) Arias J. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa – 2018. Repositorio Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- 15) Quispe D. Calidad Bacteriológica y Físico Química del Agua de Seis Manantiales del Distrito de Santa Rosa - Melgar. Puno –Perú, 2017. Repositorio Institucional UNA-PUNO
- 16) González M, González J, Robles E, Martínez B, Sáinz M, Tolosa J, Salas A. Calidad bacteriológica del agua utilizada en clínicas odontológicas. *Acta Odontológica Venezolana* 2007, Vol. 45 N° 1 / ISSN: 0001-6365
- 17) Hernández J, Espinoza Y, Malpica L, de Jesús M. Calidad del agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 2011; 37(1): 1-10.
- 18) Mejía M. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Programa de Educación para el Desarrollo y la

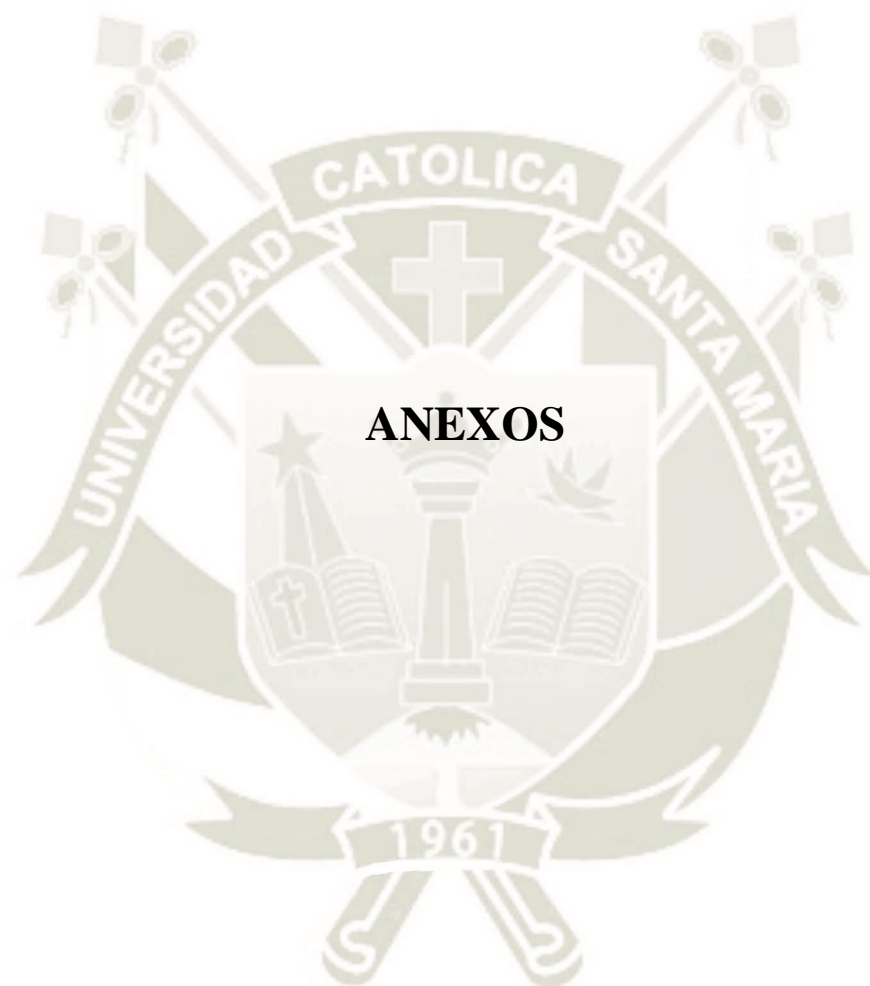
Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba-Costa Rica, 2005

19) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington DC.

20) Municipalidad Distrital de la Joya, Informe Técnico Enero - 2015: Uso de la Quebrada Canauras como Fuente de Abastecimiento de Agua para Abastecimiento Poblacional del Distrito de la Joya – Provincia de Arequipa – Región Arequipa.

21) Trigos C. Calidad bacteriológica y físico - química del agua de consumo humano del centro poblado de alto puno. Arequipa 2017. Biblioteca de la Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú.

