

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO DEL SECTOR FILA ALTA-  
JAÉN, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**AUTORES :Bach. Nander Oriol Calle Iparraguirre**

**Bach. Melina Lizbeth Vargas Saldaña**

**ASESORES : Dr. Juan Manuel Garay Román**

**Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga**

**JAÉN-PERÚ, JUNIO,2021**

### ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 06 de julio del año 2021, siendo las 9:05 horas, se reunieron los integrantes del Jurado de manera virtual, mediante el enlace [enlacemeet.google.com/myi-pwky-rre](https://meet.google.com/myi-pwky-rre):

Presidente : M.Sc. HANDRY MARTÍN RODAS PURIZAGA

Secretario : Mg. JOSEPH CAMPOS RUIZ

Vocal : M.Sc. JOSÉ CELSO PAREDES CARRANZA, para evaluar la Sustentación del informe final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia

Profesional Titulado:

***“Calidad microbiológica del agua de consumo humano del sector fila alta - jaén, 2019”*** presentado por los Bachilleres Nander Oriol Calle Iparraguirre y Melina Lizbeth Vargas Saldaña de la Carrera Profesional de Ingeniería forestal y ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 10:05 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

# ÍNDICE

ÌNDICE DE TABLAS.....	5
ÌNDICE DE FIGURAS .....	5
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. OBJETIVOS .....	14
2.1. GENERAL.....	15
2.2. ESPECÍFICOS.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Ubicación del área de estudio .....	15
3.2. Población .....	17
3.3. Muestra .....	17
3.4. Muestreo .....	18
3.4.1. Protocolos, técnicas y Normas utilizadas para el muestreo y análisis microbiológicos.....	18
3.4.2. Ubicación de puntos de muestreo.....	18
3.4.3. Procedimiento para la toma de muestras .....	21
3.5. Procedimiento de esterilización y análisis microbiológicos-metodología de la Norma Técnica Peruana- (214.031-2001-214.032-2001) .....	39
3.5.1. Esterilización de Materiales.....	39
3.5.2. Procesamiento de Muestras- metodología de la Norma Técnica Peruana- (214.031-2001-214.032-2001) .....	40
3.5.3. Conteo de colonias.....	43
3.5.4. Métodos de la Investigación .....	43
IV. RESULTADOS .....	45
4.1. Muestras procesadas del sistema de abastecimiento.....	45
4.2. Análisis estadísticos en la primera semana de monitoreo (03/01/2020).....	50
4.3. Análisis estadístico en la segunda semana de monitoreo (27/01/2021).....	64
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76

6.1. Conclusiones .....	76
6.2. Recomendaciones .....	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
AGRADECIMIENTO .....	81
DEDICATORIA.....	82
ANEXOS .....	83

## ÌNDICE DE TABLAS

## ÌNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	16
Mapa del área de estudio: Fila Alta-Jaén.....	16
<b>Figura 2</b> .....	19
Muestreo en Sistema de abastecimiento de agua.....	19
<b>Figura 3</b> .....	23
Mapa de puntos de muestreo en sistema de abastecimiento de agua .....	23
<b>Figura 4</b> .....	26
Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Primera Etapa .....	26
<b>Figura 5</b> .....	28
Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Segunda Etapa.....	28
<b>Figura 6</b> .....	30
Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Tercera Etapa .....	30
<b>Figura 7</b> .....	32
Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Primera Etapa .....	32
<b>Figura 8</b> .....	34
Mapa de puntos de Muestreo en domicilios del sector Fila Alta –Segunda Etapa.....	34
<b>Figura 9</b> .....	36
Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Tercera Etapa .....	36
<b>Figura 10</b> .....	37
Mapa, general de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta (primera y segunda semana).....	37
<b>Figura 11</b> .....	46
Resultados del comportamiento de C. totales y C. termotolerantes en planta de tratamiento	

<b>Figura 12</b> .....	47
Resultados del comportamiento de Bacterias Heterotróficas en planta de tratamiento.....	47
<b>Figura 13</b> .....	49
Resultados del comportamiento de C. Totales en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta. ....	49
<b>Figura 14</b> .....	49
Resultados del comportamiento de C. Termotolerantes en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta.....	49
<b>Figura 15</b> .....	50
Resultados del comportamiento de B. Heterotróficas en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta.....	50
<b>Figura 16</b> .....	51
Resultados de análisis microbiológicos del sistema de abastecimiento. ....	51
<b>Figura 17</b> .....	54
Histograma de frecuencias de coliformes totales. ....	54
<b>Figura 18</b> .....	55
Histograma de frecuencias de coliformes termotolerantes. ....	55
<b>Figura 19</b> .....	56
Histograma de frecuencias de bacterias heterotroficas.....	56
<b>Figura 20</b> .....	57
Proporcion estaditica de contaminación microbiologica del agua de consumo humano. ....	57
<b>Figura 21</b> .....	58
Distribución de datos en caja de bigotes ....	58
<b>Figura 22</b> .....	60
Resultados del comportamiento de C. totales y C. termotolerantes en planta de tratamiento.	

<b>Figura 23</b> .....	60
<b>Figura 24</b> .....	62
Resultados del comportamiento de Coliformes Totales en redes de distribución.....	62
<b>Figura 25</b> .....	62
Resultados del comportamiento de Coliformes Termotolerantes en redes de distribución.....	62
<b>Figura 26</b> .....	63
Resultados del comportamiento de Bacterias Heterotróficas en redes de distribución.....	63
<b>Figura 27</b> .....	64
Resultados de análisis microbiológicos del sistema de abastecimiento.....	64
<b>Figura 28</b> .....	67
Histograma de frecuencias de coliformes totales.....	67
<b>Figura 29</b> .....	68
Histograma de frecuencias de coliformes termotolerantes.....	68
<b>Figura 30</b> .....	69
Histograma de frecuencias de bacterias heterotroficas.....	69
<b>Figura 31</b> .....	71
Proporción estadística de contaminación microbiológica del agua de consumo humano.....	71
<b>Figura 32</b> .....	72
Distribución de datos en caja de bigotes.....	72
<b>Figura 33</b> .....	85
Toma de muestras en captación.....	85
<b>Figura 34</b> .....	85
Toma de muestras en salida de tratamiento.....	85
<b>Figura 35</b> .....	86
Toma de muestras en los reservorios.....	86

<b>Figura 36</b> .....	86
Toma de muestras en domicilios de Fila Alta. ....	86
<b>Figura 37</b> .....	87
Preparación de medios de cultivo para análisis microbiológicos. ....	87
<b>Figura 38</b> .....	88
Equipos de laboratorio utilizados para los análisis microbiológicos.....	88
<b>Figura 39</b> .....	89
Frascos esterilizados, para la toma de muestras. ....	89
<b>Figura 40</b> .....	89
Muestras recolectadas y material esterilizado. ....	89
<b>Figura 41</b> .....	90
Dilución de muestras. ....	90
<b>Figura 42</b> .....	91
Vertido de medios de cultivo en Placas Petri. ....	91
<b>Figura 43</b> .....	92
Procesamiento de muestras, para la determinación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas. ....	92
<b>Figura 44</b> .....	93
Incubación y conteo de colonias.....	93
<b>Figura 45</b> .....	94
Presencia de coliformes totales en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta.....	94
<b>Figura 46</b> .....	95
Presencia de coliformes termotolerantes en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta. 95	
<b>Figura 47</b> .....	96



Presencia de bacterias heterotróficas en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta.

96

**Figura 48**..... 97

Reporte de enfermedades (infecciones estomacales por consumo de agua no potable)-centro de Salud- Fila Alta..... 97

**Figura 49**..... 98

Lista de usuarios de los puntos de muestreo en redes de distribución (primera semana- 03/01/2020)..... 98

**Figura 50**..... 99

Lista de usuarios de los puntos de muestreo en redes de distribución (segunda semana- 27/01/2020)..... 99

**Figura 51**..... 100

Carta de Autorización – para la ejecución del proyecto de tesis ..... 100

## RESUMEN

La investigación realizada en el sector Fila Alta, ubicada en el distrito y provincia de Jaén, departamento Cajamarca tuvo como objetivo la evaluación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, mediante la determinación de: coliformes totales, termotolerantes y bacterias heterotróficas, utilizando la metodología de la Norma Técnica Peruana (NTP 214.031 2001 y la NTP 214.032 2001), y la técnica de incorporación, respectivamente. Se identificó los lugares de muestreo, en el sistema de abastecimiento, realizando un total de 32 muestras para dos repeticiones, cumpliendo con el protocolo para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y recepción de agua para consumo humano-DIGESA-2015. Los resultados que se obtuvieron durante las dos semanas de evaluación representan un total de 31.66 % para CT, 13.59 % para CTT y 54.75 % para BH, superando en 100 UFC/100 ml, 230 UFC/100 ml y los 207 UFC/ml respectivamente a los Límites Máximos Permisibles, de parámetros microbiológicos de agua de consumo humano, establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano-DS N° 031-2010-SA.

Palabras clave: *Contaminación microbiológica, calidad del agua de consumo humano, límites máximos permisibles, coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas.*

## **ABSTRACT**

The objective of the research conducted in the Fila Alta sector, located in the district and province of Jaén, Cajamarca department, was to evaluate the microbiological quality of water for human consumption by determining: total coliforms, thermotolerant and heterotrophic bacteria, using the methodology of the Peruvian Technical Standard (NTP 214.031 2001 and NTP 214.032 2001), and the incorporation technique, respectively. Sampling sites were identified, in the supply system, performing a total of 32 samples for two repetitions, complying with the protocol for sampling, preservation, conservation, transport and reception of water for human consumption-DIGESA-2015. The results obtained during the two weeks of evaluation represent a total of 31.66 % for CT, 13.59 % for CTT and 54.75 % for BH, exceeding in 100 CFU/100 ml, 230 CFU/100 ml and 207 CFU/ml respectively to the Maximum Permissible Limits, of microbiological parameters of water for human consumption, established by the Regulation of Water Quality for Human Consumption-DS N° 031-2010-SA

**Keywords:** Microbiological contamination, quality of water for human consumption, maximum permissible limits, total coliforms, thermotolerant coliforms and heterotrophic bacteria

## II. INTRODUCCIÓN

El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, ya sea que se utilice para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza. (Organización Mundial de la Salud, 2019, párr.8)

El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud. (OMS, 2019, párr.19)

El abastecimiento de agua y saneamiento adecuados constituye un aspecto fundamental en la supervivencia de las personas y en la mejora de las condiciones de vida y salud de los hogares, asimismo se ve reflejada en el progreso de las ciudades y en el ahorro de dinero por parte del Estado, debido a la disminución de los riesgos de contraer enfermedades causadas tanto por el consumo de agua en condiciones insalubres como por la deficiente eliminación de los residuos humanos; enfermedades que de hecho son evitadas cuando se dispone de políticas adecuadas para el abastecimiento de agua y desagüe. (INEI, 2010, p.3)

El agua y la salud son dos aspectos indispensables y dependientes. En la actualidad los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad para abastecer a las poblaciones de una forma adecuada, así mismo están relacionados con la continuidad del servicio. Se entiende que la salud de las personas y las comunidades humanas es el resultado de procesos sociales en el que las condiciones de vida a nivel doméstico y comunitario intervienen de manera decisiva. Es por eso que la explicación del riesgo de enfermar debe abordarse también a partir de los determinantes ambientales y como parte de ellos el agua, implicando la eficacia de un sistema de abastecimiento de agua apta para consumo humano. (Hernández, Chamizo y Mora, 2011, p.22)

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades” (Briñez, Guarnizo y Arias, 2012, p.176).

La contaminación microbiológica del agua es originada por las actividades humanas que contribuyen a la degradación de esta, afectando su calidad y cantidad, principalmente con la contaminación por agentes externos con residuos orgánicos e inorgánicos; también se debe al mal estado de los sistemas de distribución (canales, pozos, griferías) que no cuentan con mantenimiento predisponiendo el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes, además de la cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura y pH. (Vergaray y Méndez, 1994, p.5)

Se optó por realizar la investigación, debido a que la población del sector Fila Alta no tiene acceso al agua potable pues el líquido que consumen no es supervisada por una empresa prestadora de servicios de saneamiento (EPS), si no, que el sistema convencional que tiene un periodo de instalación de 30 años aproximadamente y en el que se realiza en parte el tratamiento, está dirigido por un comité de asociación de agua, el cual no cuenta con el respaldo técnico para el adecuado tratamiento, lo que causa que los niveles de desinfección y calidad microbiológica se encuentren superando los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente, ocasionando de esta manera que la población presente enfermedades de desnutrición crónica causadas por las infecciones diarreicas. Además de ello las instalaciones de captación, reservorios, algunas tuberías de conducción y grifos de salida en domicilios, no cuentan con el mantenimiento ni limpieza que se requiere, siendo un potencial foco para la generación de enfermedades gastrointestinales (tifoidea), a esto se suma la problemática que existe porque no toda la población accede a este vital liquido, ya que las viviendas que están más alejadas del sector no son abastecidas por motivo que la presión con la que llega el agua no es la adecuada, además es importante mencionar que solo cuentan con agua una hora diaria, la cual es distribuida de acuerdo al sector en el que se ubiquen, es decir; primera y segunda etapa recibe agua en el turno de la mañana de 6.00 am a 7:00

am y tercera etapa en el turno de la tarde de 5: 00 pm a 6:00 pm, esta situación ha sido el indicio para que la mayor cantidad de población construya de manera permanente pozos de cemento para almacenar el agua, otros optaron por instalar tanques elevados y algunos almacenan en baldes o cilindros. Dicha investigación servirá para que tanto la asociación que administra la distribución, y los pobladores tomen las medidas pertinentes en el manejo correcto del agua y así evitar contraer enfermedades gastrointestinales, pues según algunos datos adquiridos por el centro de salud del sector, existen aproximadamente 311 personas atendidas referente a los tres primeros meses del año 2020, 127 para el mes de enero, 116 para el mes de febrero y 68 para el mes de marzo, las enfermedades más recurrentes por consumo de agua no potabilizada que se atendieron en el centro de salud fueron: fiebre tifoidea, infección intestinal bacteriana y parasitosis intestinal.

Considerando esta situación el objetivo de la presente investigación es determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el sector de Fila Alta, Jaén-2019. La investigación se enmarca dentro del tipo inductivo, esto significa ir de lo particular a lo general; ya que se partió mediante análisis de 32 muestras de agua realizando dos repeticiones de cada uno, esto permitió determinar la calidad microbiológica que presenta el agua que consume la población del sector mencionado, pues dichas muestras fueron sometidos a un análisis de laboratorio y los resultados fueron comparados con los valores estándares.

### **III. OBJETIVOS**

### **3.1. GENERAL**

Evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo humano, del sector Fila Alta-Jaén.

### **3.2. ESPECÍFICOS**

- ✓ Establecer la calidad microbiológica del agua de consumo humano, a partir de la determinación de: coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, en cada uno de los componentes del sistema y en domicilios del sector Fila Alta, verificando los resultados de evaluación con los valores establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano-DS N° 031-2010-SA/ Ministerio de Salud.
- ✓ Emplear la metodología de la Norma Técnica Peruana, para la detección y recuento de coliformes totales, coliformes termotolerantes, utilizando el método de filtración por membrana, y para bacterias heterotróficas; la técnica de incorporación (Pour Plate Method).

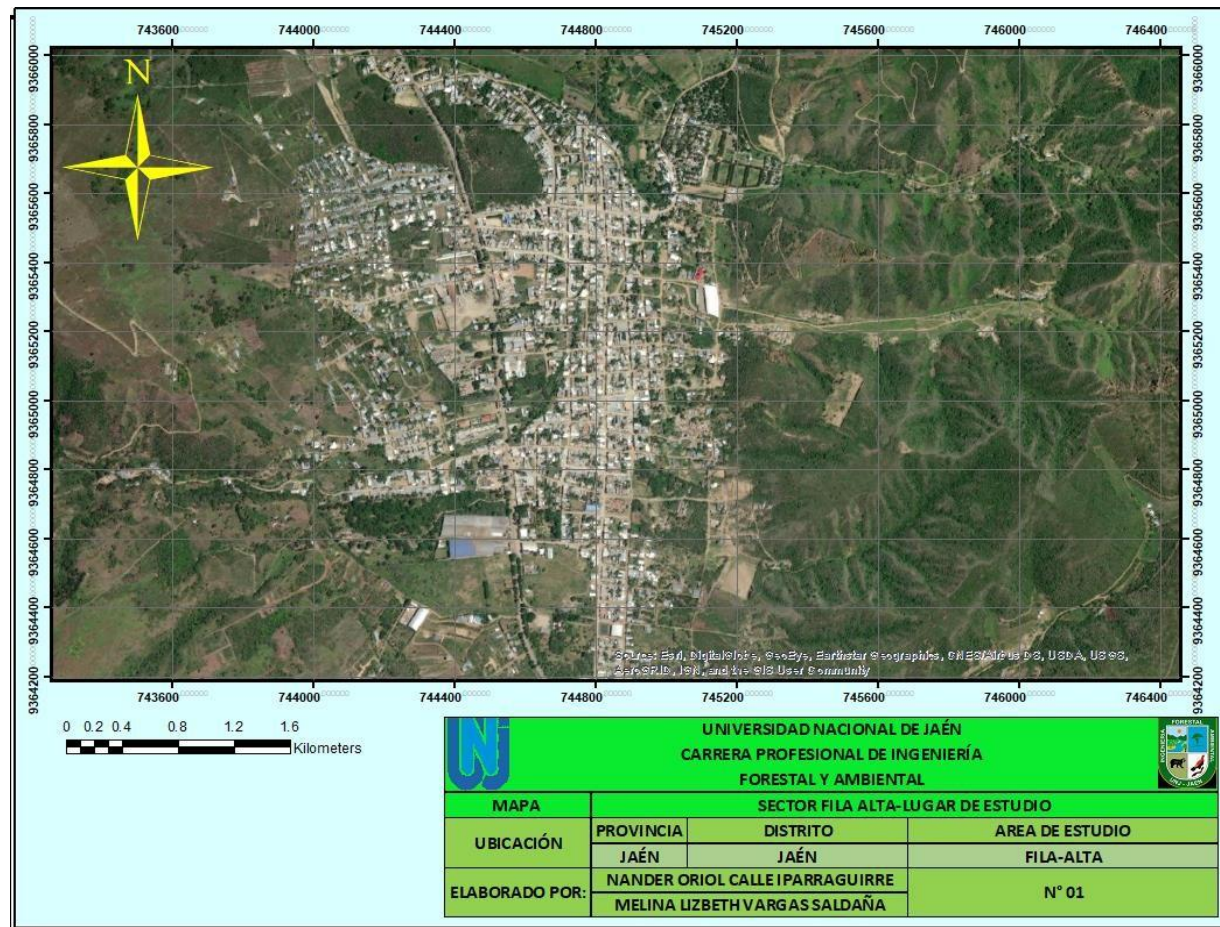
## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Ubicación del área de estudio**

El trabajo de investigación se realizó en el sector de Fila Alta, distrito y provincia de Jaén – departamento de Cajamarca, ubicado a una altitud de 816 m.s.n.m aproximadamente, según datos del INEI, el sector cuenta con una población de 8107 habitantes. (INEI, 2017).

**Figura 1**

*Mapa del área de estudio: Fila Alta-Jaén*





#### **4.2. Población**

El trabajo se llevó a cabo en el distrito y provincia de Jaén, en la cual se consideró como población a todos los usuarios del sector Fila Alta, que se encuentran entre los 13000 y 15 000, siendo esto un aproximado de todos los beneficiarios que conforman la primera, segunda y tercera etapa del sector.

#### **4.3. Muestra**

Se consideró como muestra, la captación, la salida del sistema de tratamiento de agua y la salida de la infraestructura de almacenamiento (reservorios, se tomó dos muestras) haciendo un total de 4 muestras, y en las conexiones domiciliarias se tomaron 4 muestras por cada etapa del sector de Fila Alta (tres etapas), con un total de 12 muestras, en la cual la suma total de muestras por dos repeticiones es de 32, teniendo en cuenta las siguientes indicaciones del protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y recepción de agua para consumo humano-DIGESA-2015.

##### **a) Puntos Fijos:**

- ✓ En la Captación
- ✓ A la salida del sistema de tratamiento de agua.
- ✓ A la salida de la infraestructura de almacenamiento (reservorios).
- ✓ En las áreas intermedias (punto intermedio) y extremos más alejados de la red (punto final).

##### **b) Puntos de interés Colectivos:**

- ✓ En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente (punto inicial).
- ✓ En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución por posible contaminación del agua para consumo humano (punto riesgo).

Este indica la localización de los puntos de recolección de las muestras de agua en todo el sistema de distribución por gravedad.

#### **4.4. Muestreo**

##### **4.4.1. Protocolos, técnicas y Normas utilizadas para el muestreo y análisis microbiológicos**

- ✓ Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y recepción de agua para consumo humano-DIGESA-2015.
- ✓ Norma Técnica Peruana (NTP) 214.031-2001: Agua para consumo Humano. Detección y Recuento de Coliformes Totales. Método de Filtración por Membrana.
- ✓ Norma Técnica Peruana (NTP) 214.032-2001: Agua para consumo Humano. Detección y Recuento de Coliformes Termotolerantes. Método de Filtración por Membrana.
- ✓ Técnica de incorporación (pour plate method), para recuento de Bacterias Heterotróficas.

##### **4.4.2. Ubicación de puntos de muestreo**

La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, se tomaron teniendo en cuenta el Protocolo de procedimientos de la Dirección general de Salud Ambiental (DIGESA) para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y recepción de agua para consumo humano, además de la información del comité que administra la distribución del agua a los usuarios del sector de Fila Alta (DIGESA, 2015).

**Figura 2**

*Muestreo en Sistema de abastecimiento de agua.*



Fuente: DIGESA

**Tabla 1**

*Número de muestras y repeticiones para el análisis microbiológico en Planta de tratamiento.*

MUESTRA	REPETICIONES		TOTAL
	R1(semána1)	R2(semána2)	
CAPTACIÓN	1	1	2
SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	1	1	2
RESERVORIO 1	1	1	2
RESERVORIO 2	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

**Tabla 2**

*Número de muestras y repeticiones para el análisis microbiológico en redes de distribución.*

MUESTRA	REPETICIONES		TOTAL
	R1(semána1)	R2(semána2)	
P – INICIAL	3	3	6
P – INTERMEDIO	3	3	6
P – FINAL	3	3	6
P – DE RIESGO	3	3	6
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

#### **4.4.3. Procedimiento para la toma de muestras**

##### **a) Puntos de Muestreo en la Planta de Tratamiento**

La obtención de muestras del sistema de abastecimiento de agua, se realizó teniendo en cuenta el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y recepción de agua para consumo humano-DIGESA-2015, en el cual indica la toma de 3 puntos inicialmente; en la captación, a la salida del sistema de tratamiento de agua, a la salida de la infraestructura de almacenamiento (reservorios- se tomó dos muestras).

##### **✓ Captación**

El primer punto de muestreo se localizó en la captación de la fuente de abastecimiento de agua (quebrada los Paucos- caserío Las Naranjas).

