



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO DE POZOS ARTESIANOS Y POZOS RÚSTICOS  
EN LA COMUNIDAD DE SANTO TOMAS, IQUITOS-PERÚ.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA**

**PRESENTADO POR:**

**DANY LIZ CHÁVEZ RÍOS**

**VERÓNICA TORRES MOZOMBITE**

**ASESOR:**

**Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Mgr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2019**

# ACTA SUSTENTACION DE TESIS



**UNAP**  
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 054

Iquitos, 22 de febrero de 2019

En la ciudad de Iquitos, a los veintidós días del mes de febrero del 2019 y, siendo las 17.00 p.m. horas; se reunió en el auditorio de las Direcciones de Escuelas de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de la tesis que suscribe, designado con Resolución Directoral N° 104-2015-DEFP-B-FCB-UNAP, de fecha 03 de diciembre del 2015, presidida e integrada por; **Blga. MILDRED MAGDALENA GARCÍA DÁVILA, Dra. (Presidenta)**; **Blga. TERESA DE JESÚS MORI DEL ÁGUILA, Dra., (Miembro)** y **Blga. MARIA ELENA BENDAYAN ACOSTA, M.Sc. (Miembro)**, para escuchar, examinar y calificar la sustentación de la tesis titulada: “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE POZOS ARTESIANOS Y POZOS RÚSTICOS EN LA COMUNIDAD DE SANTO TOMAS, IQUITOS-PERÚ**”, por las Brs. **DANY LIZ CHÁVEZ RÍOS Y VERÓNICA TORRES MOZOMBITE**.

La Dirección Profesional de Ciencias Biológicas, mediante Resolución Directoral N° 098-2018-DEP-B-FCB-UNAP, de fecha 28 de diciembre del 2019, declara expedita para SUSTENTAR LA TESIS de las Brs. **DANY LIZ CHÁVEZ RÍOS**, promoción 2012-II, graduada con R.R. N° 738-2014-UNAP de fecha 14 de abril 2014 y **VERÓNICA TORRES MOZOMBITE**, promoción 2011-II, graduada con R.R. N° 0062-2014-UNAP de fecha 06 de enero 2014, se reconoce como ASESOR de la tesis al profesional: Blgo. **FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS**, Mgr.

Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de las bachilleres, teniendo en cuenta los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por las Bachilleres y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dió como veredicto; APROBAR LA SUSTENTACIÓN DE TESIS, CALIFICADA COMO BUENA; quedando en consecuencia las candidatas aptas para ejercer la profesión de Biólogo, previo otorgamiento del título profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, la Presidenta del Jurado Calificador y Dictaminador levantó el acto académico siendo las 18.30 p.m. horas y en fe de lo cual, todas las integrantes suscriben la presente acta de sustentación por septuplicado.

  
Blga. MILDRED MAGDALENA GARCÍA DÁVILA, Dra.  
PRESIDENTA

  
Blga. TERESA DE JESÚS MORI DEL ÁGUILA, Dra.  
MIEMBRO

  
Blga. MARIA ELENA BENDAYAN ACOSTA, M.Sc.  
MIEMBRO

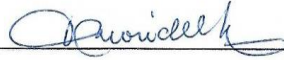
Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonía del Perú, rumbo a la acreditación y la internacionalización

Ciudad Universitaria Zúngrococha – Distrito de San Juan Bautista – Maynas – Loreto  
<http://www.unapiquitos.edu.pe> - e-mail: [fccb@unapiquitos.edu.pe](mailto:fccb@unapiquitos.edu.pe)


## JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blga. Mildred Magdalena García Dávila, Dra.  
**Presidenta**



Blga. Teresa de Jesús Mori del Aguila, Dra.  
**Miembro**



Blga. María Elena Bendayán Acosta, M.Sc.  
**Miembro**

# ASESOR



---

Blgo. Freddy Orlando Ezpiñoza Campos, Mgr.

## DICATORIA

A Dios.

A mis hijos: Rosita Isabel y Will Armand Junior.

A mis padres: Welinson Melitón Chávez y Rosa Albina Ríos.

A mis hermanos, Rosa y Welinson.

***Dany Liz Chávez Ríos***

A mis padres.

A mis hijas.

A mi hermano.

A Dios.

***Verónica Torres Mozombite***

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Dr. Percy Rocha Villacorta, jefe del Centro de Salud, 1-2 de la Comunidad de Santo Tomas, por facilitarnos las coordinaciones con los pobladores para la toma de muestras de los pozos artesianos.
- Al Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Mgr. por su orientación y dedicación en la culminación de nuestro proyecto de Tesis.
- Al Bachiller en Ciencias Biológicas, Aldo Alva Vela, por su apoyo en el ordenamiento de los datos para su análisis e interpretación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Págs.