22) Tejada, F. Análisis bacteriológico de la calidad del agua de consumo humano y regadío del Distrito de Santa Rita de Siguan, Provincia Arequipa, Setiembre del 2014. Biblioteca de la Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.



ANEXO 1: INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN

Ficha: _____

1. Ubicación de la fuente de agua - Punto de extracción:

- | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Manantial de Canauras | <input type="checkbox"/> | PJ. El Triunfo | <input type="checkbox"/> |
| PJ. Cerrito Buena Vista | <input type="checkbox"/> | PJ. Benito Lazo | <input type="checkbox"/> |
| Pueblo Tradicional de La Joya | <input type="checkbox"/> | La Curva | <input type="checkbox"/> |
| Reservorio Municipal | <input type="checkbox"/> | Reservorio de SEDAPAR | <input type="checkbox"/> |
| Reservorio JASS-Cruce | <input type="checkbox"/> | | |

2. Tipo de fuente de abastecimiento

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| Manantial | <input type="checkbox"/> | Reservorio | <input type="checkbox"/> |
| Grifo o pileta domestica | <input type="checkbox"/> | | |

3. Hallazgo

- | Resultado de la prueba: | Presente | Ausente |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Muestra A: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Muestra B: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

.....

ANEXO 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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



ANEXO 3: RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 -02

INFORME DE ENSAYO: 66550/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS	582852/2018-1.0	582853/2018-1.0	
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018	
Hora de Muestreo	09:30:00	09:30:00	
Tipo de Muestra	Agua de Manantial	Agua de Manantial	
Identificación	Salida de Reservorio	Salida de Reservorio	
	Municipio	Municipio	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8
			1,8
			4,0

Muestras del ítem: 2

N° ALS LS	582854/2018-1.0	582855/2018-1.0	582856/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018	21/11/2018
Hora de Muestreo	10:16:00	10:16:00	11:19:00
Tipo de Muestra	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable
Identificación	Salida de Reservorio	Salida de Reservorio	La Curva
	Sedapar	Sedapar	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	8819	NMP/100 mL	1,1
			> 23,0
			23
			23

N° ALS LS	582857/2018-1.0	582858/2018-1.0	582859/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018	21/11/2018
Hora de Muestreo	11:19:00	11:36:00	11:36:00
Tipo de Muestra	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable
Identificación	La Curva	PJ. Cerrito Buena Vista	PJ. Cerrito Buena Vista
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	8819	NMP/100 mL	1,1
			6,9
			3,6
			5,1

N° ALS LS	582860/2018-1.0	582861/2018-1.0	582862/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018	21/11/2018
Hora de Muestreo	11:56:00	11:56:00	12:21:00
Tipo de Muestra	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable
Identificación	PJ. Benito Lazo	PJ. Benito Lazo	Tradicional La Joya
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	8819	NMP/100 mL	1,1
			< 1,1
			< 1,1
			< 1,1

N° ALS LS	582863/2018-1.0	582864/2018-1.0	582865/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018	21/11/2018
Hora de Muestreo	12:21:00	16:12:00	16:12:00
Tipo de Muestra	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable
Identificación	Tradicional La Joya	Salida de Reservorio JASS-Cruce	Salida de Reservorio JASS-Cruce
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	8819	NMP/100 mL	1,1
			< 1,1
			< 1,1
			< 1,1



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE-029

INFORME DE ENSAYO: 66550/2018

FDT 001 -02

N° ALS	582866/2018-1.0	582867/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/11/2018	21/11/2018
Hora de Muestreo	16:31:00	16:31:00
Tipo de Muestra	Agua Potable	Agua Potable
Identificación	PJ. El Triunfo	PJ. El Triunfo

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	8819	NMP/100 mL	1,1	< 1,1	1,1

Observaciones

LD: Límite de detección.

El valor de <1,1 y <1 reportado en los Análisis Microbiológicos equivale a decir Ausencia.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	22/11/2018
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	22/11/2018
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	1,1	NMP/100 mL	< 1,1	22/11/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Positivo	---	22/11/2018
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Negativo	---	22/11/2018
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Positivo	---	22/11/2018
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Negativo	---	22/11/2018

LD = Límite de detección.