##### **✓ A la salida del sistema de tratamiento de agua**

El punto de muestreo se localizó a la salida del sistema de tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento fue sometida a algunos procesos, para hacerla inocua.

El punto de muestreo se localizó a la salida del sistema de tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento fue sometida a algunos procesos convencionales para hacerla inocua: el agua ingresa a la planta a través de una tubería de 4 pulgadas , luego es dirigida a una área de concreto en forma rectangular que en su interior cuenta con pantallas de concreto en forma de serpentín para facilitar que en su tiempo de recorrido se disminuya la turbidez, posterior a ello pasa por un filtro de piedra, arena y antracita en la cual el agua es filtrada para que se dirija a los reservorios de almacenamiento y finalmente ser distribuida a través de las redes (tuberías de 2 pulgadas) para su llegada hasta los domicilios.

✓ **A la salida de la infraestructura de almacenamiento (Reservorios)**

Para la obtención de la muestra se tuvo acceso a los dos reservorios en los que se almacena el agua luego de pasar algunos procesos, para ser inocua.

El punto de muestreo se localizó a la salida del sistema de tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento fue sometida a algunos procesos para hacerla inocua: el agua ingresa a la planta a través de una tubería de 4 , luego es dirigida a una área de concreto en forma rectangular que en su interior cuenta con pantallas de concreto en forma de serpentín para facilitar que en su tiempo de recorrido se disminuya la turbidez, posterior a ello pasa por un filtro de piedra, arena y antracita en la cual el agua es filtrada para que se dirija a los reservorios de almacenamiento y finalmente ser distribuida a través de las redes para su llegada hasta los domicilios.

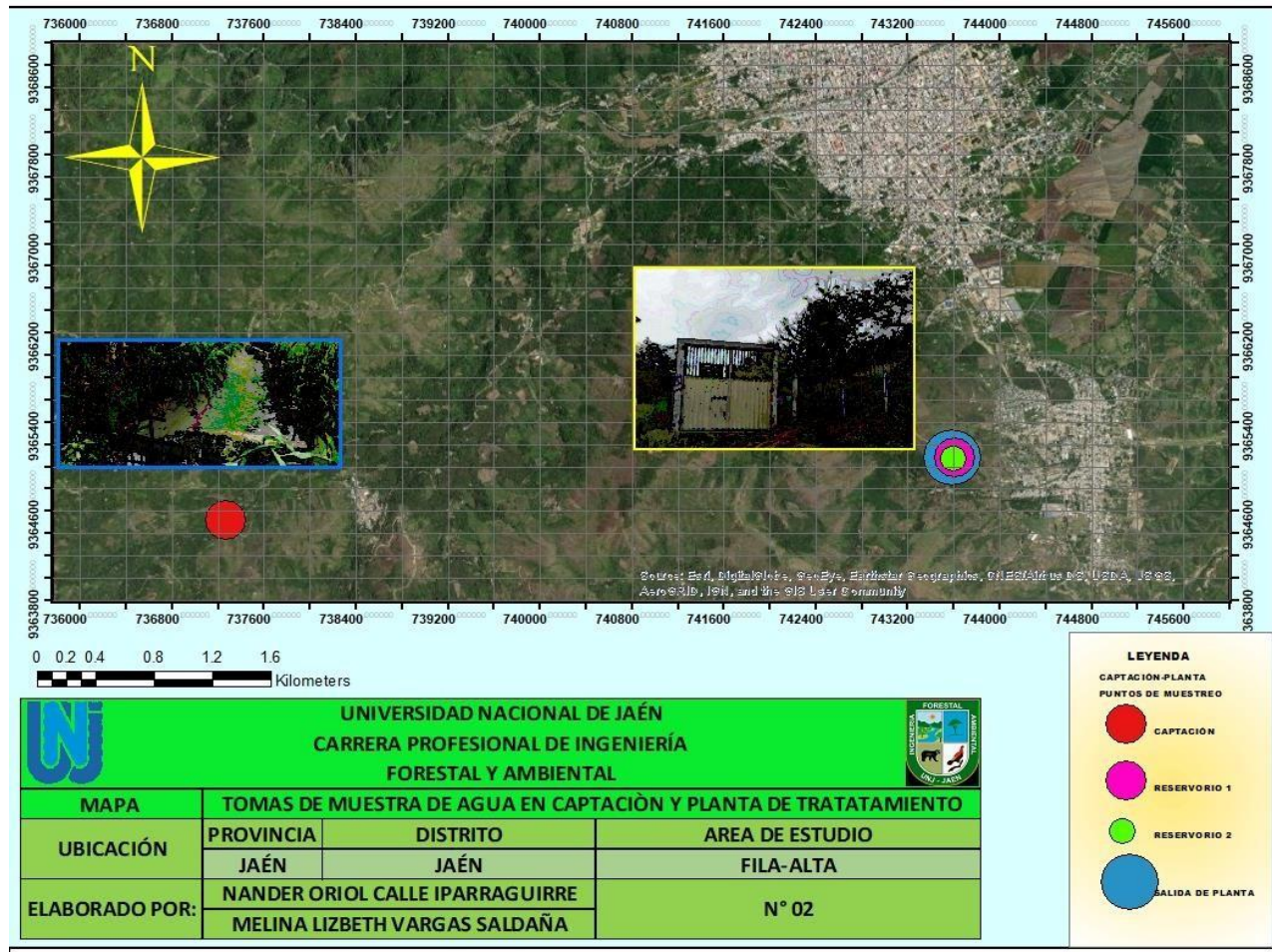
**Tabla 3**

*Georreferenciación de los puntos de Muestreo en Planta de Tratamiento.*

PLANTA DE TRATAMIENTO				
EJE	CAPTACIÓN	SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	RESERVORIO 1	RESERVORIO2
X	737267	743593	743604	743601
Y	9364522	9365079	9365086	9365074

**Figura 3**

*Mapa de puntos de muestreo en sistema de abastecimiento de agua.*



### ✓ **Procedimiento para la toma de muestras en campo**

Se implementó con la respectiva indumentaria (guantes, mascarilla y guardapolvo) para realizar el muestreo correspondiente, para evitar algún tipo de contaminación externa.

Para la obtención de muestras en la planta de tratamiento, en primer lugar se tuvo un frasco de muestreo de 500 ml, debidamente esterilizado, luego de ello para proceder a tomar la muestra, se limpió la parte superficial de la masa de agua para así descartar las malezas que puedan estar flotando, y evitar coger natas flotantes, y esto no impida tomar el volumen de agua respectivo, luego se sumerge el frasco a 30 centímetros de profundidad hasta la señal del frasco de llenado, es decir dejando un espacio libre en el frasco (al menos 2.5 cm) para facilitar la mezcla por agitación y homogenizar antes de proceder al análisis, y por último se volvió a tapar el frasco rápidamente para evitar algún tipo de contaminación externa. Todo este procedimiento se hizo en:

- En la captación
- En la salida de la infraestructura
- Infraestructura de Almacenamiento (Reservorios)

### **b) Puntos de muestreo en Redes de Distribución**

Para el muestreo que se realizó en las redes de distribución, se tomó cuatro puntos por cada etapa, siendo el protocolo el que lo indica; la muestra inicial se tomó por cada entrada de agua al sector o etapa correspondiente, la segunda muestra se tomó en las áreas intermedias, la tercera muestra se obtuvo de los extremos más alejados de la red de distribución (punto final) y la cuarta muestra se tomó en los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución, por el hecho de que presentan baja presión o presión negativa dentro de las



tuberías lo cual estaría generando un mayor nivel de contaminación del agua para consumo humano (DIGESA, 2015).

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

✓ **Coordenadas de muestreo-primera semana (03/01/2020)**

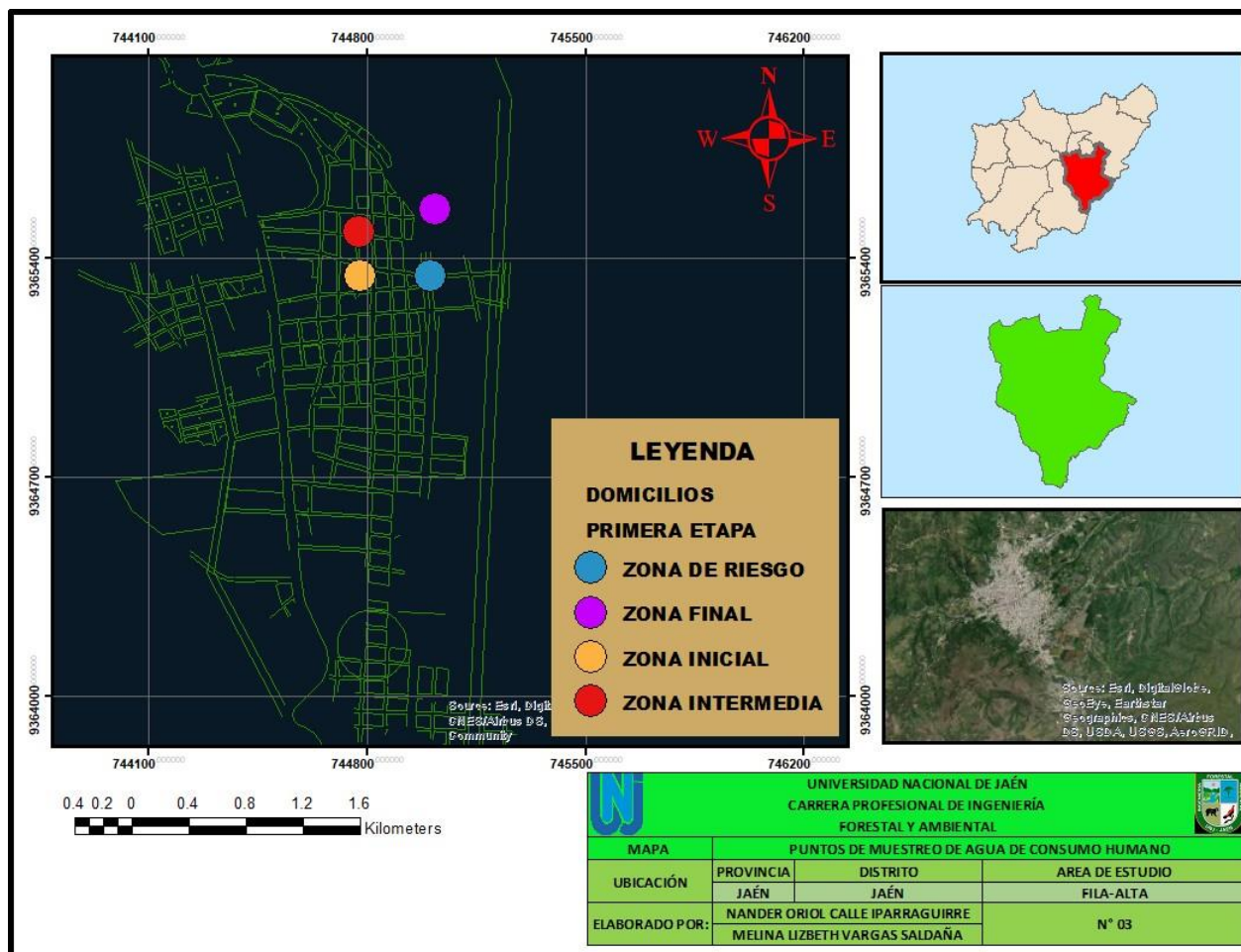
**Tabla 4**

*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de Distribución (Primera Etapa).*

<b>PRIMERA ETAPA</b>				
<b>EJE</b>	<b>PUNTO INICIAL</b>	<b>PUNTO INTERMEDIO</b>	<b>PUNTO FINAL</b>	<b>PUNTO DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744778	744773	745018	745004
<b>Y</b>	9365343	9365485	9365558	9365342

**Figura 4**

*Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Primera Etapa.*



**Tabla 5**

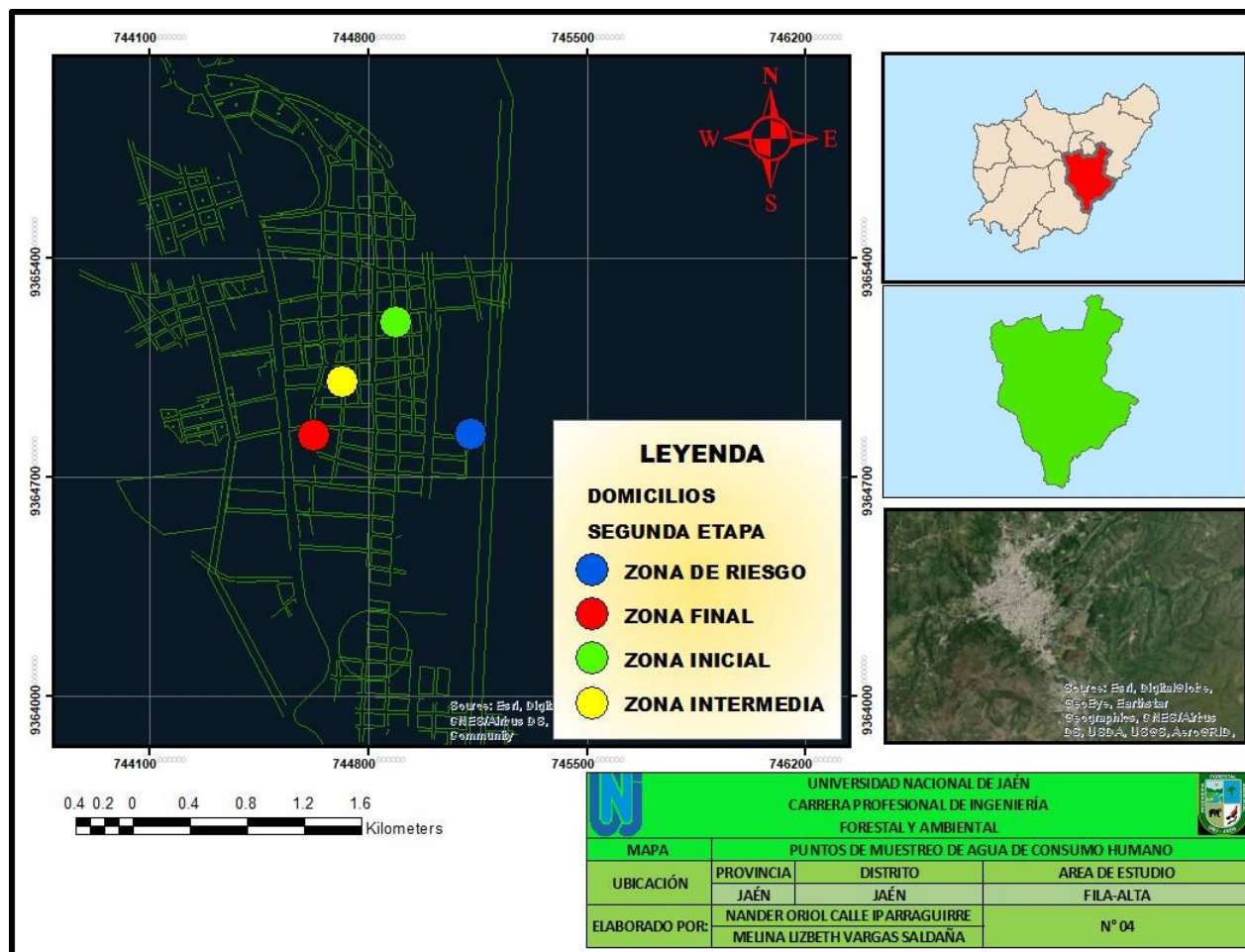
*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de distribución (Segunda Etapa).*

**SEGUNDA ETAPA**

<b>EJE</b>	<b>PUNTO INICIAL</b>	<b>PUNTO INTERMEDIO</b>	<b>PUNTO FINAL</b>	<b>PUNTO DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744887	744717	744625	745130
<b>Y</b>	9365196	9365004	9364832	9364838

**Figura 5**

*Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Segunda Etapa.*



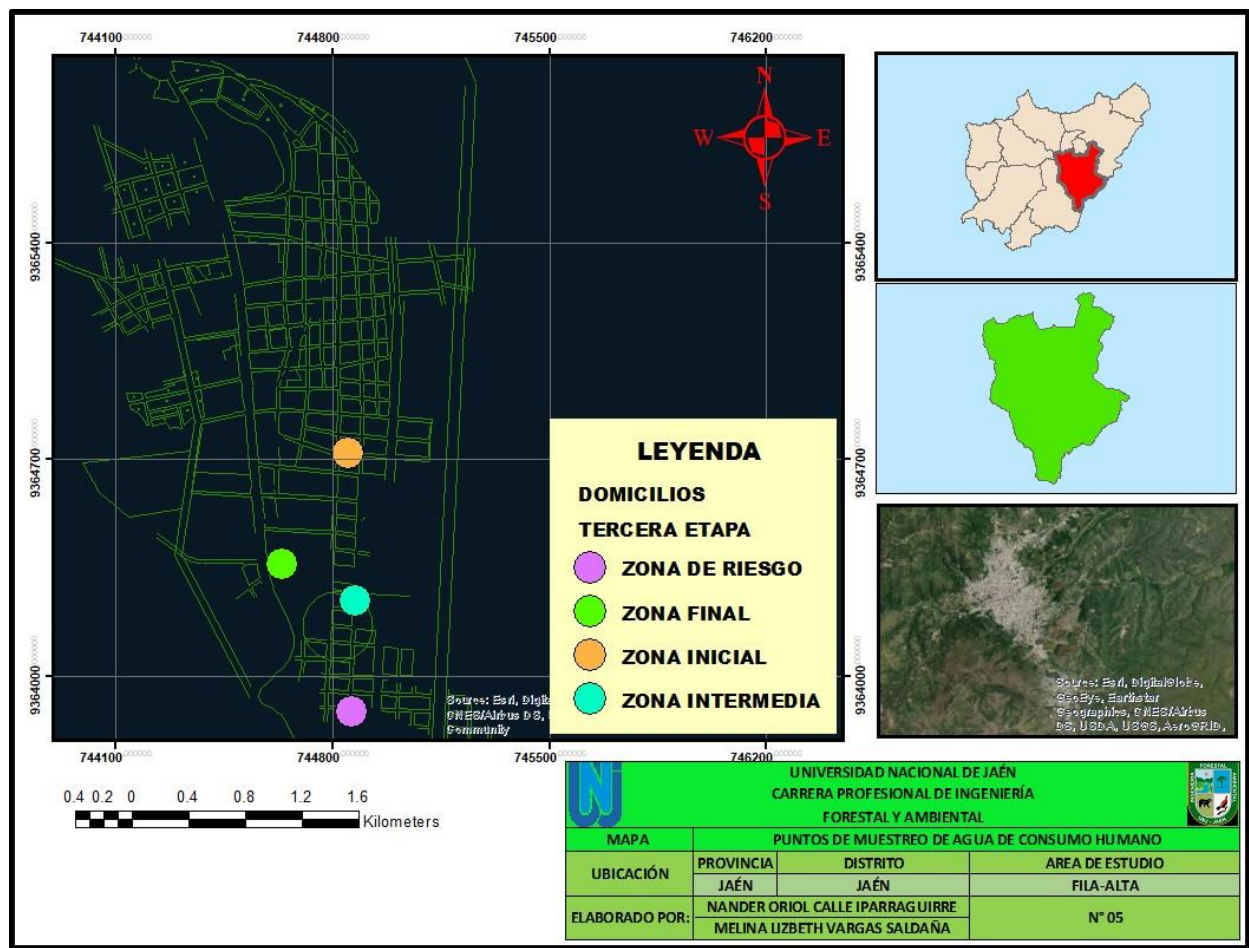
**Tabla 6**

*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de Distribución (Tercera Etapa).*

<b>TERCERA ETAPA</b>				
<b>EJE</b>	<b>PUNTO INICIAL</b>	<b>PUNTO INTERMEDIO</b>	<b>PUNTO FINAL</b>	<b>PUNTO DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744848	744874	744638	744861
<b>Y</b>	9364721	9364244	9364363	9363885

**Figura 6**

*Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Tercera Etapa*



✓ **Coordenadas de muestreo- segunda semana (27/01/2020)**

**Tabla 7**

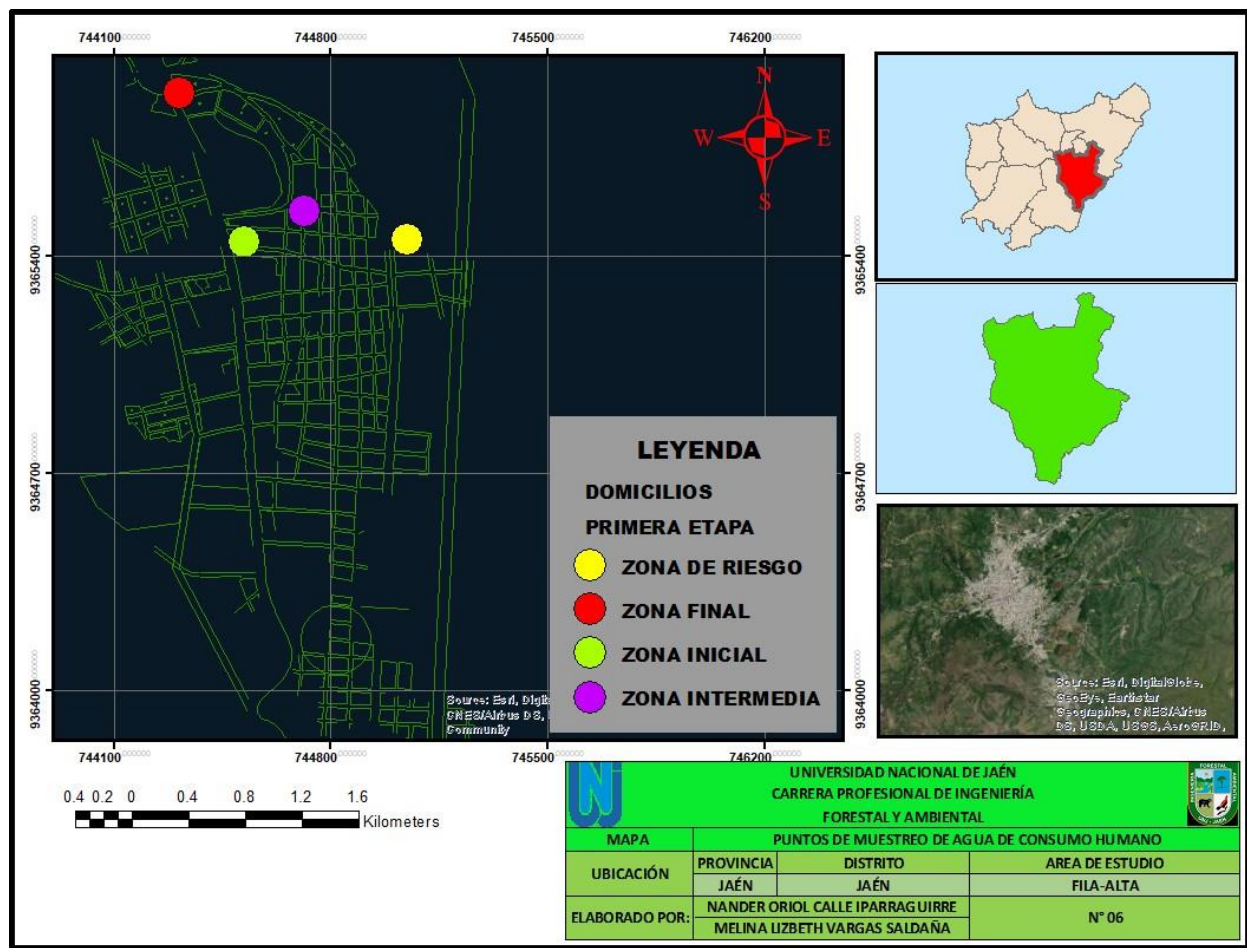
*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de Distribución (Primera Etapa).*

**PRIMERA ETAPA**

<b>EJE</b>	<b>ZONA INICIAL</b>	<b>ZONA INTERMEDIA</b>	<b>ZONA FINAL</b>	<b>ZONA DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744521	744715	744312	745045
<b>Y</b>	9365444	9365543	9365924	9365455

**Figura 7**

*Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Primera Etapa*





**Tabla 8**

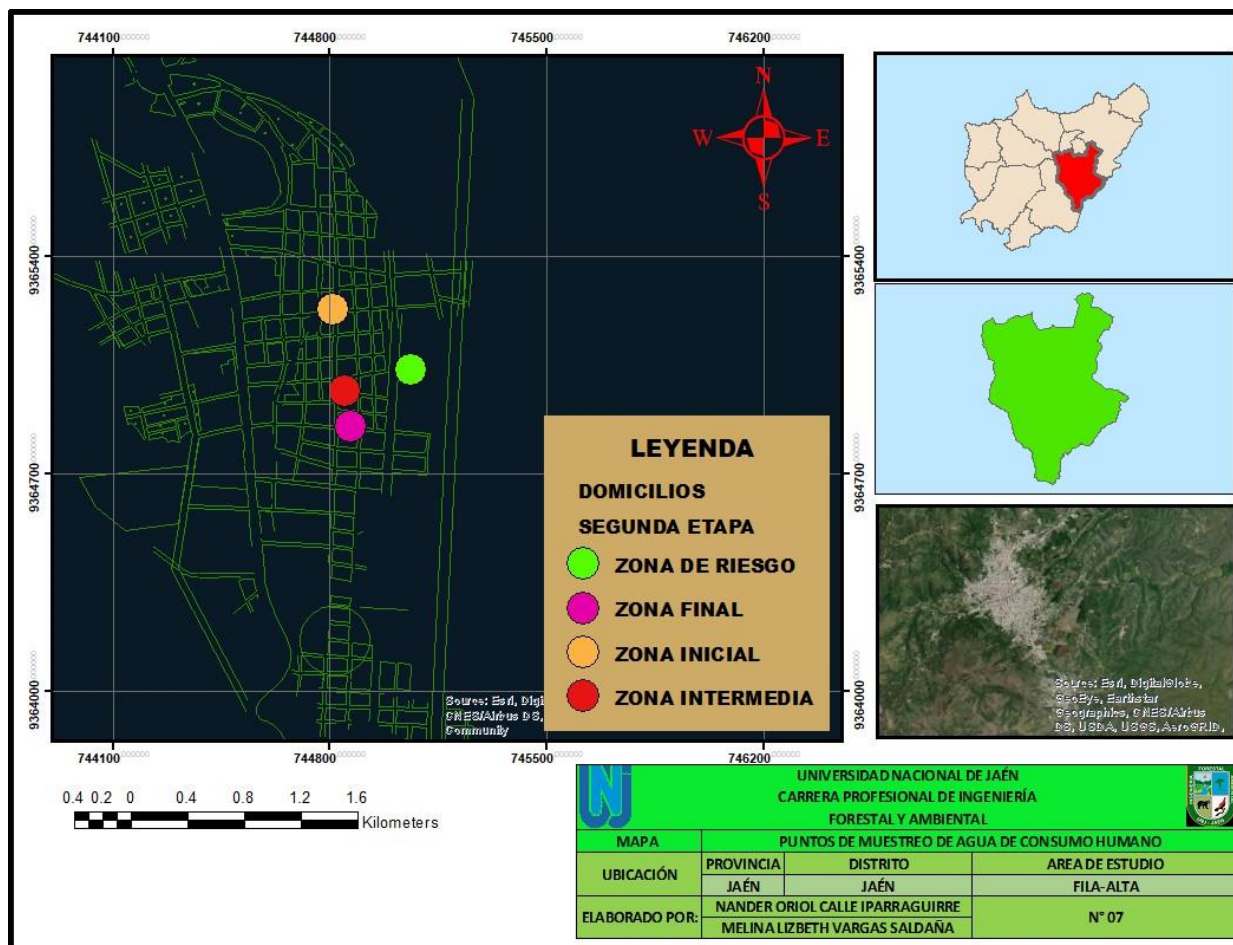
*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de Distribución (Segunda Etapa).*

**SEGUNDA ETAPA**

<b>EJE</b>	<b>ZONA INICIAL</b>	<b>ZONA INTERMEDIA</b>	<b>ZONA FINAL</b>	<b>ZONA DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744809	744847	744869	745062
<b>Y</b>	9365230	9364965	9364851	9365036

**Figura 8**

*Mapa de puntos de Muestreo en domicilios del sector Fila Alta –Segunda Etapa.*



**Tabla 9**

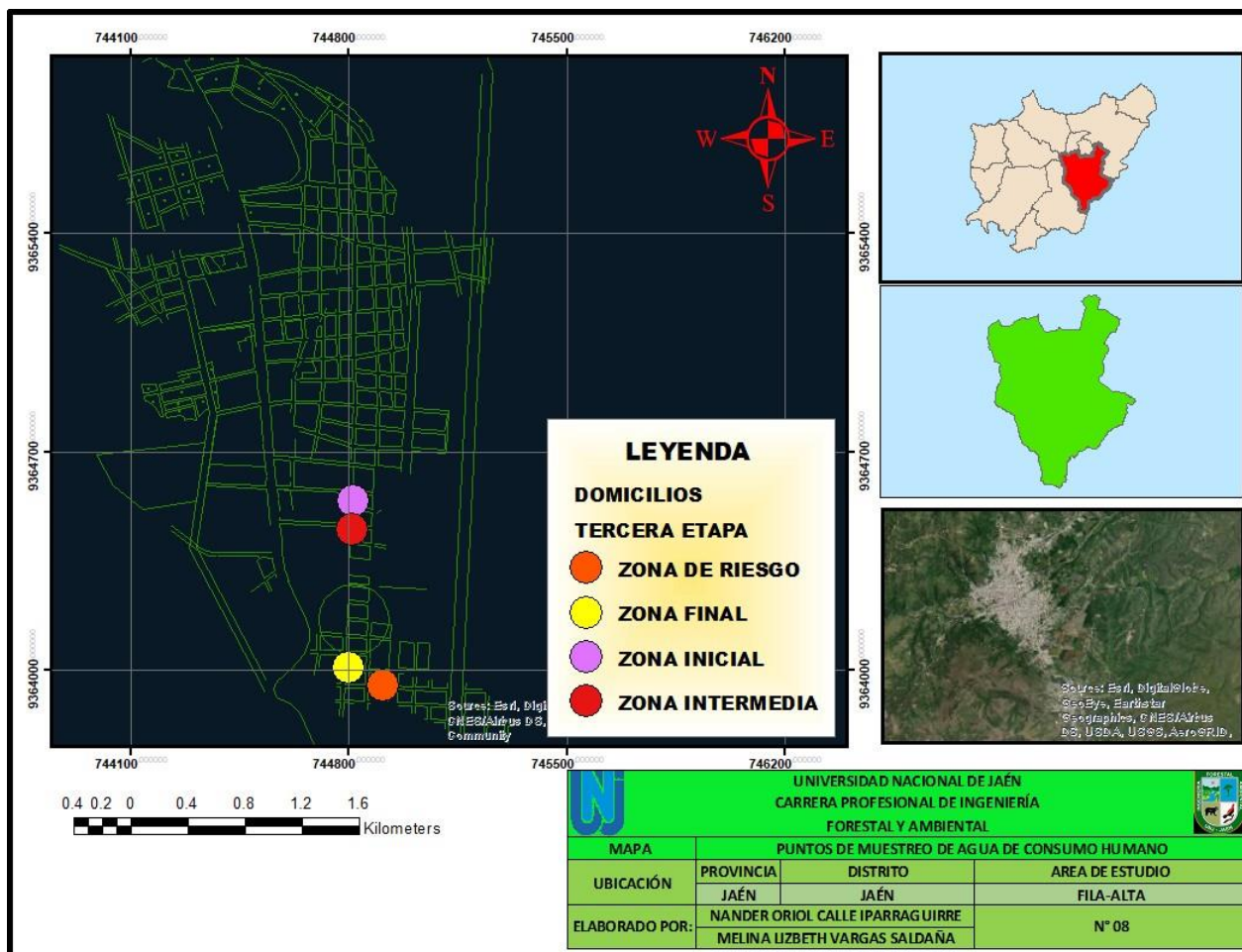
*Georreferenciación de los puntos de muestreo en Redes de Distribución (Tercera Etapa).*

**TERCERA ETAPA**

<b>EJE</b>	<b>ZONA INICIAL</b>	<b>ZONA INTERMEDIA</b>	<b>ZONA FINAL</b>	<b>ZONA DE RIESGO</b>
<b>X</b>	744815	744810	744799	744910
<b>Y</b>	9364541	9364449	9364009	9363950

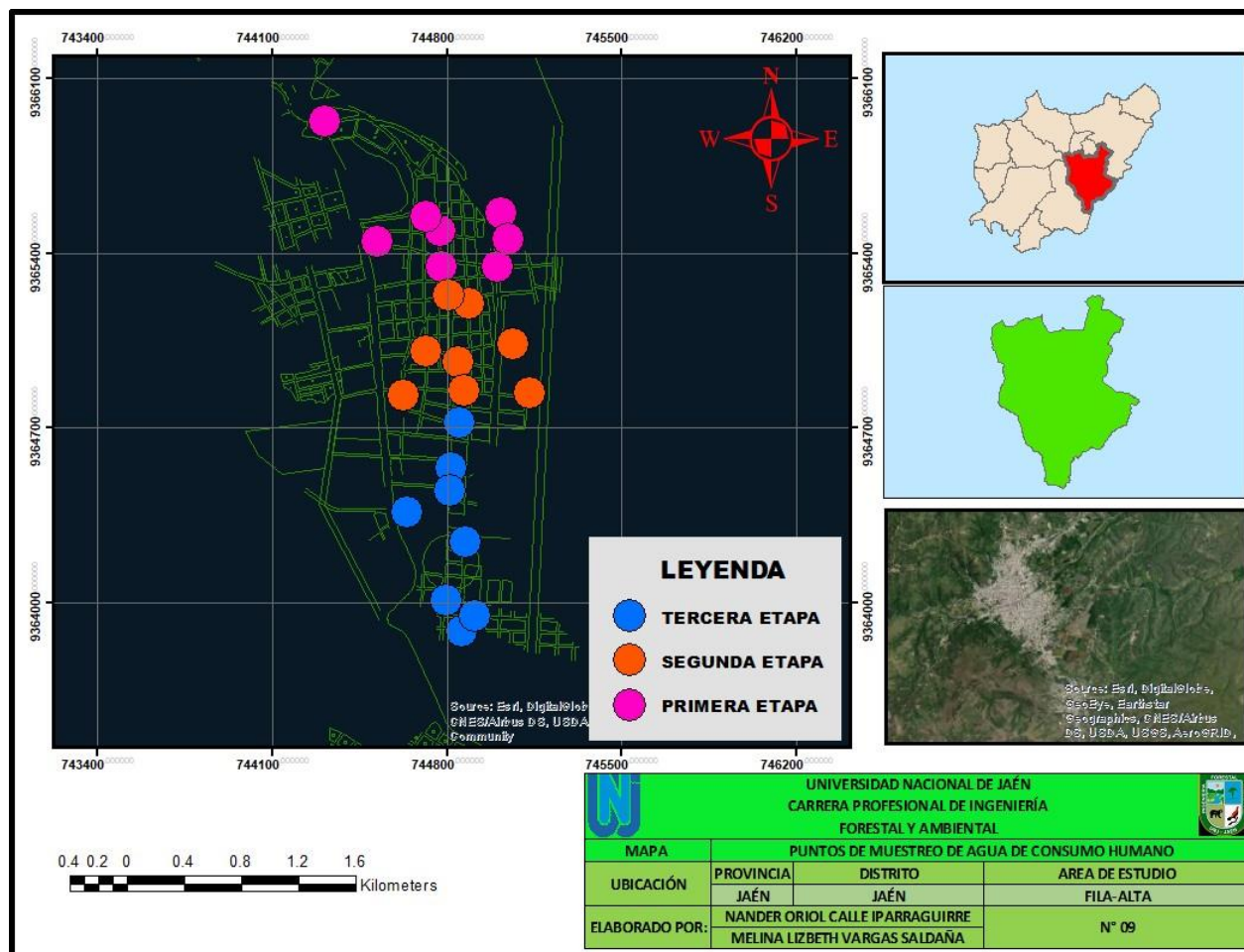
**Figura 9**

*Mapa de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta-Tercera Etapa*



**Figura 10**

*Mapa, general de puntos de muestreo en domicilios del sector Fila Alta (primera y segunda semana).*



### ✓ **Procedimiento para la toma de muestras**

Para realizar una adecuada metodología se utilizó la guía de la Norma Técnica Peruana (214.031-2001 y 214.032-2001), la misma que emplea el método de filtración por membrana para determinación de coliformes totales y coliformes termotolerantes, especificando de forma detallada los procedimientos correctos, que abarca desde la etapa de muestreo en redes de distribución hasta el respectivo análisis microbiológico en laboratorio, utilizando también la Técnica de incorporación (Pour Plate Method), para la determinación de bacterias heterotróficas.

Es importante mencionar que el tiempo ideal desde la recolección de la muestra hasta el inicio del análisis estuvo entre las 8 horas y no excedió de 24 horas; las muestras deben mantenerse entre 4 C° Y 10 C°.

### ✓ **Metodología de la Norma Técnica Peruana- (214.031-2001-214.032-2001)**

- Se identificó los frascos para obtener las muestras, los mismos que estaban correctamente rotulados (fecha, hora de muestreo y punto de muestreo).
- Se usó frascos de muestreo estériles con capacidad mínima de 500 ml, estos son de material de vidrio borosilicato, de boca ancha, y de tapa resistente a la esterilización repetida en autoclave.
- Para la toma de muestras en redes de distribución (viviendas), en este caso se realizó la obtención de la muestra, a partir de dos formas; la primera tomada directamente del pozo y la segunda a través de un grifo de descarga con el que contaban algunos pozos, recalando que todo el sector no cuenta con pozos que incluyan un sistema de bombeo.

Se implementó con la respectiva indumentaria (guantes, mascarilla y guardapolvo) para realizar el muestreo correspondiente, para evitar algún tipo de contaminación externa.

**1. Muestreo en pozo:** se realizó la toma directamente por medio de un frasco estéril, sumergiéndolo 30 cm por debajo de la superficie, evitando coger natas flotantes.

- Al hacer la toma de muestra se dejó un amplio espacio libre en el frasco (al menos 2.5 cm) para facilitar la mezcla por agitación y homogenización antes de proceder al análisis.

**2. Muestreo en grifo de descarga**

- Se elige un grifo de descarga
- Se removió los dispositivos ajenos al grifo, como pedazos de manguera y otros objetos.
- Se desinfecto el grifo con alcohol, previo a la toma de muestra.
- Se abrió la llave dejando correr el agua durante tres minutos, antes de tomar la muestra para limpiar la salida y descargar el agua que ha estado almacenada.
- Se tomó la muestra.

#### **4.5. Procedimiento de esterilización y análisis microbiológicos-metodología de la Norma Técnica Peruana- (214.031-2001-214.032-2001)**

Todas las muestras que se obtuvieron fueron llevadas al Laboratorio de Control de Calidad, ubicada en la PTAP de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento EPS-Marañón S.A-Jaén, para su respectivo procesamiento.

##### **4.5.1. Esterilización de Materiales**

- ✓ Como primer paso, se lavó el material con detergente luego se enjuagó con agua caliente para eliminar todos los residuos del compuesto de lavado y se dejó secar, para tapar y envolver los frascos se utilizó papel

craf al igual que para los matraces. Todo el material se esterilizó en la autoclave por un periodo de 15 minutos a 270°.

- Frascos de muestreo de 500 ml. graduados con tapa
  - Probeta de 250 y 100 ml.
  - Matraz 250 ml.
- ✓ Para el material que se esterilizo en la estufa u horno a 270°, se lavó el material con detergente, luego se enjuagó y se dejó secar, todo el material se envolvió con papel craf, esto para que cuando estén esterilizados no tengan contacto directo con el exterior y solo sean utilizados una sola vez, en el momento que se los requiera. Todo el material se esterilizo en la estufa u horno entre 170° C y 180° C por un periodo de 3 horas.
- Pipeta 10 ml
  - Pipeta de 1 ml
  - Placas Petri de 2 pulgadas
  - Embudo de filtración

#### **4.5.2. Procesamiento de Muestras- metodología de la Norma Técnica Peruana- (214.031-2001-214.032-2001)**

Para la preparación de los medios de cultivo (Endo, m-FC, Agar para Recuento en Placa) se realizó como lo indica el envase, agregándole agar hasta fundir. Una vez fundido y termostalizado se repartió en las placas de Petri en una atmósfera aséptica, colocando aproximadamente 5 ml de medio por placa.

En primer lugar, se preparó los medios de cultivo los cuales son: Agar Endo para los coliformes totales, Agar m-FC para los coliformes Termotolerantes y el Agar para recuento en placa para las bacterias heterotróficas.

- Agar Endo.
- Agar m-FC.



- Agar para recuento en placa.

Cuando los medios de cultivo ya estaban listos en su preparación se sirvió a sus respectivas placas Petri, dejando reposar por unos minutos hasta que el medio de cultivo solidifique así de esta manera ya están listas para sembrar las respectivas muestras filtradas (filtro de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro).

✓ **Metodología de determinación de coliformes totales y termotolerantes en las muestras de agua.**

Se realizó la determinación de coliformes totales y termotolerantes por el método de filtración por membrana, así como el recuento de colonias para la determinación de bacterias heterotróficas respectivamente.

Para comprobar la presencia de coliformes totales y termotolerantes se usó el método de filtración por membrana, el cual consistió en pasar la muestra de agua mediante vacío por un filtro de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro, para que queden retenidas en él las bacterias de tipo coliformes (totales y termotolerantes). El filtro será colocado en un medio de cultivo específico para lo que se desee determinar en la muestra (coliformes totales y termotolerantes), posterior a ello se incubó a 35° +/- 2°C los coliformes totales y a 44,5°C los coliformes termotolerantes por un periodo de 18-24 horas.

✓ **Procedimiento usado para el equipo de filtración por membrana**

- Ante todo, se verificó el correcto funcionamiento del equipo de filtración por membrana, para luego proceder a su respectiva esterilización, haciendo uso de un mechero y alcohol a 96% , luego de ello se colocó el filtro de membrana estéril de 0.45 micras de tamaño de poro sobre la base del manifold, después se ubicó el embudo estéril sobre

el receptáculo para inmediatamente ser fijado con las pinzas que trae el equipo, seguidamente se llenó el embudo con 100 ml de agua destilada estéril, para realizar un control de calidad previo al análisis, se dejó filtrar aplicando vacío y se cerró las llaves del manifold, se retiró el embudo y se procedió como si fuera una muestra más.

- Para el caso de las muestras de agua que se procesó, se realizó diluciones, las cuales consistieron en transferir con una pipeta estéril 10 ml de la muestra original a un frasco de 90 ml de agua de dilución (agua esterilizada), de esta manera se tuvo la primera dilución ( $10^{-1}$ ), siendo que 1 ml de la misma corresponde a 0.1 ml de la muestra original, luego de ello se homogenizo bien la mezcla y luego se filtró los 100 ml en dilución a una presión de vacío moderada, antes de proceder a la muestra siguiente se enjuago al embudo de filtración con 20 a 30 ml de agua de dilución estéril.
- Cuando se finalizó el filtrado de cada una de las muestras se cerró las llaves del manifold, se retiró el embudo, para luego tomar el filtro con pinzas estériles y colocarlo en la superficie del medio Endo y/o m-FC, respectivamente, con un movimiento de rotación para evitar la formación de burbujas de aire debajo de la membrana, este procedimiento siempre se realizó cerca de un mechero para evitar algún tipo de contaminación externa. es importante mencionar que el tiempo entre la filtración y la incubación no excedió los 30 minutos.
- Luego se procedió a invertir todas las placas para su posterior incubación a la temperatura adecuada; medio Endo:  $35^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y el medio m-FC:  $44.5^{\circ}\text{C}$ , ambos por un periodo de 24 horas.
- Utilizando el contador de colonias, se realizó el recuento de las colonias características; Medio Endo: colonias rojas y Medio m-FC: colonias azules.

✓ **Metodología para la determinación de Bacterias Heterotróficas en las muestras de agua.**

Para la determinación de bacterias heterotróficas, se utilizó la técnica de incorporación (pour plate method), el cual consistió en colocar una cantidad fija de muestra (1 ml), en el centro de la placa de Petri estéril usando una pipeta estéril. Luego se vertió agar enfriado por fusión (aprox. 15 ml) en la placa de Petri que contiene la muestra y se mezcla bien realizando movimientos para homogenizar la mezcla. Después de la solidificación del agar, la placa se invirtió y se incubó a 35 ° C por un periodo de 48 horas.

**4.5.3. Conteo de colonias**

Después de que se haya puesto a incubar por el tiempo y temperatura adecuada, se toma cada placa quitándole la respectiva tapa para verificar, el conteo se realizó con ayuda del microscopio y/o contador de colonias, teniendo cuidado de que las placas se coloquen correctamente en el equipo, considerando cuantas colonias se formaron por cuadrantes, y expresar los valores como corresponda de acuerdo al tipo de coliformes y bacterias analizadas.

**4.5.4. Métodos de la Investigación**

El trabajo de investigación es de tipo inductivo, lo que significó ir de lo particular a lo general; basándose en la obtención de conclusiones a partir de la observación y análisis de resultados; ya que se partió mediante análisis de muestras de agua (se hizo dos repeticiones: cuatro muestras por cada repetición en el sistema de abastecimiento de agua, obteniendo un total de 8 muestras) y (dos repeticiones :cuatro muestras por cada etapa del sector Fila Alta la cual cuenta con tres etapas, obteniendo un total de 24 muestras), lo que nos permitió determinar la calidad

microbiológica que presenta el agua que consume la población del sector mencionado.