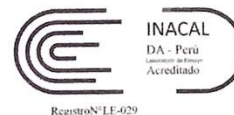
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
Salida de Reservoirio Municipio	Ciente	Agua de Manantial	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Salida de Reservoirio Municipio	Ciente	Agua de Manantial	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Salida de Reservoirio Sedapar	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Salida de Reservoirio Sedapar	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
La Curva	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
La Curva	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. Cerrito Buena Vista	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. Cerrito Buena Vista	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. Benito Lazo	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. Benito Lazo	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Pueblo Tradicional La Joya	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Pueblo Tradicional La Joya	Ciente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 -02

INFORME DE ENSAYO: 66550/2018

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
Salida de Reservoirio JASS-Cruce	Cliente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Salida de Reservoirio JASS-Cruce	Cliente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. El Triunfo	Cliente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PJ. El Triunfo	Cliente	Agua Potable	22/11/2018	21/11/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8819	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
8825	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 66550/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
Salida de Reservoirio Municipio	582852/2018-1.0	nmptplq&5258285
Salida de Reservoirio Municipio	582853/2018-1.0	omptplq&5358285
Salida de Reservoirio Sedapar	582854/2018-1.0	pmptplq&5458285
Salida de Reservoirio Sedapar	582855/2018-1.0	qmptplq&5558285
La Curva	582856/2018-1.0	rmptplq&5658285
La Curva	582857/2018-1.0	smptplq&5758285
PJ. Cerrito Buena Vista	582858/2018-1.0	tmptplq&5858285
PJ. Cerrito Buena Vista	582859/2018-1.0	umptplq&5958285

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
PJ. Benito Lazo	582860/2018-1.0	lnptplq&5068285
PJ. Benito Lazo	582861/2018-1.0	mnptplq&5168285
Pueblo Tradicional La Joya	582862/2018-1.0	nnptplq&5268285
Pueblo Tradicional La Joya	582863/2018-1.0	onptplq&5368285
Salida de Reservoirio JASS-Cruce	582864/2018-1.0	pnptplq&5468285
Salida de Reservoirio JASS-Cruce	582865/2018-1.0	qnptplq&5568285
PJ. El Triunfo	582866/2018-1.0	rnptplq&5668285
PJ. El Triunfo	582867/2018-1.0	snptplq&5768285

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

AQP: Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 -02

INFORME DE ENSAYO: 59993/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Ojo de Manantial	Pozo 1 Manantial	Pozo 2 Manantial
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8	26	33	140

Observaciones

LD: Límite de detección.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	01/11/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
Ojo de Manantial	Ciente	Agua de Manantial	31/10/2018	31/10/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Pozo 1 Manantial	Ciente	Agua de Manantial	31/10/2018	31/10/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
Pozo 2 Manantial	Ciente	Agua de Manantial	31/10/2018	31/10/2018	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8825	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 59993/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
Ojo de Manantial	543330/2018-1.0	tlosuup&5033345
Pozo 1 Manantial	543343/2018-1.0	ulosuup&5343345
Pozo 2 Manantial	543352/2018-1.0	lmosuup&5253345

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

ANEXO 4: SECUENCIA DE FOTOS-TOMA DE MUESTRAS

Miércoles 21-11-18





ANEXO 5: PRUEBA DE HIPÓTESIS

- a) Establecer la Hipótesis Nula: no existe mayor presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya que se encuentran en el curso inferior de su distribución.
- b) Establecer la Hipótesis Alternativa: existe mayor presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya que se encuentran en el curso inferior de su distribución
- c) Establecer el Nivel de Significancia: se establece un nivel de significancia de 5% ($P = 0,05$)
- d) Elección de la Prueba Estadística: Para precisar las diferencias en la presencia de coliformes fecales entre las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de la Joya, corresponde aplicar la prueba Análisis de la Varianza (ANOVA) para verificar la hipótesis de que las muestras son diferentes. Para determinar la fuente de mayor contaminación se usó la prueba de Tukey.
- e) Toma de Decisión Estadística: Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.
- f) Interpretación: Con un error de 5%, se rechaza la hipótesis de que existe mayor presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua para consumo humano de las localidades del distrito de La Joya que se encuentran en el curso inferior de su distribución, por lo que se concluye que existe diferencia estadística significativa entre la cantidad de coliformes fecales encontradas en las distintas fuentes.