## **V. RESULTADOS**

### **5.1. Muestras procesadas del sistema de abastecimiento**

De acuerdo a la visita que se realizó, para la toma de muestras en el sistema de abastecimiento del sector Fila Alta, se identificó algunas deficiencias, como son; agua turbia en el área de filtración con niveles similares a las que llega a la primera parte de la infraestructura (floculadores) en la que debería realizarse el proceso de floculación, esto sumado al deficiente proceso por el que pasa para que luego el agua sea distribuida a los usuarios que se benefician de este vital líquido.

Es importante mencionar que con la inspección realizada se observó que este sistema de abastecimiento de agua no recibe ningún tipo de tratamiento o aporte de insumos químicos para disminuir los niveles de turbidez, o la carga de microorganismos la cual podría ser controlada aplicando niveles óptimos de cloro de acuerdo al volumen que se procesa, y de esta manera contribuir al correcto procesamiento y verificación de la inocuidad del agua, basado en el cumplimiento de ciertos límites, logrando de esta forma permitir su consumo para la población sin ningún riesgo.

En los resultados que se analizaron la primera semana de enero y la última semana del mismo mes en el año 2020, se obtuvo que todos los análisis de agua exceden los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano, según establece la Dirección General de Salud Ambiental aprobado por el D.S N° 031-2010-SA.

Los valores de los resultados obtenidos se interpretaron teniendo en cuenta la técnica de detección: unidad formadora de colonia (UFC).

SEMANA N°1-(03/01/2020)

Tabla 10

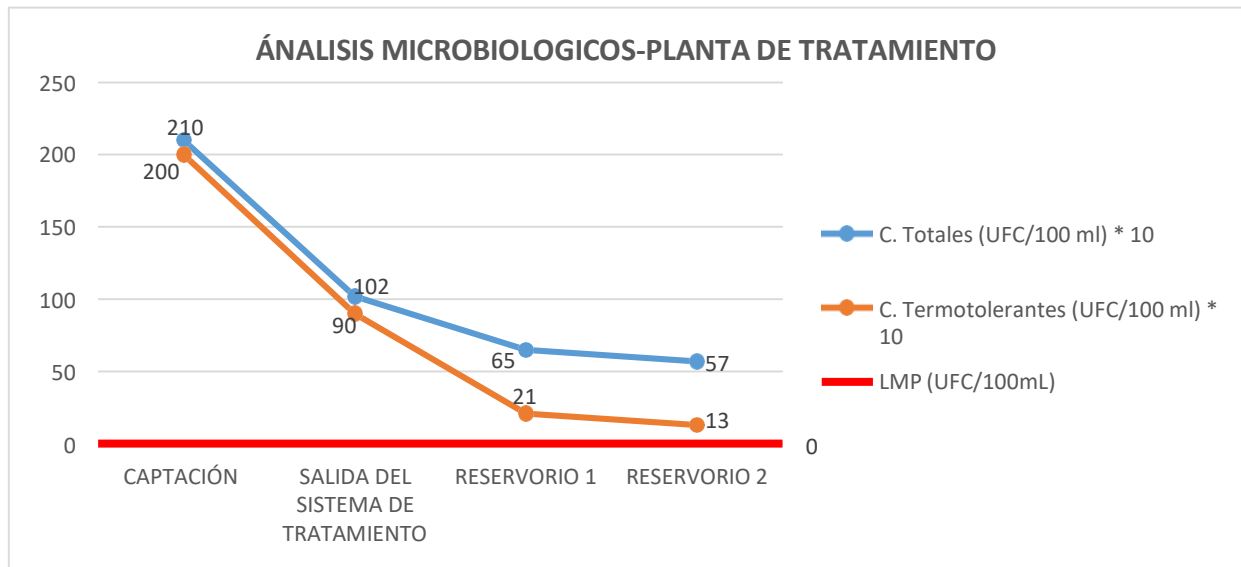
Registro de datos para la cuantificación de Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en Planta de Tratamiento.

FILA-ALTA (PUNTOS DE MUESTREO)	FECHA Y HORA DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE ANÁLISIS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	BACTERIAS HETEROTRÓFICAS
			UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/mL
			Agar Endo	Agar m-FC	Agar para recuento en Placa
			T°: 35 C° +/- 0.5 C°-22 Y 24 H	T°: 44,5 C° +/- 0.2 C°-22 y 24 H	T°: 35 C° +/- 0.5 C°- 48 H
PLANTA DE TRATAMIENTO	CAPTACIÓN	03/01/2020 - 6:20 am	210 *10	210*10	682*10
	SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	03/01/2020- 7:10 am	102*10	90*10	285*10
	RESERVORIO 1	03/01/2020- 07:16 am	65*10	21*10	230*10
	RESERVORIO 2	03/01/2020- 7:21 am	57*10	13*10	250*10

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

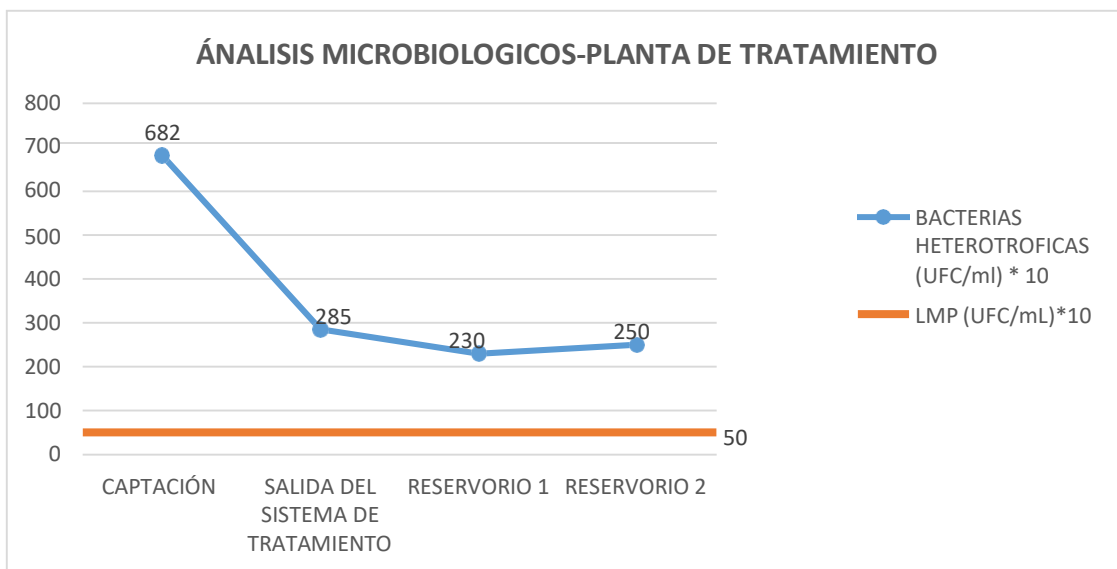
Figura 11

Resultados del comportamiento de C. totales y C. termotolerantes en planta de tratamiento



**Figura 12**

*Resultados del comportamiento de Bacterias Heterotróficas en planta de tratamiento.*



**Tabla 11**

*Datos la cuantificación de C. Totales, C. Termotolerantes y B. Heterotróficas en redes de distribución.*

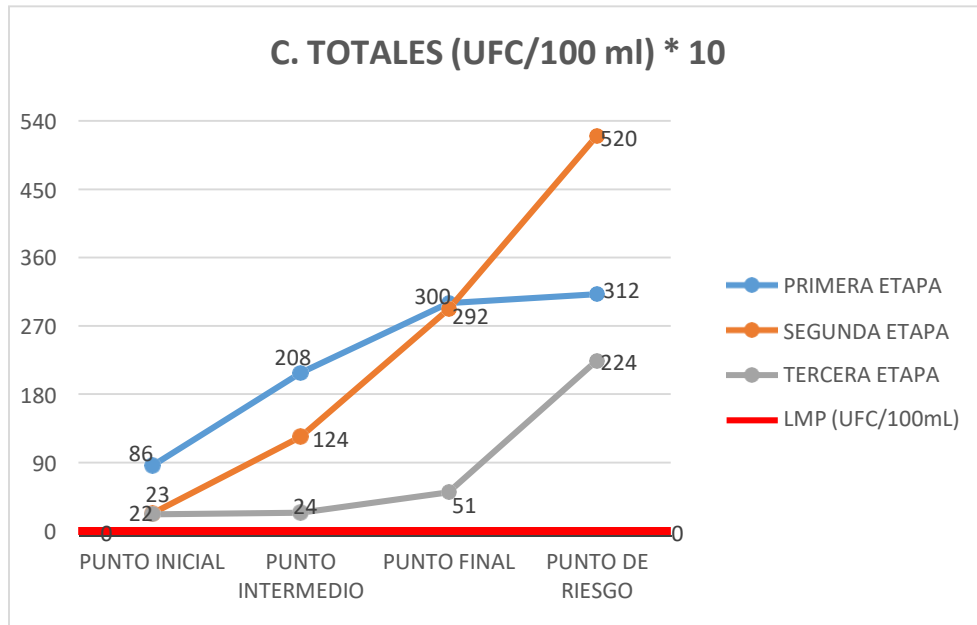
REDES DE DISTRIBUCIÓN	FILA-ALTA (PUNTOS DE MUESTREO)		FECHA Y HORA DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE ANÁLISIS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	BACTERIAS HETEROTRÓFICAS
					UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/mL
					Agar Endo	Agar m-FC	Agar para recuento en Placa
					T°: 35 C° +/- 0.5 C°-22 Y 24 H	T°: 44,5 C° +/- 0.2 C°-22 y 24 H	T°: 35 C° +/- 0.5 C°- 48 H
REDES DE DISTRIBUCIÓN	PRIMERA ETAPA	Punto Inicial	03/01/2020 - 8:00 am		86*10	30*10	104*10
		Punto Intermedio	03/01/2020- 8:10 am		208*10	31*10	161*10
		Punto Final	03/01/2020- 8:20 am		300*10	51*10	307*10
		Punto de Riesgo	03/01/2020- 8:20 am		312*10	60*10	390*10
	SEGUNDA ETAPA	Punto Inicial	03/01/2020 - 8:40 am		23*10	17*10	54*10
		Punto Intermedio	03/01/2020 - 8:50 am	03/01/2020-	124*10	38*10	161*10
		Punto Final	03/01/2020 - 9:00 am	3:30 pm	292*10	49*10	377*10
		Punto de Riesgo	03/01/2020 - 9:10 am		520*10	54*10	685*10
	TERCERA ETAPA	Punto Inicial	03/01/2020 - 9:20 am		22*10	9*10	65*10
		Punto Intermedio	03/01/2020 - 9:30 am		24*10	15*10	69*10
Punto Final		03/01/2020 - 9:40 am		51*10	29*10	72*10	
Punto de Riesgo		03/01/2020 - 9:50 am		224*10	40*10	195*10	

FC: Unidades Formadoras de Colonia



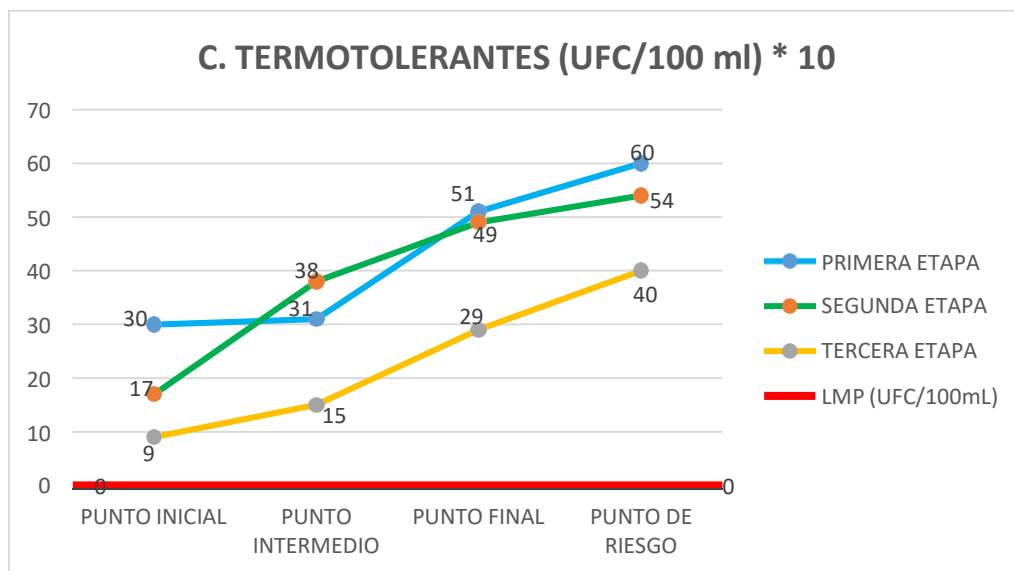
**Figura 13**

*Resultados del comportamiento de C. Totales en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta.*



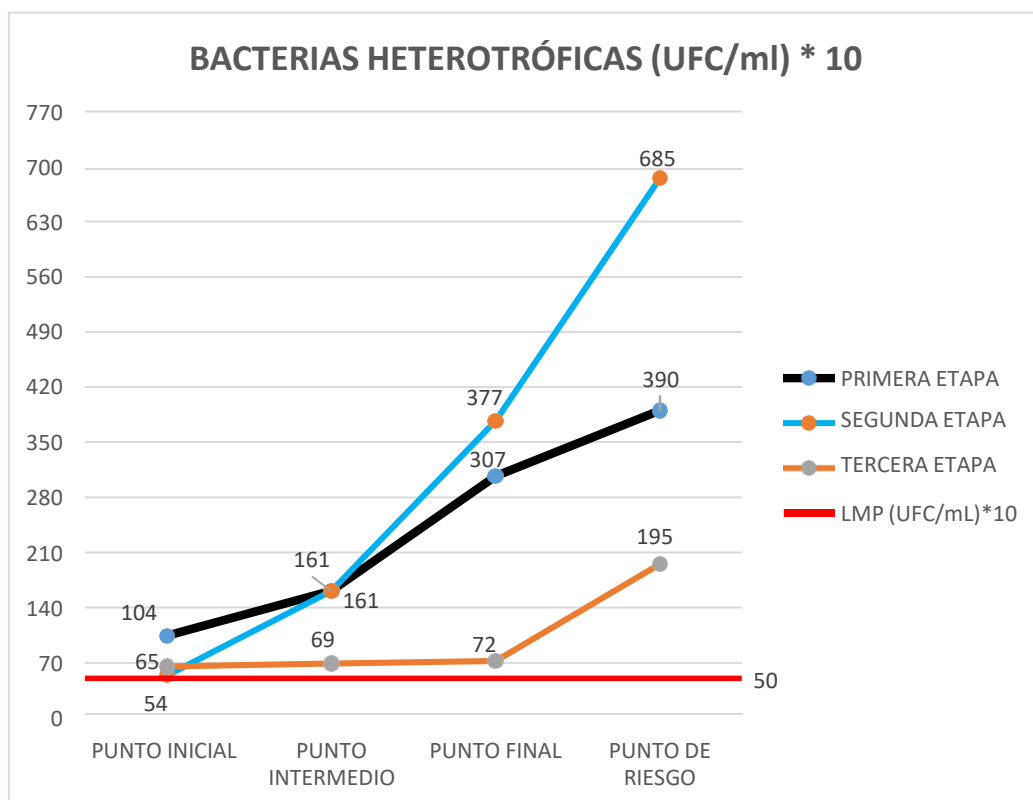
**Figura 14**

*Resultados del comportamiento de C. Termotolerantes en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta.*



**Figura 15**

*Resultados del comportamiento de B. Heterotróficas en la Primera, Segunda y Tercera Etapa del sector Fila Alta.*



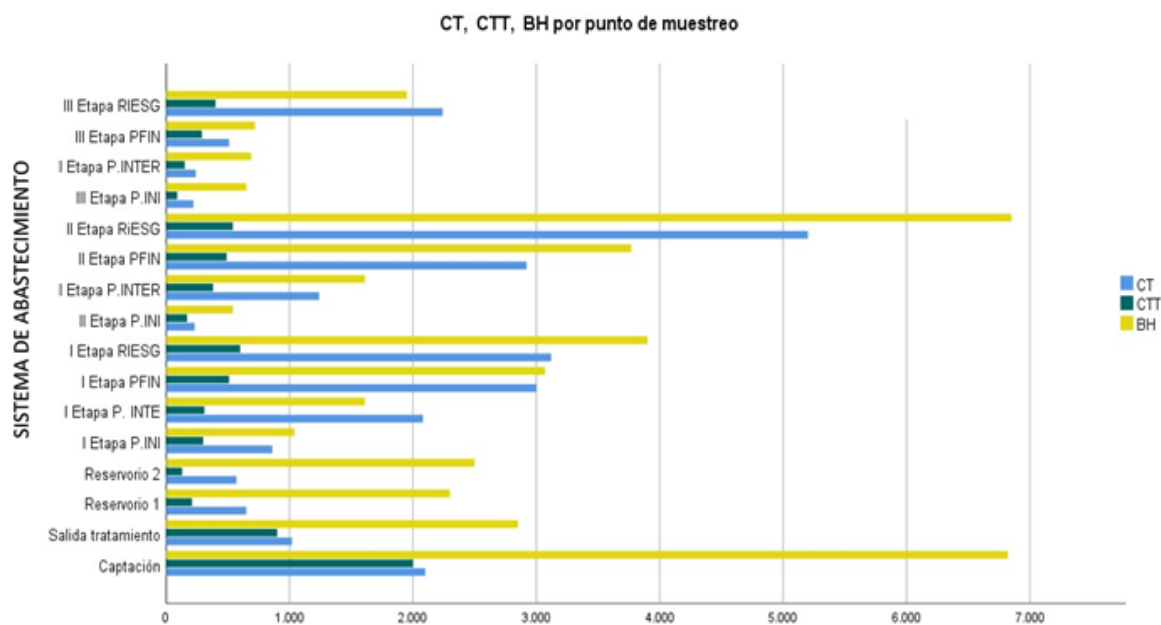
**5.2.**

**Análisis estadísticos en la primera semana de monitoreo (03/01/2020)**

De acuerdo a los resultados que corresponden a la primera semana de muestreo en todo el sistema de tratamiento convencional de Fila Alta, para determinar la cantidad de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, que se encuentran distribuidas entre los puntos donde se tomaron las muestras, se realizó la representación estadística de las cuales podemos decir lo siguiente:

**Figura 16**

*Resultados de análisis microbiológicos del sistema de abastecimiento.*



Según la gráfica que describe la presencia de bacterias de cada punto de muestreo del sistema de abastecimiento de agua a la población del sector fila-Alta-Jaén, se determina que, en las tres etapas de dicho sector, el nivel más alto de concentración de bacterias microbiológicas se encuentra en las zonas o puntos de riesgo, lo cual, según la manifestación de los usuarios esto se debe a la baja presión con la que llega el agua a dichos lugares, además que en algunos pozos que la población almacena su agua, se visualizó que se encontraban descubiertos, adicionando que este vital líquido no recibe ningún tipo de tratamiento por cloración.

Un caso preocupante es los elevados valores que presentan la presencia de bacterias heterotróficas en la mayoría de puntos muestreados. En cuanto a los coliformes totales y coliformes termotolerantes en la captación son mayores a todos los demás puntos del sistema de abastecimiento indicando así una leve

disminución al ser sometidos a dicho tratamiento con la que cuenta el sector, pero no es suficiente ni la adecuada, como para decir que es apta para el consumo humano, pues según los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, todos los valores se encuentran sobre los datos señalados en la normativa vigente.

**Tabla 12**

*Datos estadísticos de parámetros evaluados.*

<b>Estadísticos descriptivos</b>								
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico
CT	16	4980	220	5200	1637,50	351,404	1405,615	1975753,333
CTT	16	1910	90	2000	466,88	114,916	459,662	211289,583
BH	16	6310	540	6850	2554,37	497,179	1988,715	3954986,250
N válido (por lista)	16							

Durante la semana uno de la evaluación, de los 16 datos que se analizaron, para cada parámetro, puedo decir lo siguiente:

- ✓ Para coliformes totales, se tiene como mínimo valor; el dato de 220 UFC/100ml, el cual corresponde al punto inicial de la III etapa, por el contrario, el mayor valor identificado se encuentra en el punto de riesgo de la II etapa, con un dato de 5200 UFC/100ml. Además, el valor de la media es de 1637.50 UFC/100 ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.
- ✓ Para coliformes termotolerantes, se tiene como mínimo valor; el dato de 90 UFC/100ml, el cual corresponde al punto inicial de la III etapa, a diferencia

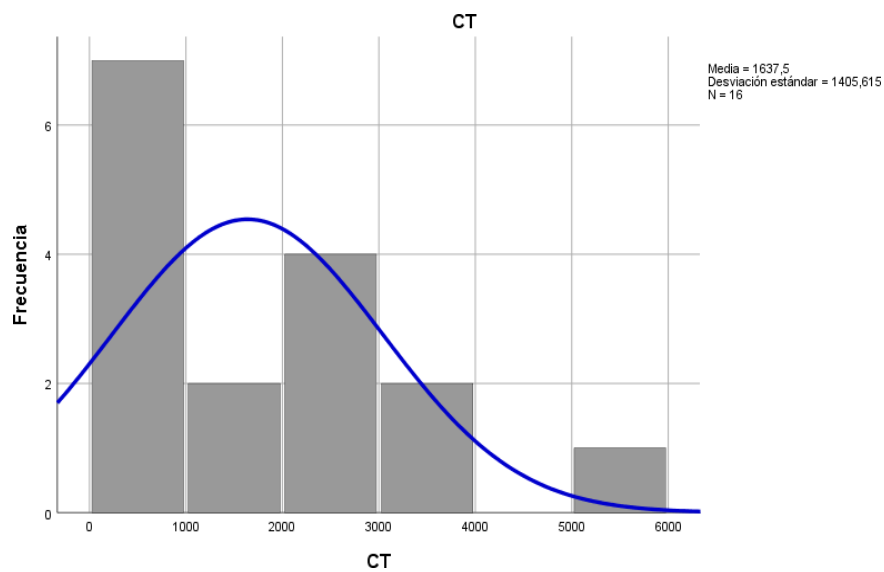
del mayor valor identificado que se encuentra en el punto de captación, con un dato de 2000 UFC/100ml. Además, el valor de la media es 466.88 UFC/100 ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.

- ✓ Para bacterias heterotróficas, se tiene como mínimo valor, el dato de 540 UFC/ml, el cual corresponde al punto inicial de la II etapa, por el contrario, el mayor valor identificado se encuentra en el punto de riesgo de la III etapa, con un dato de 6850 UFC/ml. Además, el valor de la media es 2554.83 UFC/ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser como máximo; de 500 UFC/ ml.

En el cuadro de datos estadísticos se puede confirmar que todo el sistema de abastecimiento de agua del sector fila alta-Jaén es un foco de contaminación microbiológica, ya que todos los valores de la media estadística están sobre los valores de los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa vigente.

**Figura 17**

*Histograma de frecuencias de coliformes totales.*



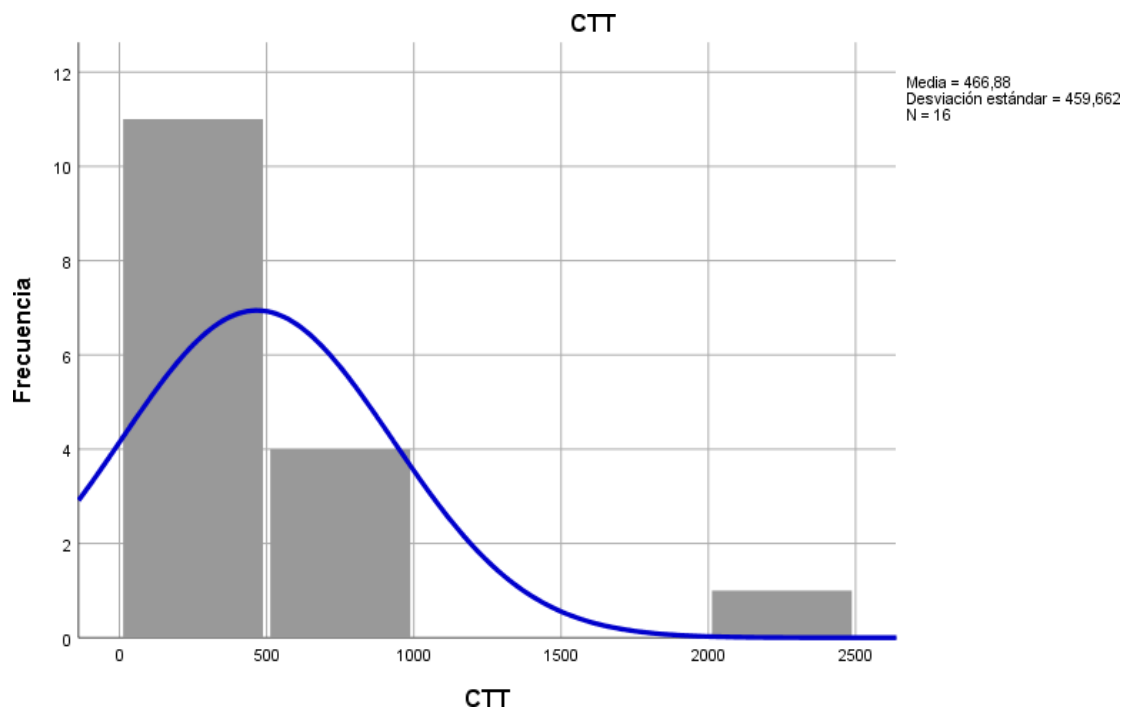
- ✓ El comportamiento de los datos con respecto a la media que es de 1637.5 UFC/100 ml, en su mayoría se encuentran distribuidos en la parte izquierda o inferior a ese rango, y del valor de la media hacia adelante o mayor a ella se aprecia un menor número de datos.
- ✓ La mayor cantidad de las muestras analizadas están representadas por los intervalos de 0 a 1000 UFC/100 ml, es decir 7 de los puntos de muestreo, lo que representa que existe mayor dispersión de datos en el primer rango de intervalos, 2 tienen valores de 1000 a 2000 UFC/100 ml, 4 tienen valores de 2000 a 3000 UFC/100 ml, 2 tienen valores de 3000 a 4000 UFC/100 ml, no existe ningún valor que se encuentre entre los intervalos de 4000 a 5000 UFC/100 ml, pero si existe 1 valor preocupante que se encuentra entre los

intervalos de 5000 a 6000 UFC/100 ml, el mismo que en el gráfico representa un valor atípico con respecto a la dispersión de los demás datos, el cual es atribuido a la muestra número 12, del punto de riesgo de la II etapa con un valor de 5200 UFC/100 ml. Con toda la descripción de los valores antes mencionados, afirmamos que estos se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles según lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, pues su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.

- ✓ Se puede apreciar que, con respecto al total de las 16 muestras analizadas, la variación en el histograma simboliza que estamos ante una distribución asimétrica positiva (cola hacia la derecha), por lo que la mayor cantidad de datos se encuentran hacia el lado izquierdo, según la curva.

**Figura 18**

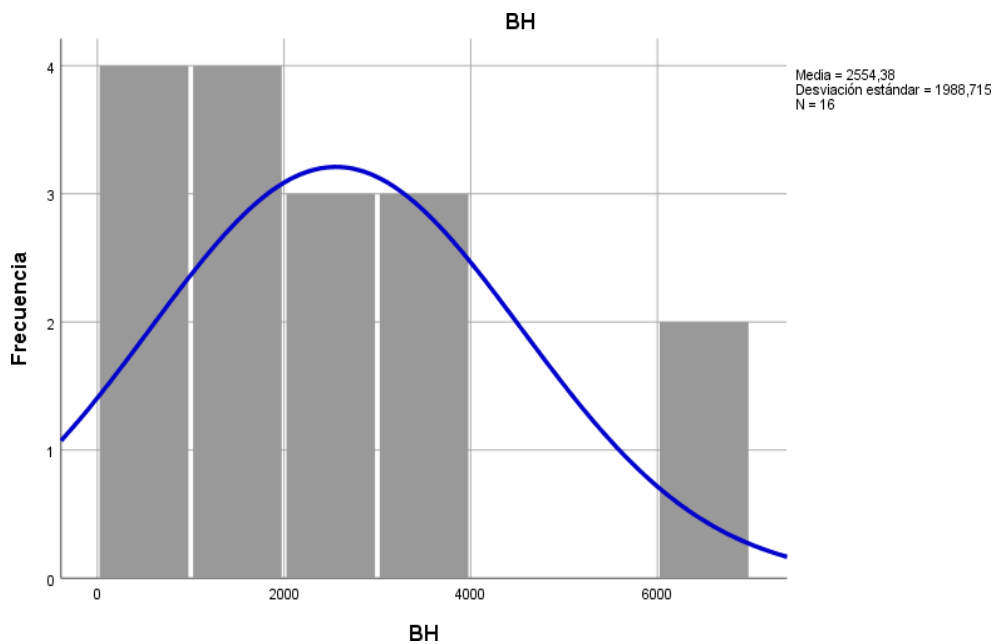
*Histograma de frecuencias de coliformes termotolerantes.*



- ✓ En este grafico se puede observar el comportamiento de los datos en lo que respecta a los coliformes termotolerantes donde 11 datos de 16 muestras evaluadas están en el rango de 90 a 490 UFC/100 ml, 4 datos se encuentran en el rango de 500 a 900 UFC/100 ml mientras que en los rangos de 1000 a 2000 UFC/100 ml no existe datos y además, con respecto al dato que se encuentran en el rangos de 2000 UFC/100 ml y 2500 UFC/100 ml, se considera de forma estadística un valor atípico lo cual indica que se encuentran muy distantes a los demás datos.
- ✓ También se puede observar que la mayoría de datos son menores que la media que es de 466.88 UFC/100 ml y se encuentran en la parte izquierda los cuales están entre los valores de 90 UFC/100mL a 400UFC/100 ml del grafico en relación a la frecuencia de 11 datos según las barras, interpretando el comportamiento de la curva se define que, a menor valor en UFC/100 ml que tenga cada dato la frecuencia será mayor, mientras que a mayor valor en UFC/100 ml la frecuencia disminuye.

**Figura 19**

*Histograma de frecuencias de bacterias heterotroficas.*



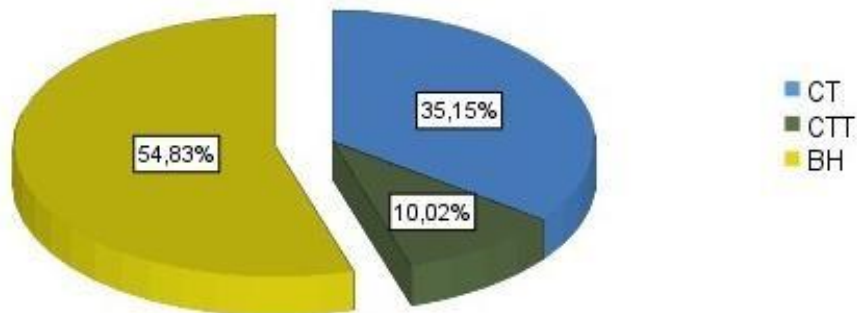


- ✓ En este grafico se puede observar el comportamiento de los datos de 16 muestras evaluadas en lo que respecta a las bacterias heterotróficas donde 8 datos del total de muestras están en el rango de 0 a 2000 UFC/100 ml, 6 datos se encuentran en el rango de 2000 a 4000 UFC/100 ml, mientras que en el rango de 4000 a 6000 no se registra dato alguno y, además, con respecto a los datos que se encuentran de 6000 UFC/100 ml en adelante se encuentran distantes a los demás datos.
- ✓ También se puede observar que la mayoría de datos se encuentran inclinados en la parte izquierda es decir 10 de ellos son menores a la media la cual es 2554.38, en la cual tiene una desviación estándar de 1988,715 e interpretando el comportamiento de la curva es debido a que, a menor valor en UFC/ ml que tenga cada dato la frecuencia será mayor, mientras que a mayor valor en UFC/ ml la frecuencia disminuye.

**Figura 201**

*Proporcion estaditica de contaminación microbiologica del agua de consumo humano.*

**Contaminación microbiológica del agua**

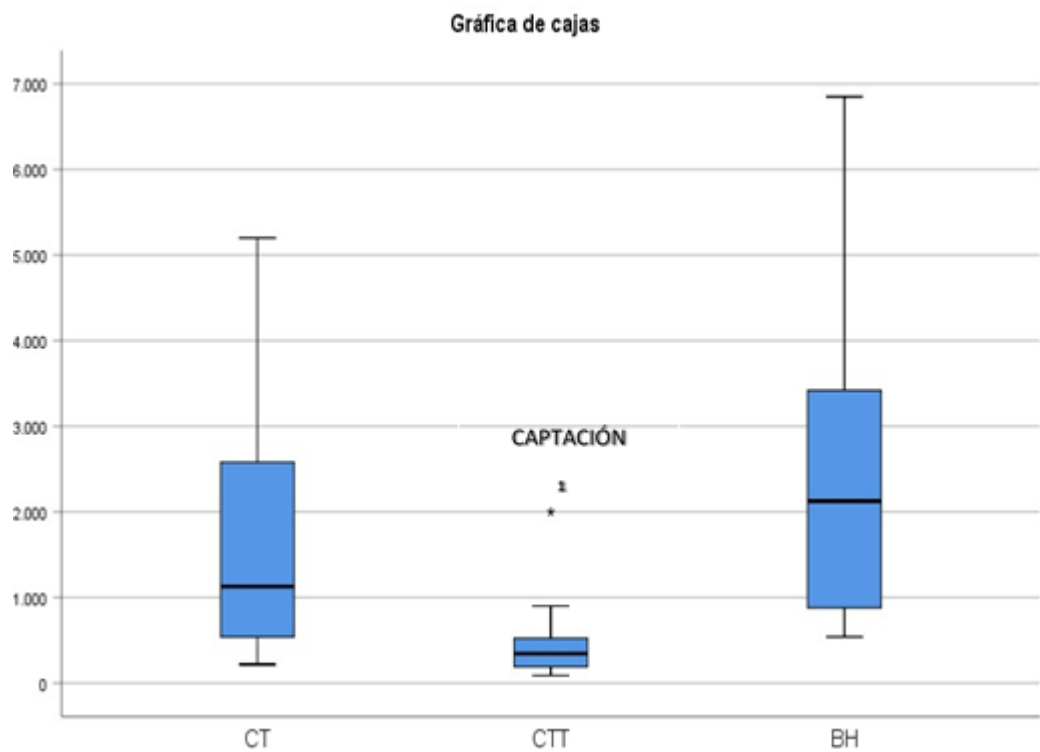


Se puede identificar que del 100 % de las muestras analizadas, el de mayor porcentaje está representado por la presencia de bacterias heterotróficas, las mismas que simbolizan un 54,83 % del total.

A diferencia de la presencia de coliformes termotolerantes la cual nos indica que esta representada en un menor porcentaje, con un valor del 10,02 % del total de las muestras, ya que estas se encuentran dentro de los coliformes totales cumpliéndose la teoría que no pueden ser mayores que ellas, siendo igual un riesgo de contraer alguna enfermedad para la población del sector que consume o se sirve del vital líquido, que según la normativa vigente; los LMP es de 0 UFC/100 ML.

**Figura 21**

*Distribución de datos en caja de bigotes*



- ✓ En esta grafica de cajas de bigotes se determina que para la primera caja referida a las bacterias “coliformes totales” existe una mayor dispersión de datos en el cuartil 3, es decir están sobre la media o promedio a diferencia del cuartil 1 aquí se observa que las dispersiones de datos están más homogéneas, es decir se encuentran bajo la media, teniendo un valor mínimo de 220 y un máximo de 5200.
- ✓ Con respecto en la caja de “coliformes termotolerantes”, se observa que hay una homogeneidad con respecto a la dispersión de datos entre los cuartiles 1 y 3, donde también se puede observar que hay un valor atípico extremo el dato 1 esto quiere decir que éste está fuera o muy distante a los demás.
- ✓ Con respecto en la caja de las “bacterias heterotróficas”, se observa que hay una homogeneidad con respecto a la dispersión de datos entre los cuartiles 1 y 3 y la media, teniendo un valor mínimo de 540 y un máximo de 6850.

**SEMANA N°2-(27/01/2020)**

**Tabla 13**

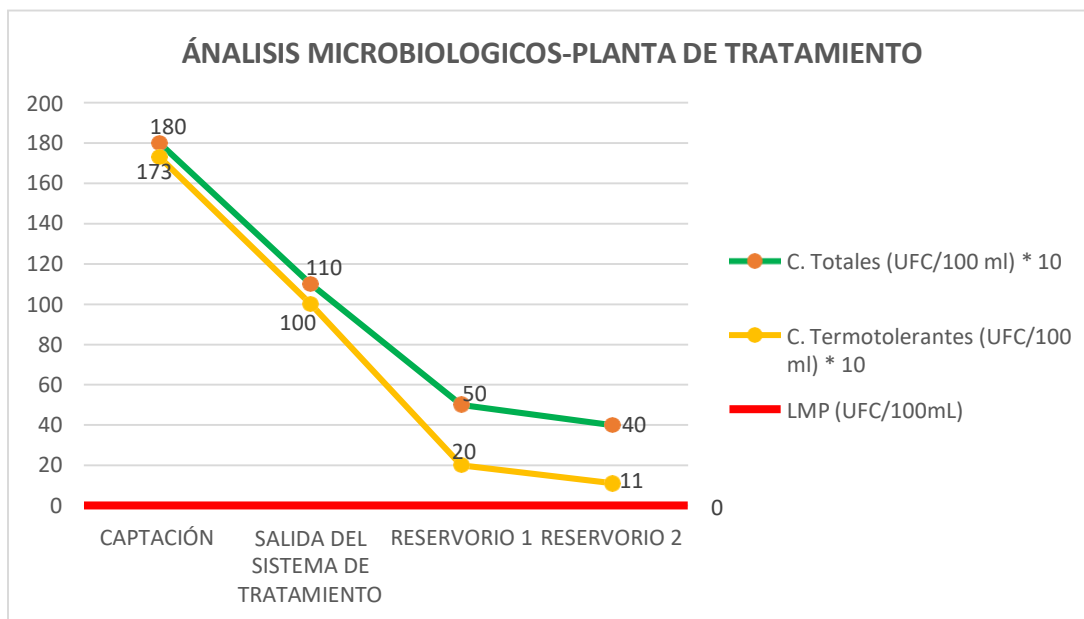
*Registro de datos para la cuantificación de Coliformes Totales, Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas en Planta de Tratamiento.*

PLANTA DE TRATAMIENTO	FILA-ALTA (PUNTOS DE MUESTREO)	FECHA Y HORA DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE ANÁLISIS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	BACTERIAS HETEROTRÓFICAS
				UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/mL
				Agar Endo	Agar m-FC	Agar para recuento en Placa
				Tem: 35 C° +/- 0.5 C°-22 Y 24 H	Tem: 44,5 C° +/- 0.2 C°-22 y 24 H	Tem: 35 C° +/- 0.5 C°- 48 H
	<b>CAPTACIÓN</b>	27/01/2020 - 6:15 am		180 *10	173*10	640*10
	<b>SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO</b>	27/01/2020- 7:18 am		110*10	100*10	270*10
	<b>RESERVORIO 1</b>	27/01/2020- 07:21 am	27/01/2020- 3:30 pm	50*10	20*10	420*10
	<b>RESERVORIO 2</b>	27/01/2020- 7:28 am		40*10	11 *10	280*10

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

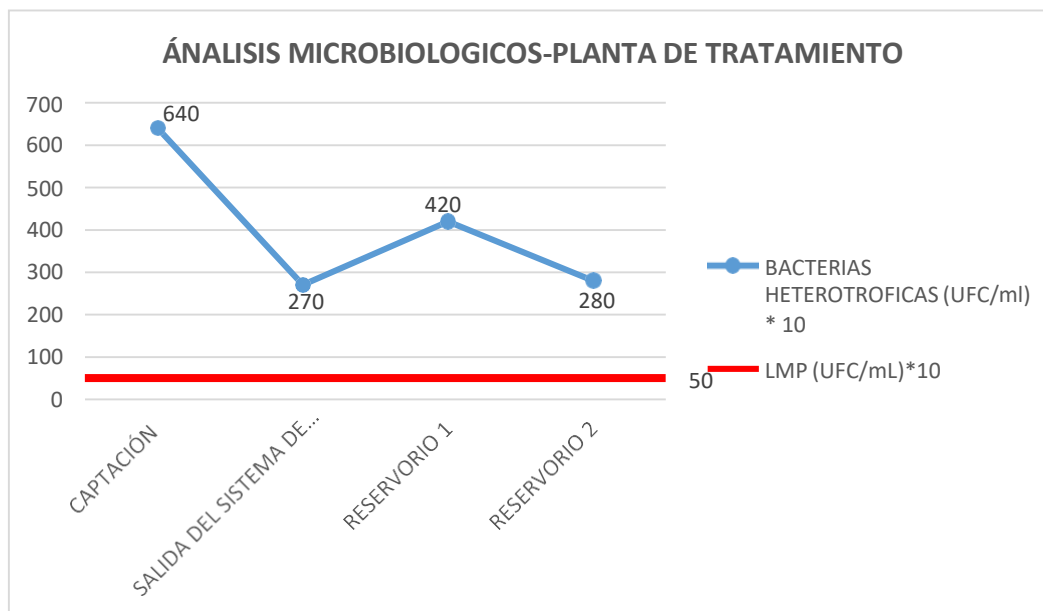
**Figura 22**

*Resultados del comportamiento de C. totales y C. termotolerantes en planta de tratamiento.*



**Figura 23**

Resultados del comportamiento de Bacterias Heterotróficas en planta de tratamiento



**Tabla 14**

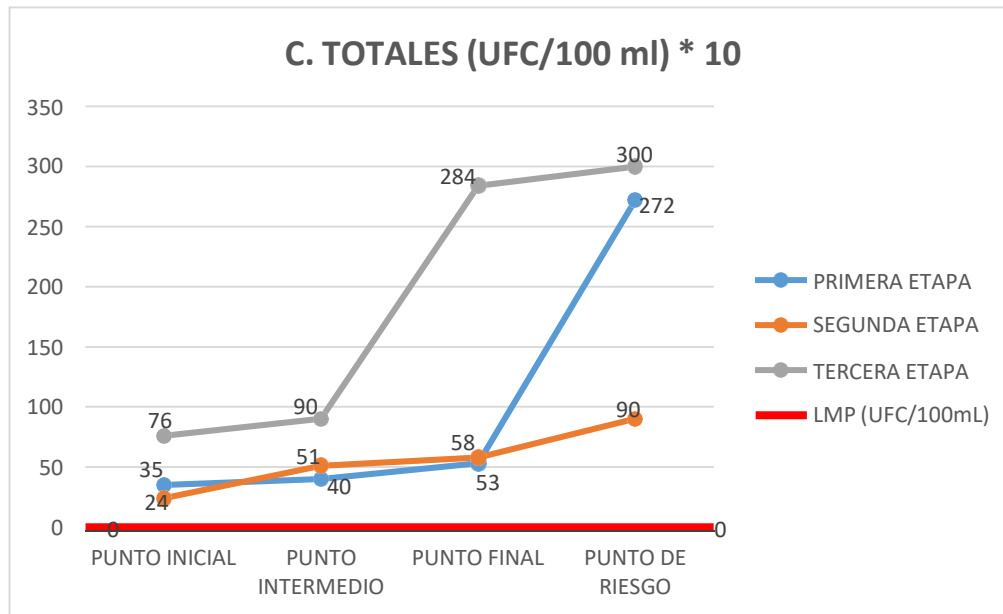
*Registro de datos para la cuantificación de C. Totales, C. Termotolerantes y B. Heterotróficas en redes de distribución.*

REDES DE DISTRIBUCIÓN	FILA-ALTA (PUNTOS DE MUESTREO)	FECHA Y HORA DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE ANÁLISIS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	BACTERIAS HETEROTRÓFICAS
				UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/mL
				Agar Endo	Agar m-FC	Agar para recuento en Placa
				T°: 35 C° +/- 0.5 C°-22 Y 24 H	T°: 44,5 C° +/- 0.2 C°-22 y 24 H	T°: 35 C° +/- 0.5 C°- 48 H
PRIMERA ETAPA	Punto Inicial	27/01/2020 - 8:20 am	27/01/2020-3:30 pm	35*10	10*10	53*10
	Punto Intermedio	27/01/2020- 8:25 am		40*10	20*10	58*10
	Punto Final	27/01/2020- 8:30 am		53*10	47*10	207*10
	Punto de Riesgo	27/01/2020- 8:40 am		272*10	67*10	416*10
SEGUNDA ETAPA	Punto Inicial	27/01/2020 -8:55 am		24*10	19*10	33*10
	Punto Intermedio	27/01/2020 - 9:10 am		51*10	36*10	78*10
	Punto Final	27/01/2020 - 9:25 am		58*10	47*10	67*10
	Punto de Riesgo	27/01/2020 - 9:40 am		90*10	55*10	185*10
TERCERA ETAPA	Punto Inicial	27/01/2020 -9:55 am		76*10	45*10	94*10
	Punto Intermedio	27/01/2020 -10:10 am		90*10	80*10	119*10
	Punto Final	27/01/2020 - 10:20 am		284*10	132*10	346*10
	Punto de Riesgo	27/01/2020 - 10:35 am		300*10	268*10	395*10

UFC: Unidades Formadoras de Colonia

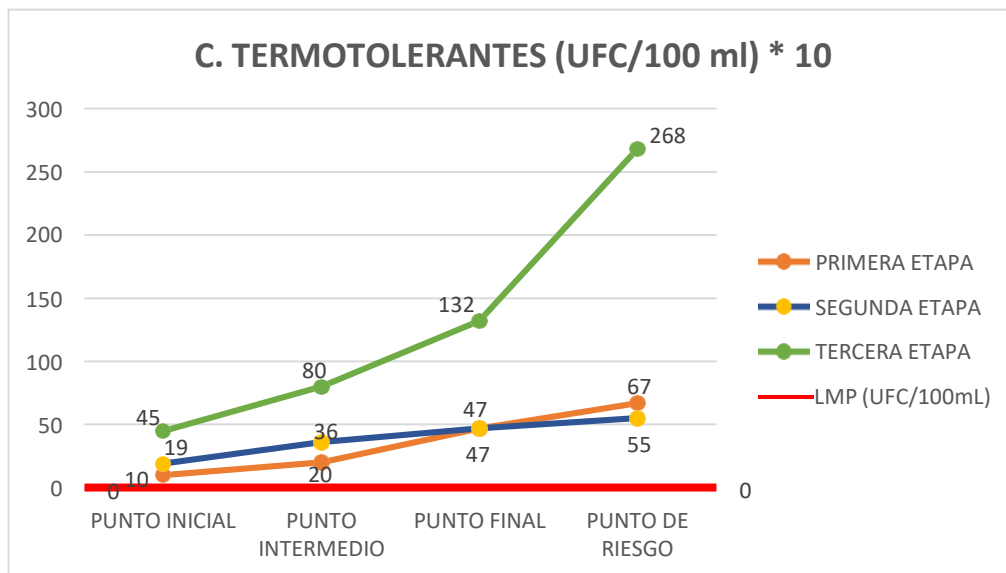
**Figura 24**

*Resultados del comportamiento de Coliformes Totales en redes de distribución.*



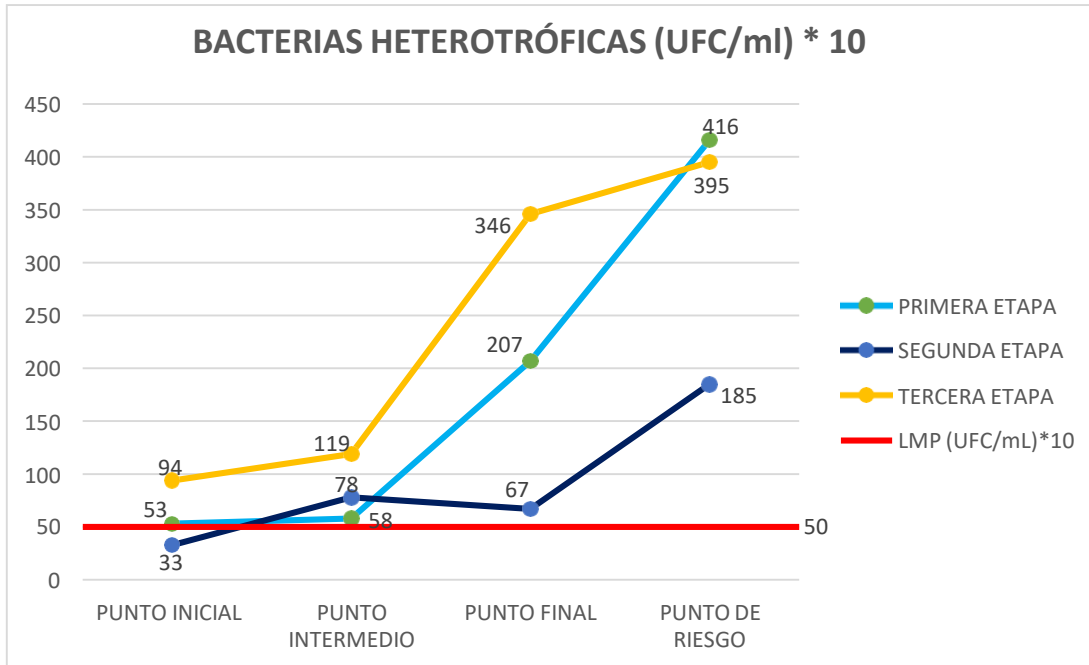
**Figura 25**

*Resultados del comportamiento de Coliformes Termotolerantes en redes de distribución.*



**Figura 26**

*Resultados del comportamiento de Bacterias Heterotróficas en redes de distribución.*

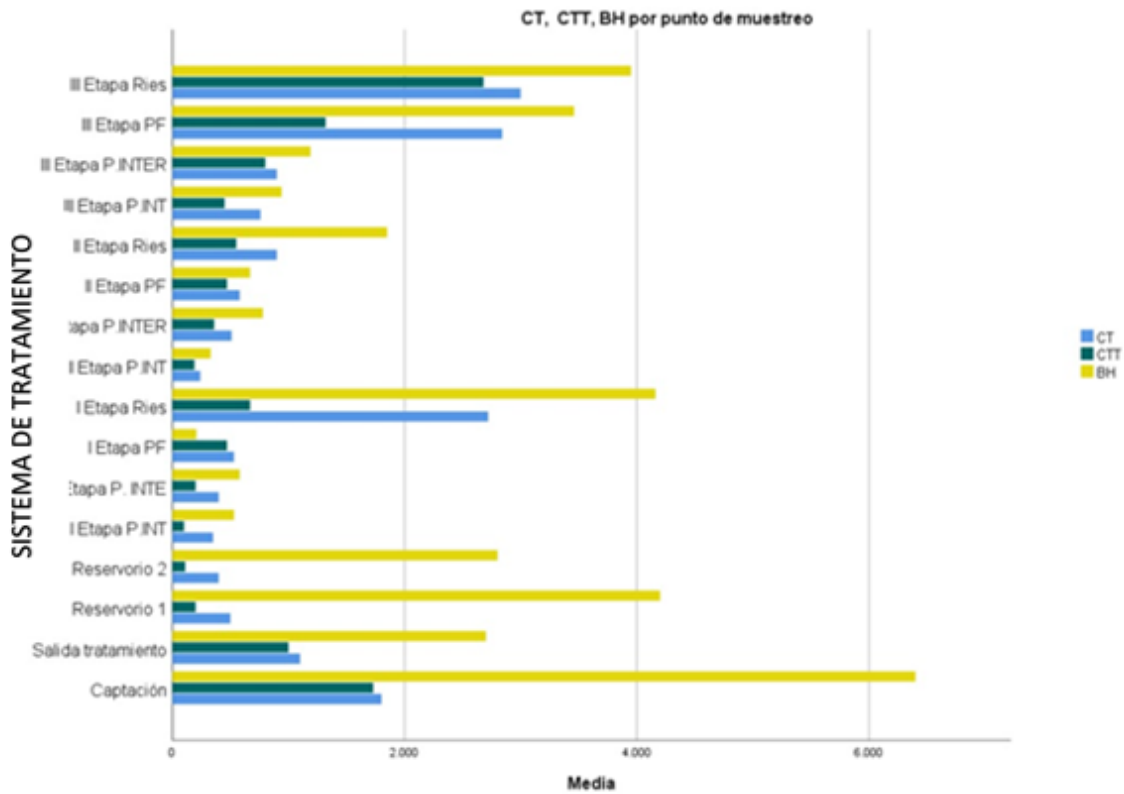


### 5.3. Análisis estadístico en la segunda semana de monitoreo (27/01/2021)

De acuerdo a los resultados que corresponden a la segunda semana de muestreo en todo el sistema de tratamiento convencional de Fila Alta, para determinar la cantidad de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, que se encuentran distribuidas entre los puntos donde se tomaron las muestras, se realizó la representación estadística de las cuales podemos decir lo siguiente:

**Figura 2**

*Resultados de análisis microbiológicos del sistema de abastecimiento.*





- ✓ Según la gráfica que describe la concentración de bacterias de cada punto de muestreo del sistema de abastecimiento de agua a la población del sector fila-Alta –Jaén, se determina que, en las tres etapas de dicho sector, el nivel más alto de concentración de bacterias microbiológicas se encuentra en las zonas o puntos de riesgo, infiriendo así por la disminución de presión que se presenta en las redes de distribución.
- ✓ Se observa que en la captación tiene niveles muy altos en lo que respecta a la concentración de bacterias, pero a medida que ha sido sometido a tratamiento ha ido disminuyendo y eso se puede corroborar observando los puntos de la salida de tratamiento y los reservorios 1 y 2.
- ✓ También se observa que, en todos los puntos del sistema de abastecimiento, las bacterias heterotróficas son las que tienen o sobresalen en niveles más altos de concentración bacteriológica.

**Tabla 15**

*Datos estadísticos de parámetros evaluados.*

<b>Estadísticos descriptivos</b>							
	N	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico
CT	16	240	3000	1095,63	237,459	949,835	902186,250
CTT	16	100	2680	706,25	173,692	694,770	482705,000
BH	16	207	6400	2171,69	459,613	1838,453	3379908,229
N válido (por lista)	16						

Durante la semana dos de la evaluación, de los 16 datos que se analizaron, para cada parámetro, se dice lo siguiente:

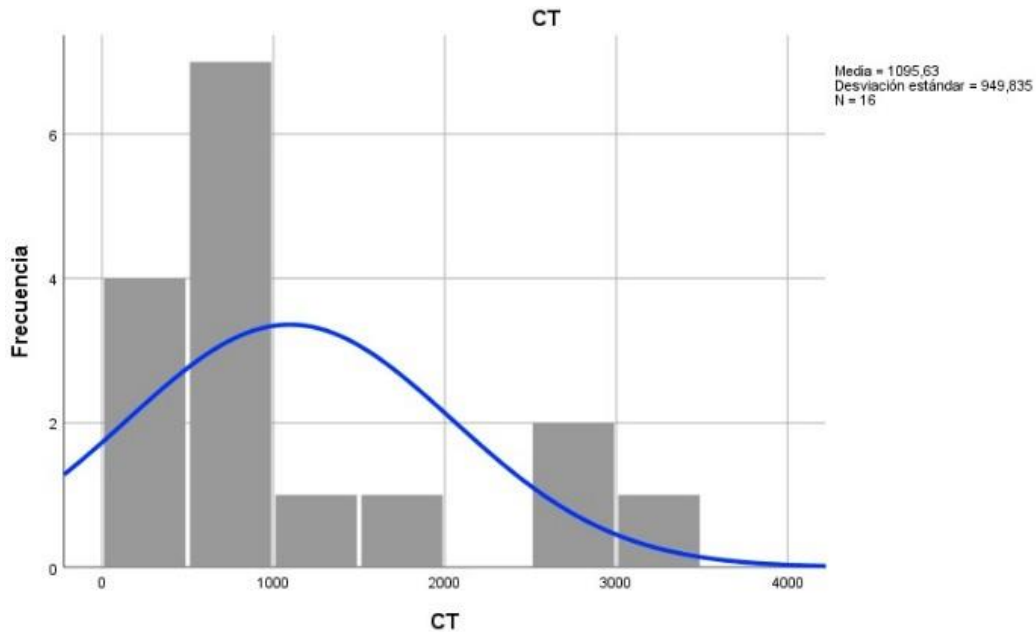
- ✓ Para coliformes totales, se tiene como mínimo valor; el dato de 240 UFC/100ml, el cual corresponde al punto inicial de la II etapa, por el contrario, el mayor valor identificado se encuentra en el punto de riesgo de la III etapa, con un dato de 3000 UFC/100ml. Además, el valor de la media

es de 1095.93 UFC/100 ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.

- ✓ Para coliformes termotolerantes, se tiene como mínimo valor; el dato de 100 UFC/100ml, el cual corresponde al punto inicial de la I etapa, a diferencia del mayor valor identificado que se encuentra en el punto de riesgo de la III etapa, con un dato de 2680 UFC/100ml. Además, el valor de la media es 706.25 UFC/100 ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.
- ✓ Para bacterias heterotróficas, se tiene como mínimo valor, el dato de 207 UFC/ml, el cual corresponde al punto final de la III etapa, por el contrario, el mayor valor identificado se encuentra en el punto de captación del sistema de tratamiento, con un dato de 6400 UFC/ml. Además, el valor de la media es 2171.69 UFC/ml, lo cual se encuentra sobre los límites máximos permisibles, según la normativa vigente del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que su presencia debería ser como máximo; de 500 UFC/ ml.

**Figura 28**

*Histograma de frecuencias de coliformes totales.*



El comportamiento de los datos con respecto a la media que es de 1095.63 UFC/100 ml, en su mayoría se encuentran distribuidos en la parte izquierda o inferior a ese rango, y del valor de la media hacia adelante o mayor a ella se aprecia un menor número de datos.

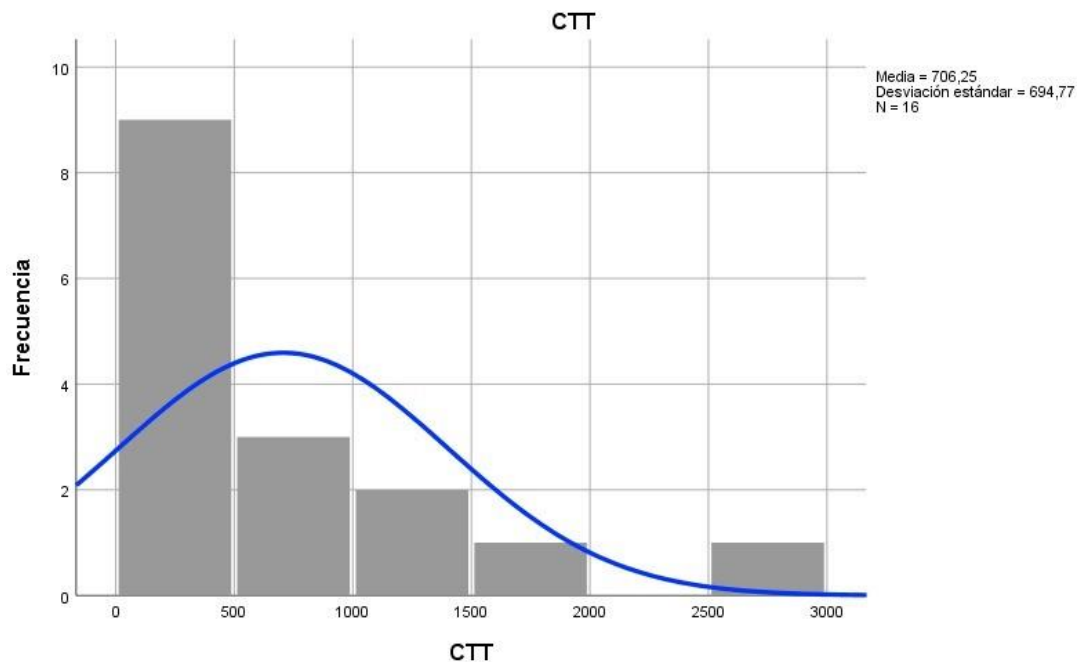
- ✓ La mayor cantidad de las muestras analizadas están representadas por los intervalos de 0 a 1000 UFC/100 ml, es decir 11 de los puntos de muestreo, lo que representa que existe mayor dispersión de datos en el primer rango de intervalos, 2 tienen valores de 1000 a 2000 UFC/100 ml, no existe ningún valor que se encuentre entre los intervalos de 2000 a 2500 UFC/100 ml, pero si existe 3 valores alarmantes que se encuentra entre los intervalos de 2500 a 3500 UFC/100 ml aproximadamente, los cuales en el gráfico representan un conjunto de valores atípicos con respecto a la dispersión de los demás datos, siendo atribuidos a la muestra número 8, 15 y 16, del punto de riesgo de la I etapa con un valor de 2720 UFC/100 ml, el punto final de la III etapa con un valor de 2840 UFC/100ml y el punto de riesgo de la III etapa con un

dato de 3000 UFC/100ml; respectivamente. Con toda la descripción de los valores antes mencionados, afirmamos que estos se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles según lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, pues su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.

- ✓ Se puede apreciar que, con respecto al total de las 16 muestras analizadas, la variación en el histograma simboliza que estamos ante una distribución asimétrica positiva (cola hacia la derecha), por lo que la mayor cantidad de datos se encuentran hacia el lado izquierdo, según la curva.

**Figura 29**

*Histograma de frecuencias de coliformes termotolerantes.*



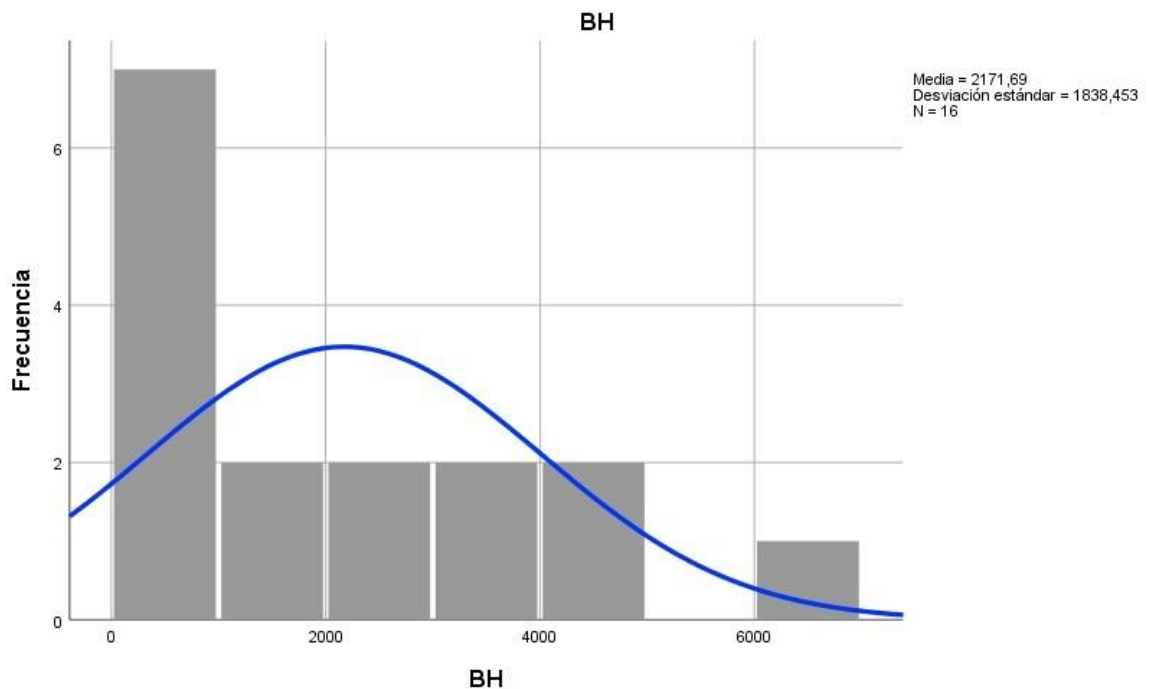
- ✓ En este grafico se puede observar el comportamiento de los datos en lo que respecta a los coliformes termotolerantes donde 9 datos de 16 muestras evaluadas están en el rango de 100 a 470 UFC/100 ml, 3 datos se encuentran

en el rango de 500 a 1000 UFC/100 ml, 2 datos se encuentran en el rango de 1000 a 1500 UFC/100 ml y un dato de 1500 a 2000 UFC/100 ml, mientras que en los rangos de 2000 a 2500 UFC/100 ml no existe datos y además, con respecto al dato que se encuentran en el rangos de 2500 UFC/100 ml y 3000 UFC/100 ml, se considera de forma estadística un valor atípico lo cual indica que se encuentran muy distantes a los demás datos.

- ✓ También se puede observar que la mayoría de datos son menores que la media que es 706.25 UFC/100 ml y se encuentran en la parte izquierda los cuales están entre los valores de 100 UFC/100mL a 670UFC/100 ml del grafico en relación a la frecuencia de 11 datos según las barras, interpretando el comportamiento de la curva se define que, a menor valor en UFC/100 ml que tenga cada dato la frecuencia será mayor, mientras que a mayor valor en UFC/100 ml la frecuencia disminuye.

**Figura 30**

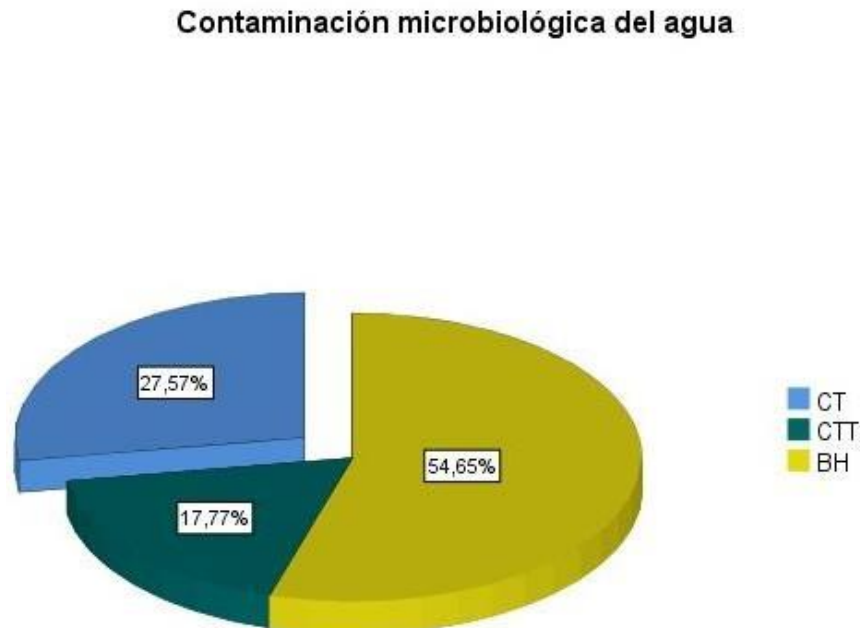
*Histograma de frecuencias de bacterias heterotroficas.*



- ✓ El comportamiento de los datos con respecto a la media que es de 2171.69 UFC/100 ml, en su mayoría se encuentran distribuidos en la parte izquierda o inferior a ese rango, y del valor de la media hacia adelante o mayor a ella se aprecia un menor número de datos.
  
- ✓ La mayor cantidad de las muestras analizadas están representadas por los intervalos de 0 a 2000 UFC/100 ml, es decir 9 de los puntos de muestreo, lo que representa que existe mayor dispersión de datos en el primer rango de intervalos, 4 tienen valores de 2000 a 4000 UFC/100 ml, no existe ningún valor que se encuentre entre los intervalos de 4500 a 6000 UFC/100 ml, pero si existe 1 valor alarmante que se encuentra entre el intervalo de 5000 a 6000 UFC/100 ml aproximadamente, el cual en el gráfico representa un valor atípico con respecto a la dispersión de los demás datos, siendo atribuido a la muestra número 1, del punto de captación con un valor de 6400 UFC/100 ml. Con toda la descripción de los valores antes mencionados, afirmamos que estos se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles según lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, pues su presencia debería ser de 0 UFC/100 ml.
  
- ✓ Se puede apreciar que, con respecto al total de las 16 muestras analizadas, la variación en el histograma simboliza que estamos ante una distribución asimétrica positiva (cola hacia la derecha), por lo que la mayor cantidad de datos se encuentran hacia el lado izquierdo, según la curva.

**Figura 31**

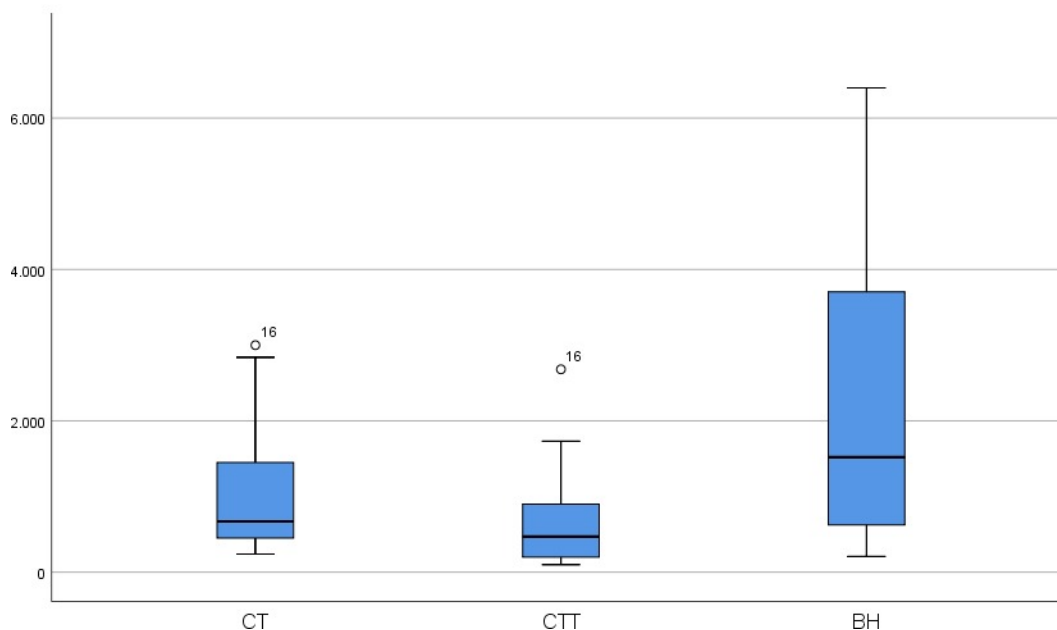
*Proporción estadística de contaminación microbiológica del agua de consumo humano.*



- ✓ El siguiente gráfico representa el 100 % de las muestras de agua analizadas en la segunda semana de evaluación, en la cual se puede determinar que las bacterias heterotrofas con el 54,65 % son la de mayor población que los coliformes totales y los coliformes termotolerantes, siendo así un riesgo de enfermedad para la población del sector que consume o se sirve del vital líquido.
- ✓ Con respecto a las bacterias termotolerantes nos indica que es la de menor presencia o población ya que tiene el 17,77 % del total de las muestras, ya que estas están dentro de los coliformes totales cumpliendo la teoría que no pueden ser mayores que ellos, siendo así un riesgo de enfermedad para la población del sector que consume o se sirve del vital líquido, que según los LMP es de 0 UFC/100 ml.

**Figura 32**

*Distribución de datos en caja de bigotes.*



- ✓ Se representa a través de una caja de bigotes para comparar la distribución de datos analizados en la segunda semana, para la determinación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, en el cual podemos apreciar que la caja en la que existe mayor dispersión de los datos, está representada por la de bacterias heterotróficas, pues está simbolizada por el tamaño de la caja, así como también por los extremos de sus bigotes.
- ✓ Además, en la caja que contiene los datos distribuidos para coliformes totales y coliformes termotolerantes se puede apreciar que en ambas cajas existen valores atípicos leves, los cuales se encuentran fuera del valor límite calculados para cada una de las cajas. Los datos con valores atípicos son: de 3000 UFC/100 ML y 2680 UFC/100 ML, ambos datos representados por la muestra número 16, que hace referencia a la zona de riesgo de la III etapa del sector Fila Alta.



## VI. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre la calidad microbiológica del agua para consumo humano dejan ver niveles de contaminación que la hacen no apta para su consumo, en todas las muestras procesadas obtenidas de cada una de las instalaciones del sistema de abastecimiento del sector de Fila Alta, pues luego del respectivo análisis microbiológico, se tuvieron hallazgos de niveles de contaminación que de acuerdo a la hipótesis planteada, superan los límites máximos permisibles, establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA, 2015 en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S N°031-2010-SA, del Ministerio de Salud, dichos resultados son a consecuencia de muchos factores que involucran principalmente la falta de continuidad del servicio, lo cual conlleva a que la población debe almacenar el agua en pozos, tanques, depósitos, entre otros, los mismos que no son estrictamente supervisados, ni tienen el mantenimiento adecuado, sumado además el poco abastecimiento que existe para los lugares más alejados del sector consideradas como zonas de riesgo, en las mismas que los niveles de presión son sumamente bajos, además de ello la escasa utilización de cloro para contribuir a reducir la carga microbiológica que se presenta en el agua. Asimismo, se coincide con una investigación realizada en “Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del Puerto de San José, departamento de Escuintla”, en Guatemala, cuyos valores obtenidos, determinan que el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad de Puerto de San José, según características bacteriológicas, no es apta para consumo humano, por lo que en determinados momentos puede afectar la salud del consumidor, además de ellos este vital líquido, es considerado de mala calidad debido a los siguientes indicadores: no se mantienen las concentraciones óptimas de cloro de manera uniforme en los pozos, las instalaciones de cada uno de los pozos están en malas condiciones físicas, el sistema de cloración no es el indicado, no existe un sistema de mantenimiento preventivo, solo correctivo, no existe una supervisión, evaluación y monitoreo de la calidad del agua de parte de las autoridades municipales. (Ramos, 2006, p.57)

Realizado el proceso de toma de muestras, las mismas, que fueron obtenidas de pozos de cemento, se considera que es también uno de los indicativos más importantes que estaría repercutiendo en los niveles de contaminación que reflejan los elevados resultados que demuestran los análisis microbiológicos. Pues también se coincide con lo descubierto en una investigación que manifiesta que; los parámetros bacteriológicos, coliformes totales y coliformes fecales de aguas de pozos artesanales y tubulares exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Por este motivo a pesar que los parámetros físicos y químicos no exceden en su totalidad los LMP, se demostró que bacteriológicamente si hay presencia de coliformes, por lo tanto, el agua de pozos artesanales y tubulares son considerados no aptos para el consumo humano. (Calsín,2016, p.50)

Según los análisis estadísticos de los resultados de las muestras de agua tomadas en los diversos puntos del sistema de abastecimiento del sector Fila Alta, reflejan que el 100% de las muestras se encuentran contaminadas por presencia de agentes microbiológicos de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, pues todos ellos superan los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S N°031-2010-SA, del Ministerio de Salud. Las muestras de agua analizadas para coliformes totales presentan valores que superan lo permitido (0 UFC/100 ml), en intervalos de 220 a 5200 UFC/100 ml, en intervalos de 90 a 2680 UFC/100 ml, para número de coliformes termotolerantes, superiores a lo permitido (0 UFC/100 ml) y en intervalos de 207 a 6850 UFC/ml, para número de bacterias heterotróficas que también superan lo establecido según normativa (500 UFC/ml), por lo que se determina que el sistema de abastecimiento del sector Fila Alta, distrito y provincia de Jaén, no cuenta con ningún tratamiento para disminuir la turbidez ni para contribuir con la desinfección del agua de consumo humano que es distribuido a la población, lo cual estaría generando que se produzcan mayores niveles de enfermedades gastrointestinales o de infección. Al mismo tiempo, se relaciona con la investigación acerca de “Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por enteropatógenos de mayor incidencia en

los niños y niñas de centros educativos de educación primaria del distrito por de Pichari, La Convención, Cusco-Valle del Río Apurímac, de marzo a julio 10 del 2006”, lo cual reporta resultados en los que el 100 % de las muestras presentan contaminación por presencia de agentes patógenos, los cuales no cumplen con las normas microbiológicas de INDECOPI y los valores de la guía de la OMS, las muestras presentaron valores para número de Bacterias Mesófilas Heterótrofas Viabiles, superiores a lo permisible (500 UFC/ml), en un rango de 698,000 a 13,000 UFC/ml.; para número de Coliformes Totales, superiores a lo permisible (0 UFC/100 ml), en un rango de 545,000 UFC a 10,000 UFC/100ml.; para número de Coliformes Fecales, superiores a lo permisible (0 UFC/100 ml), en un rango de 553,000 a 10,000 UFC/100ml. Y valores para Enterococos, superiores a lo permisible (0 UFC/100 ml), en un rango de 680,000 a 10,000 UFC/100ml. Por lo que se concluye que no existe ningún sistema de purificación del agua de consumo humano en el Distrito de Pichari. (Cruz, 2006, p.88)

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

- ✓ No se garantiza el consumo de agua del sistema de abastecimiento, que distribuye al sector Fila Alta-Jaén, debido a que es de mala calidad microbiológica, ya que se encontró grandes poblaciones de unidades formadoras de colonias que afectan directamente la salud de las personas, esto es debido a que cuenta con una infraestructura que no cumple las condiciones que se requiere y un insuficiente proceso de desinfección lo cual contribuye a la proliferación de bacterias presentes en el agua de consumo humano.
- ✓ El agua de consumo humano en todo el sistema de abastecimiento, es de mala calidad microbiológica, pues los resultados de la evaluación, obtenidos en el laboratorio, reflejan que para coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, exceden los Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA/Ministerio de Salud, además se comprobó que existe mayor presencia de coliformes totales, termotolerantes y bacterias heterotróficas, en las redes de distribución que se encuentran en las zonas más alejadas de cada etapa del sector de Fila Alta, consideradas como puntos de riesgo, pues los niveles de contaminación se encuentran entre los valores de 900 a 5200 UFC/100 ml, para coliformes totales, para coliformes termotolerantes están entre 400 a 2680 UFC/100 ml, y entre los valores de 1850 a 6850 UFC/ml, para bacterias heterotróficas, lo cual principalmente se debe a que la cantidad de agua que llega hasta esas zonas, son con presiones bastante bajas, además de las deficientes condiciones higiénico-sanitarias en las que se almacenan este vital líquido en los pozos, además de ello se confirmó a través de análisis estadísticos, que el 100 % de las muestras presentan contaminación por presencia de los parámetros antes mencionados, con una cantidad de 31.66 % para CT, 13.59 para CTT y 54.75 % para BH.

✓ Se logró identificar y cuantificar de forma óptima las unidades formadoras de colonias microbiológicas en lo que se refiere a coliformes totales y coliformes termotolerantes, para ello se utilizó el método de filtración por membrana que rige la metodología de la Norma Técnica Peruana (NTP) 214.031-2001 y la NTP 214.032-2001, respectivamente. Así como también para la detección y cuantificación de bacterias heterotróficas usando la técnica de incorporación (pour plate method).

## **7.2. Recomendaciones**

✓ Se recomienda y es oportuno que la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), siendo la encargada de la regulación y supervisión del suministro y distribución de agua de consumo humano en el Perú, junto con la municipalidad provincial de Jaén, brinden el asesoramiento técnico y seguimiento respectivo al comité que administra la distribución de agua en el sector Fila Alta, principalmente en cuanto a calidad microbiológica ya que debido a los resultados obtenidos no cumplen con los parámetros microbiológicos tal y como está establecido en el reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA//Ministerio de Salud.

✓ A los representantes que dirigen la asociación administradora de agua y alcantarillado Fila Alta (ASAAFA) se recomienda implementar y realizar mantenimiento a la planta de tratamiento con floculadores y decantadores para disminuir la turbidez y mejorar el proceso de filtración, además de realizar una adecuada desinfección utilizando valores óptimos de dosificación de cloro en relación a las cantidades de agua que se procesa, asimismo se considera tener en cuenta un factor importante, como es el de la vigilancia de la calidad microbiológica del agua desde la fuente natural, hasta los sistemas de recolección para tratamiento, distribución y almacenamiento en las viviendas, todo ello con una adecuada implementación que garanticen la inocuidad del recurso hídrico hasta su destino final, teniendo en cuenta que las muestras analizadas contienen niveles de contaminación que superan los límites establecidos, lo cual constituye

una fuente potencial de riesgo para el desarrollo de las actividades de la zona y predispone a la población a contraer enfermedades de origen hídrico.

✓ Tomando como referencia al Ministerio de salud, se recomienda determinar y realizar ciertas actividades dentro de una frecuencia establecida según el ámbito en el que se encuentre; para el caso de sistemas de agua del ámbito urbano, la determinación de cloro libre residual se debe realizar semanalmente, mientras que, para el muestreo de parámetros microbiológicos, la frecuencia mínima por sistema debe ser de 8 muestras al mes.

✓ Se recomienda a la población hervir el agua, que es un método temporal para eliminar bacterias, donde la ebullición debe ser durante unos minutos para luego ser utilizada para el consumo.

✓ Al director del centro de salud de Fila Alta, desarrollar e implementar un programa de educación sanitaria específica que incluya capacitaciones a la población, con respecto a la extracción, tratamiento, uso e ingesta del agua de calidad, para el consumo humano, además de campañas de control y monitoreo de las enfermedades que se podrían generar a partir del consumo de agua que se encuentren sobre los límites máximos permisibles.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briñez, K., Guarnizo, J, y Arias S. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30 (2), 176. Recuperado el 12 de Octubre del 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12023918006>
- Calsín, K.V. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno – 2016* (tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 15 de Octubre del 2019, de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4187/Calsin\\_Ramirez\\_Katherine\\_Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4187/Calsin_Ramirez_Katherine_Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cruz, V. (2006). *Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por enteropatógenos de mayor incidencia en los niños y niñas de centros educativos de educación primaria del distrito de Pichari, La Convención, Cusco-Valle del Río Apurímac, de marzo a julio del 2006*. (tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado el 15 de Octubre del 2019, de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3031/Cruz\\_vw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3031/Cruz_vw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, L., Chamizo, H., y Mora, D. (2011). Calidad del agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 20 (1), 22. Recuperado el 11 de junio del 2019, de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v20n1/art4v20n1.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Perú: *Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital*, 2007. Recuperado el 14 de Octubre del 2019, de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0867/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0867/libro.pdf)

Organización Mundial de la Salud. (2019). Agua. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ramos, F. (2006). *Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Área Urbana del Puerto de San José, Departamento de Escuintla*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos, Guatemala. Recuperado el 17 de Octubre del 2019, de <https://docplayer.es/12294688-Analisis-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-en-el-area-urbana-del-puerto-de-san-jose-departamento-de-escuintla.html>

Vergaray, G., y Méndez, C. (1994). Eficiencia de un programa para proteger la calidad del agua proveniente de plantas de tratamiento. *Sociedad Peruana de Epidemiología*, 7 (2), 5. Recuperado el 15 de Octubre del 2019, de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/epidemiologia/v07\\_n2/pdf/a02v7n2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/epidemiologia/v07_n2/pdf/a02v7n2.pdf)



## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, se desea expresar nuestro agradecimiento al único dador de la vida “DIOS” por permitirnos la existencia y ser nuestro guía en el caminar del día a día.

A nuestros asesores de tesis Dr. Juan Manuel Garay Román y Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga, por que estuvieron comprometidos con esta investigación hasta el final, por su tiempo brindado, por la revisión cuidadosa que ha realizado de este texto y sus valiosas sugerencias en momentos de duda, que dieron frutos con la culminación de esta tesis.

A la empresa prestadora de servicios de saneamiento “MARAÑON” por habernos permitido el uso de su laboratorio de control de calidad en la planta de tratamiento, ya que es la herramienta principal para la investigación.

Al ingeniero Yang Pool A. Chuica Vega por la importante atención y supervisión en el laboratorio en todos los pasos con lo que respecta al análisis de muestras en relación a la calidad microbiológica del agua

Se sabe que un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales, las cuales son nuestros padres y hermanos y todos nuestros seres queridos.

## DEDICATORIA

A Dios por haberme dado a mi madre: Luz Melia Iparraguirre Salazar, quien siempre está conmigo en cada momento inculcándome no solo con susurros a luchar por todos los sueños que engrandecen a la persona de bien.

Mi abuelita Belermina Salazar Sánchez por su cariño y apoyo moral el cual nunca faltó, a mis hermanos del cual estoy orgulloso de tenerlos en mi vida.

**Nander Oriol Calle Iparraguirre**

A Dios por bendecirme con mis padres: Deonira Saldaña Zárata y Walter Vargas Pérez quienes siempre serán el pilar fundamental en mi vida, por guiarme y apoyarme en cada decisión a tomar y principalmente por enseñarme a luchar y persistir por mis ideales, basado en valores morales.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, siendo el complemento perfecto que Dios puso en mi vida.

**Melina Lizbeth Vargas Saldaña**

## ANEXOS

**Tabla 16**

*Resultados de análisis microbiológicos del sistema de distribución, muestras tomadas en la primera semana de evaluación (03/01/2020).*

N°	P.M (Sistema de Tratamiento)	CT ( UFC/100 ML)	CTT( UFC/100 ML)	BH( UFC/ ML)
1	CAPTACION	2100	2000	6820
2	SALIDA DE TRATAMIENTO	1020	900	2850
3	RESERVORIO 1	650	210	2300
4	RESERVORIO 2	570	130	2500
5	I ETAPA_P.IN	860	300	1040
6	I ETAP _P.INTER	2080	310	1610
7	I ETAP_P.FIN	3000	510	3070
8	I ETAPA_P.RIES	3120	600	3900
9	II ETAPA_P.IN	230	170	540
10	II ETAP _P.INTER	1240	380	1610
11	II ETAP_P.FIN	2920	490	3770
12	II ETAPA_P.RIES	5200	540	6850
13	III ETAPA_P.IN	220	90	650
14	III ETAP _P.INTER	240	150	690
15	III ETAP_P.FIN	510	290	720
16	III ETAPA_P.RIES	2240	400	1950

**Tabla 17**

*Resultados de análisis microbiológicos del sistema de distribución, muestras tomadas en la segunda semana de evaluación (27/01/2020).*

N°	P.M (Sistema de Tratamiento)	CT ( UFC/100 ML)	CTT( UFC/100 ML)	BH( UFC/ ML)
1	CAPTACION	1800	1730	6400
2	SALIDA DE TRATAMIENTO	1100	1000	2700
3	RESERVORIO 1	500	200	4200
4	RESERVORIO 2	400	110	2800
5	I ETAPA_P.IN	350	100	530
6	I ETAP_P.INTER	400	200	580
7	I ETAP_P.FIN	530	470	207
8	I ETAPA_P.RIES	2720	670	4160
9	II ETAPA_P.IN	240	190	330
10	II ETAP_P.INTER	510	360	780
11	II ETAP_P.FIN	580	470	670
12	II ETAPA_P.RIES	900	550	1850
13	III ETAPA_P.IN	760	450	940
14	III ETAP_P.INTER	900	800	1190
15	III ETAP_P.FIN	2840	1320	3460
16	III ETAPA_P.RIES	3000	2680	3950

**Figura 33**

*Toma de muestras en captación.*



**Figura 34**

*Toma de muestras en salida de tratamiento*



**Figura 35**

*Toma de muestras en los reservorios.*



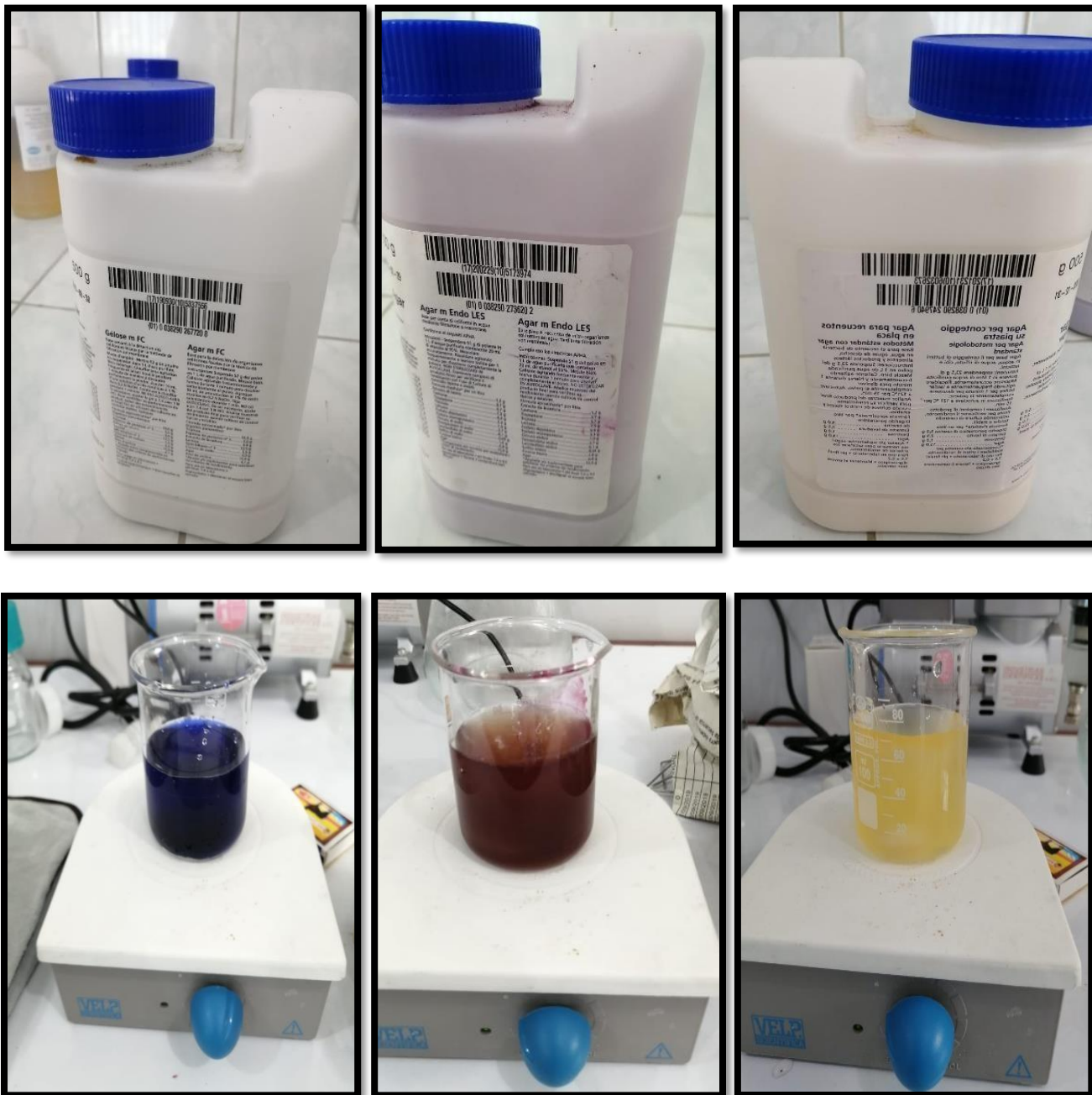
**Figura 36**

*Toma de muestras en domicilios de Fila Alta.*



**Figura 37**

*Preparación de medios de cultivo para análisis microbiológicos.*



**Figura 38**

*Equipos de laboratorio utilizados para los análisis microbiológicos.*





**Figura 39**

*Frascos esterilizados, para la toma de muestras.*



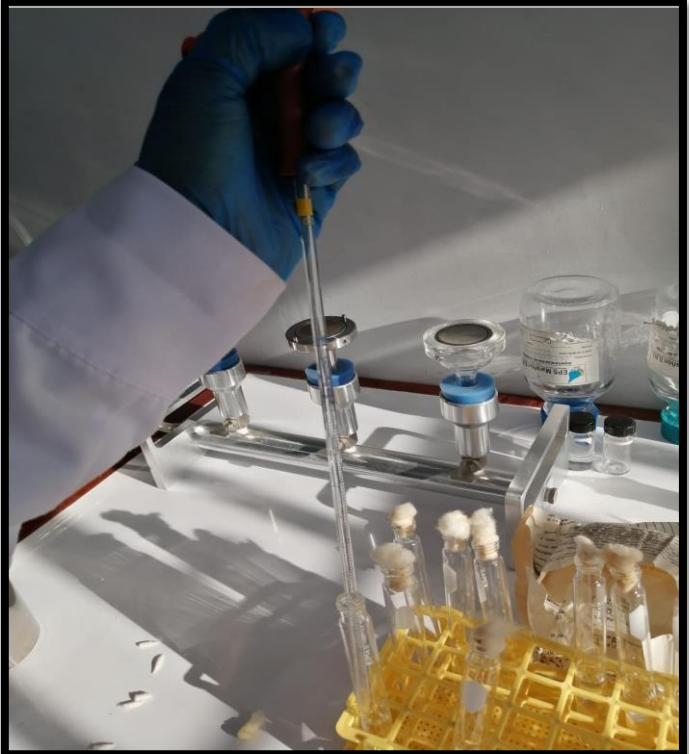
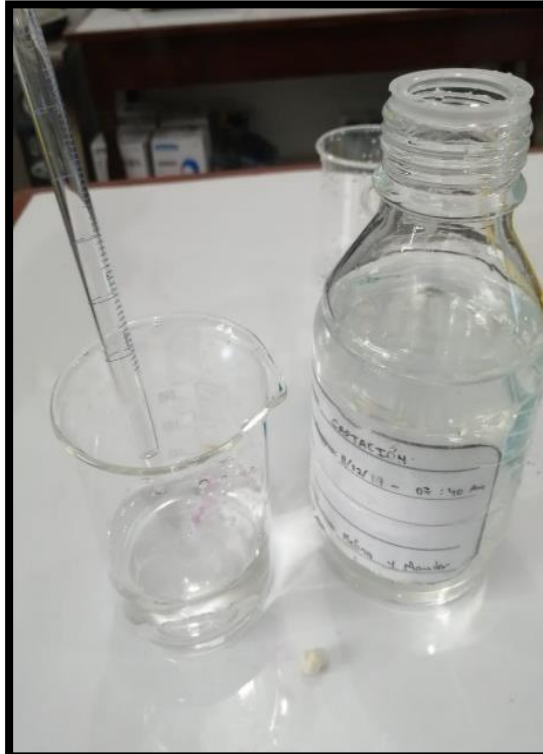
**Figura 40**

*Muestras recolectadas y material esterilizado.*



**Figura 41**

*Dilución de muestras.*



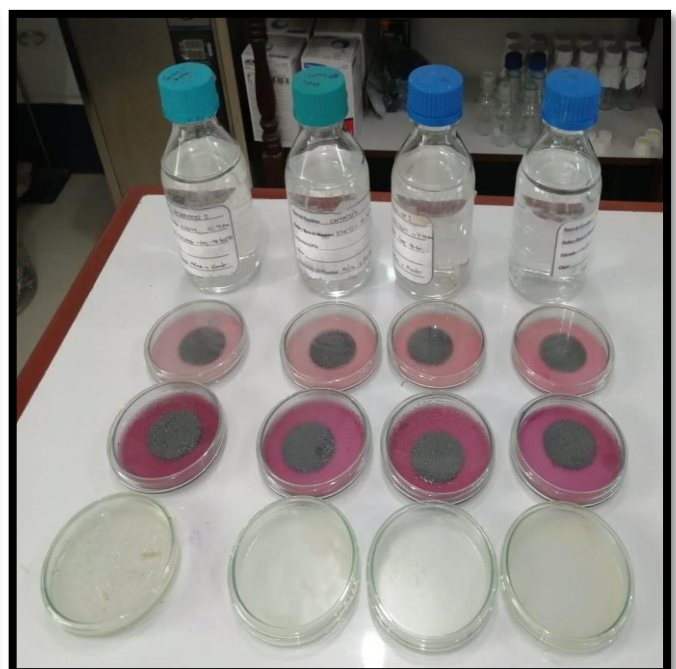
**Figura 42**

*Vertido de medios de cultivo en Placas Petri.*



**Figura 43**

*Procesamiento de muestras, para la determinación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas.*



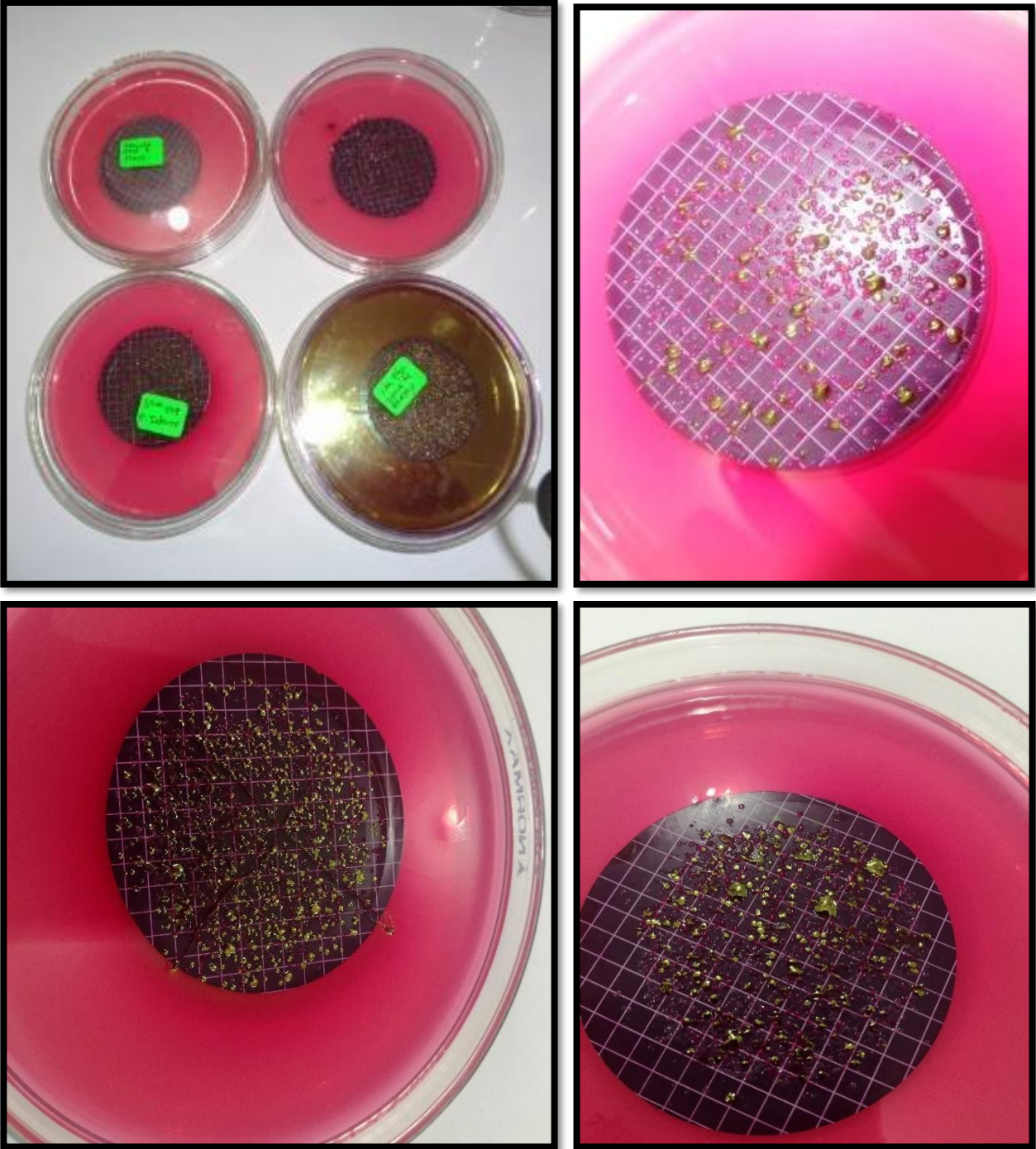
**Figura 44**

*Incubación y conteo de colonias.*



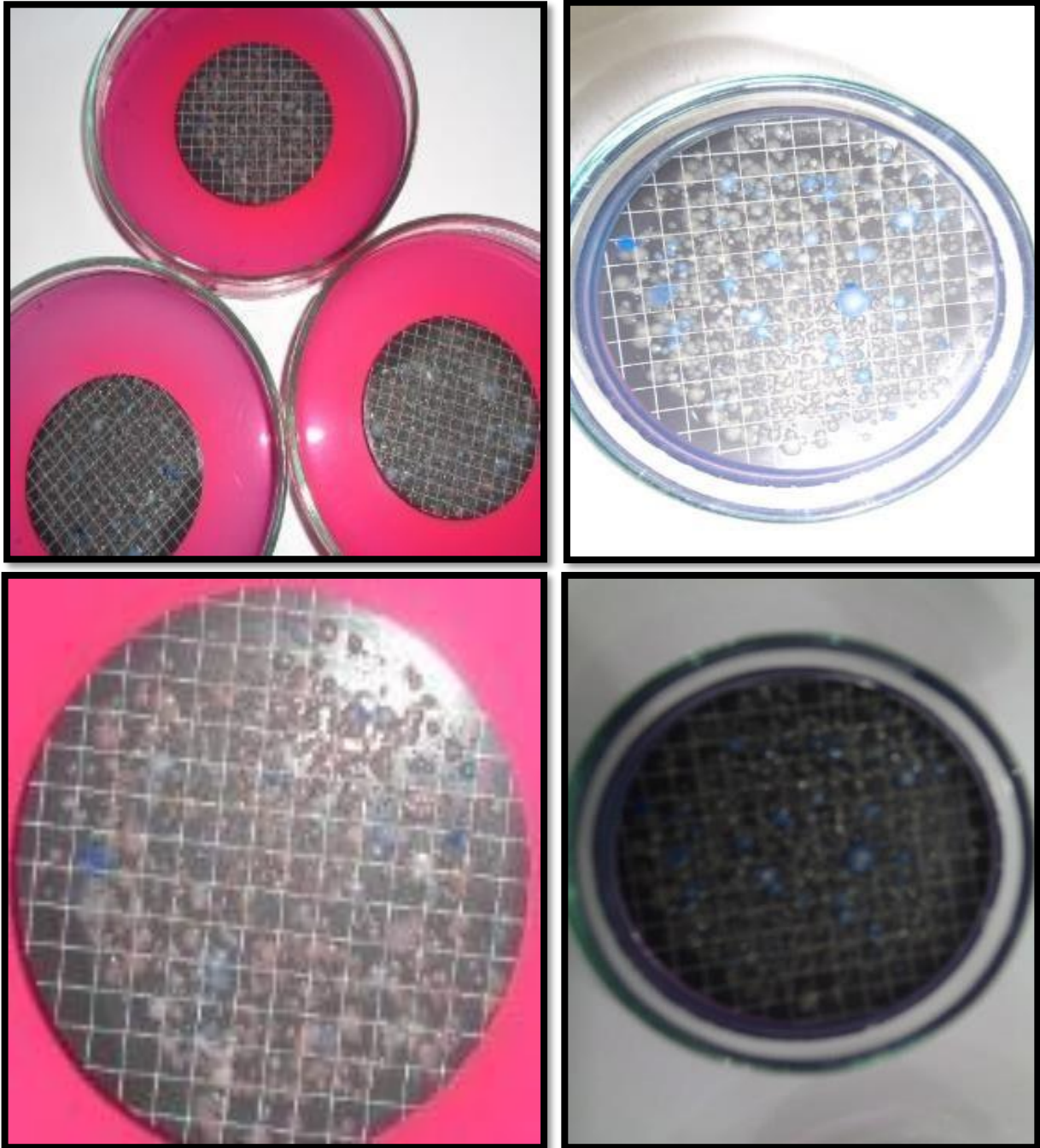
**Figura 45**

*Presencia de coliformes totales en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta.*



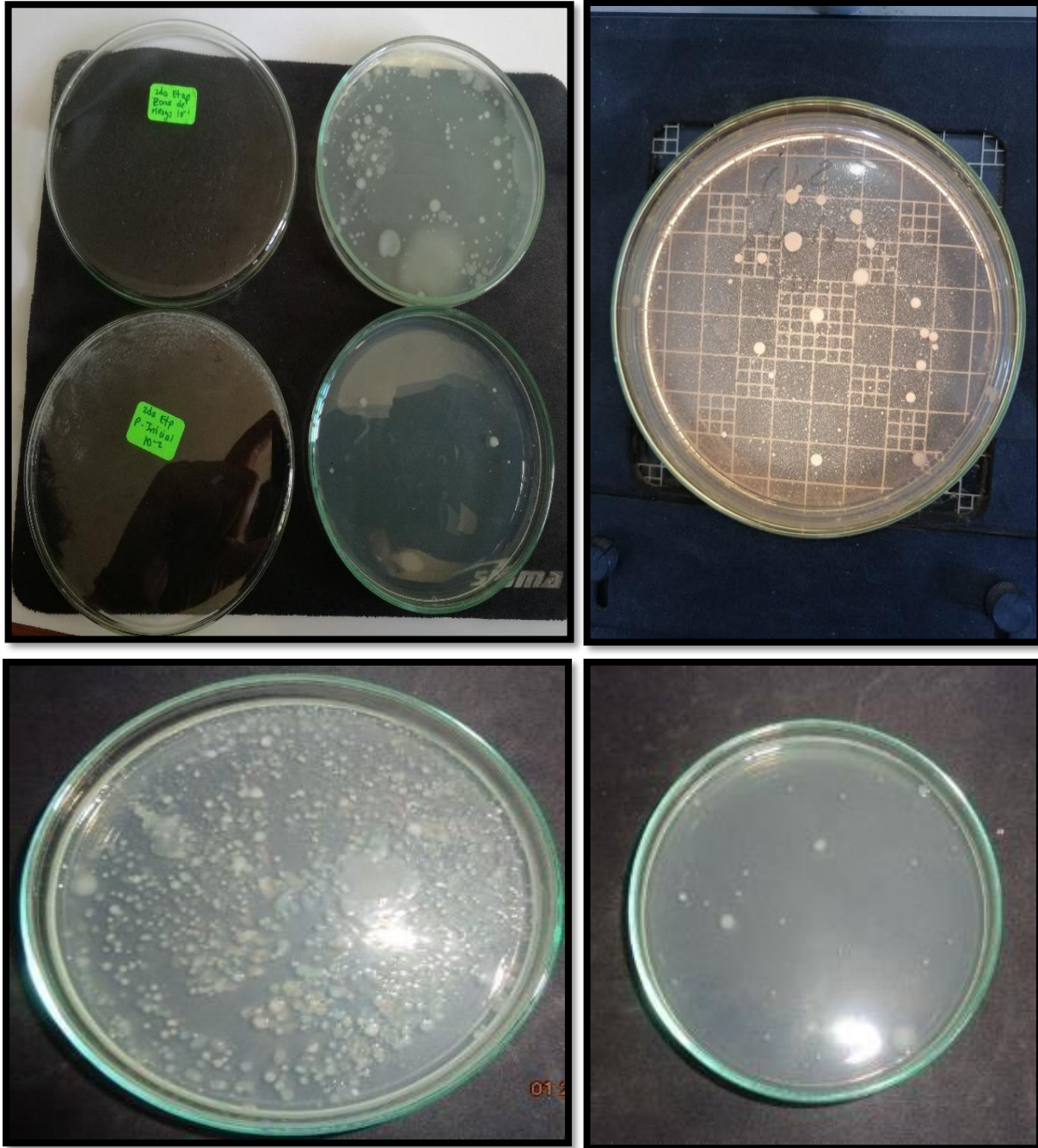
**Figura 46**

*Presencia de coliformes termotolerantes en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta.*



**Figura 47**

*Presencia de bacterias heterotróficas en muestras de agua de consumo del sector Fila Alta.*





**Figura 48**

*Reporte de enfermedades (infecciones estomacales por consumo de agua no potable)-centro de Salud- Fila Alta*

REPORTE DE ENFERMEADES PERIODO ENERO 2020					REPORTE DE ENFERMEADES PERIODO FEBRERO 2020				
Descripcion_Up:	MEDICINA GENERAL				Descripcion_Up:	MEDICINA GENERAL			
Nombre_EE.SS.	FILA ALTA				Nombre_EE.SS.	FILA ALTA			
Codigo_Item	Descripcion_Item	Genero		Total General	Codigo_Item	Descripcion_Item	Genero		Total General
		F	M				F	M	
A010	FIEBRE TIFOIDEA	50	24	74	A010	FIEBRE TIFOIDEA	42	24	66
A0109	FIEBRE TIFOIDEA CON DIARREA	1	1	2	A049	INFECCION INTESTINAL BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	10	7	17
A049	INFECCION INTESTINAL BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	11	12	23	B829	PARASITOSIS INTESTINAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	18	15	33
B829	PARASITOSIS INTESTINAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	21	7	28	<b>Total general</b>		<b>70</b>	<b>46</b>	<b>116</b>
<b>Total</b>		<b>83</b>	<b>44</b>	<b>127</b>					
REPORTE DE ENFERMEADES PERIODO MARZO 2020									
Descripcion_Up:	MEDICINA GENERAL								
Nombre_EE.SS.	FILA ALTA								
Codigo_Item	Descripcion_Item	Genero		Total General					
		F	M						
A010	FIEBRE TIFOIDEA	24	16	40					
A049	INFECCION INTESTINAL BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	5	3	8					
B829	PARASITOSIS INTESTINAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	14	6	20					
<b>Total general</b>		<b>43</b>	<b>25</b>	<b>68</b>					

**Figura 49**

*Lista de usuarios de los puntos de muestreo en redes de distribución (primera semana- 03/01/2020).*

LISTA DE USUARIOS DEL SECTOR FILA ALTA-JAÉN -PRIMERA SEMANA 03/01/2020					
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DIRECCIÓN	DNI	ETAPA	FIRMA
1	Gonzales Fernandez Donatila	Calle Amauta S/N	27669351	3era Etapa P. Final	
2	Ruiz Monja Hector	Av. Toribio Rodriguez de Mendocza M-C L-LI	27552810	3era etapa P. Riesgo	
3	Alvarado Bartoren Judith Fiorela	Calle Wiracocha # 340	77341739	3era etapa P. Intermedio	
4	Rojas Hernandez Rojas	Calle Huascar S/N	80642834	3era etapa P. Inicial	
5	Nuñez Peña Ignacia	Calle Huayna Capac S/N	46809294	2da etapa Punto Riesgo	
6	Huaman Villanueva Katherine	Calle Sinchi Roca # 110	47876638	2da etapa - Punto Final	
7	Romulo Díaz Díaz	Av. Victor Raúl # 996	27245549	2da etapa Punto Intermedio	
8	Jose Heredia Fernandez	Cesar Vallejos con Framiso Miranda # 407	27253211	2da etapa Punto Inicial	
9	Maria Magdalena Berna Guerrero	Calle Circunvalacion Av. A.	46707919	3era etapa Punto Riesgo	
10	Yesenia Rojas Guerrero	Calle Huamantunga # 405	75691745	1era etapa Punto Final	
11	Espejo Balcazar Valdemar Régulo	Av. Toribio Rodriguez de mendocza # 501	27677447	1era etapa Punto Intermedio	
12	Analy Vera Fernandez	Cristo Rey #204	78113727	1era etapa punto Inicial	

**Figura 50**

Lista de usuarios de los puntos de muestreo en redes de distribución (segunda semana- 27/01/2020).

LISTA DE USUARIOS DEL SECTOR FILA ALTA-JAÉN SEGUNDA SEMANA-27/01/2020					
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DIRECCIÓN	DNI	ETAPA	FIRMA
1	Silva Zarate Loyde	Av. Victor Raul C-28	27713929	3era etapa Punto Final	<i>Luis</i>
2	Bernal Centurion Verhilda	Calle Santa Rosa S/N	43894184	3era etapa Punto Riesgo	<i>BBC</i>
3	Deonira Saldana Zarate	Av. Victor Raul # 1887	27722805	3era etapa Punto Intermedio	<i>[Firma]</i>
4	Leyva Fernandez Keyla Nayeli	Jr. Huascar # 221	6074 2488	3era etapa Punto Inicial	<i>[Firma]</i>
5	Hernandez Suceso Julia	Calle Nueva Esperanza S/N	27738658	2da etapa Punto Riesgo	<i>[Firma]</i>
6	Gonzales Villegas Deyli	Juan Pablo #400	75262896	2da etapa Punto Final	<i>[Firma]</i>
7	Vera Hoaman David	Torbio Rodriguez de Mendoza # 701	76451900	2da eta Punto intermedio	<i>[Firma]</i>
8	Lesly Medaly Gonzales Ugaz	Victor Andres Belandier # 707	40396653	2da etapa Punto Inicial	<i>[Firma]</i>
9	Wilder Huanaruna Ordoñez	Calle Huamantanga # 101	80580511	1era etapa Punto Riesgo	<i>[Firma]</i>
10	Maria Clemencia Guevara Fernandez	Calle Huamantanga S/N	27718275	1era etapa Punto Final	<i>[Firma]</i>
11	Julca Rodriguez Rosa	Calle Cristo Rey C-1	44091935	1era etapa Punto Intermedio	<i>ROSA</i>
12	Luz Vera Huanambal	Calle Cesar Vallejo # 116	44250442	1era etapa Punto Inicial	<i>[Firma]</i>

## Figura 51

*Carta de Autorización – para la ejecución del proyecto de tesis.*

**EPS MARAÑÓN S.A.**



### CARTA DE AUTORIZACIÓN

Mediante la presente carta, la empresa EPS MARAÑÓN S.A, con RUC N° 20141814312, dedicada al servicio de agua potable; el mismo que comprende dentro de sus actividades, el sistema de producción, distribución y control de calidad de agua potable, servicios de alcantarillado sanitario y pluvial (conexiones domiciliarias, sumideros, redes y emisores, sistema de tratamiento y disposición sanitaria de aguas servidas, sistemas de recolección y disposición de agua de lluvias), entre otras. Está ubicada en Mariscal Ureta # 1912; desde la oficina de Aseguramiento de la Calidad (laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos), a cargo del Ing. Químico Yangpool A. Chuica Vega, autorizamos a los bachilleres en ciencias de la ingeniería forestal y ambiental; Melina Lizbeth Vargas Saldaña, identificada con DNI: 76207981 y a Nander Oriol Calle Iparaguire identificado con DNI: 46928594, para que puedan realizar las actividades que sean necesarias dentro del laboratorio de nuestra entidad, en los meses de enero y febrero del año 2020, para la ejecución de su proyecto de tesis denominado “CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL SECTOR FILA ALTA- JAÉN, 2019”, brindando de esta manera las facilidades pertinentes para poder concretar el cumplimiento del proyecto antes mencionado.

Se emite el presente documento para los fines que se crean convenientes.

Jaén, 20 de diciembre del 2019

  
E.P.S. MARAÑÓN S.A.  
CONTROL DE CALIDAD  
Yang Pool A. Chuica Vega  
N. CIP. 233338