PORTADA.....	i
ACTA SUSTENTACION DE TESIS .....	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR .....	iii
DICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
Lista de Cuadros.....	ix
Lista de Figuras .....	x
Lista de Anexos .....	xi
Lista de Fotos .....	xii
RESUMEN/ ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO .....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2. Bases Teóricas.....	12
1.3. Definición de Términos Básicos .....	13
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	17
2.1. Formulación de la hipótesis .....	17
2.2. Variables y su operacionalización.....	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	18

3.1. Tipo y Diseño.....	18
3.2. Diseño Muestral.....	18
3.3. Procedimiento de recolección de datos .....	19
3.3.1. Recolección y transporte de las muestras. ....	19
3.3.2. Análisis Bacteriológico .....	20
3.4. Procesamiento y Análisis de los Datos.....	22
3.5. Aspectos Éticos .....	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	23
4.1. Parámetros bacteriológicos en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas.....	23
4.2. Parámetros bacteriológicos en aguas de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas.....	26
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	33
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	37
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	38
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	39
ANEXOS.....	44



## Lista de Cuadros

Págs.

Cuadro N° 1. Coliformes Totales en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas (NMP/100 mL).....	23
Cuadro N° 2. Coliformes Termotolerantes en pozos artesianos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 ml) .....	25
Cuadro N° 3. Coliformes totales en pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 mL).....	26
Cuadro N° 4. Coliformes Termotolerantes de pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 ml) .....	28
Cuadro N° 5. Nivel de contaminación de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas.....	29
Cuadro N° 6. Nivel de contaminación de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas.....	30
Cuadro N° 7. Comparativo de pozos artesianos y pozos rústicos, con respecto a Coliformes totales. (Prueba de Mann - Whitney).....	31
Cuadro N° 8. Comparativo de pozos artesianos y pozos rústicos, con respecto a Coliformes termotolerantes. (Prueba de Mann-Whitney).....	32

## Lista de Figuras

Págs.

Figura N° 1. Coliformes Totales en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas. NMP/100mL.....	24
Figura N° 2. Coliformes Termotolerantes de pozos artesianos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 mL) .....	25
Figura N° 3. Coliformes Totales en pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 mL) .....	27
Figura N° 4. Coliformes Termotolerantes de pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 mL) .....	28
Figura N° 5. Nivel de contaminación de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas. ....	29
Figura N° 6. Promedio de contaminación de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas. ....	30

## Lista de Anexos

	Págs.
Anexo N° 1. Descripción del área de estudio.....	45
Anexo N° 2. Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP) .....	46
Anexo N° 3. Fase Confirmativa.....	47
Anexo N° 4. Tabla del Numero Más Probable (NMP).....	48
Anexo N° 5. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano .....	49

## Lista de Fotos

	Págs.
Foto N° 1. Pozo artesiano .....	51
Foto N° 2. Pozo rústico .....	51
Foto N° 3. Toma de muestra de pozo artesiano .....	52
Foto N° 4. Muestra de agua de pozo artesiano .....	52
Foto N° 5. Toma de muestra de agua de pozo rústico.....	53
Foto N° 6. Muestra de agua de pozos rústico .....	53
Foto N° 7. Prueba confirmativa de Coliformes totales .....	54
Foto N° 8. Prueba confirmativa de coliformes termotolerantes .....	54

## RESUMEN/ ABSTRACT

Se evaluó la calidad bacteriológica de agua de consumo humano de pozos artesianos y pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomás, Iquitos – Perú. Se desarrolló una investigación aplicada con énfasis en la estadística descriptiva, las muestras de agua fueron recolectadas de 10 pozos artesianos y 10 pozos rústicos, (5 muestras por cada pozo), se utilizó el método de los tubos múltiples de fermentación, expresadas en términos del Número Más Probable (NMP/100ml). Los indicadores usados para la evaluación de la calidad bacteriológica de los pozos fueron: coliformes totales y coliformes termotolerantes. Resultados: De un total de 10 pozos artesianos, 6 pozos sobrepasaron los límites máximos permisibles de coliformes totales (1500NMP/100ml) y 4 pozos no reportaron presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, mientras que en los 10 pozos rústicos, se evidenciaron la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes con valores máximos de 7500NMP/100ml y 1100NMP/100 ml respectivamente, finalmente concluimos, que los parámetros bacteriológicos de las aguas de 4 pozos artesianos mostraron ausencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, en contrastes con los pozos rústicos, los cuales sobrepasaron los estándares del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, considerándoles aguas no apta para consumo humano.

**Palabras claves:** Pozo artesiano, Pozo rústico, Coliformes totales, Coliformes termotolerantes

## ABSTRACT

In this study the bacteriological quality of water for human consumption of artesian wells and rustic wells of the community of Santo Tomás, Iquitos – Peru was evaluated. Applied research was developed with emphasis on descriptive statistics, water samples were collected from 10 artesian wells and 10 rustic wells, (5 samples per wells), the method of multiple fermentation tubes, expressed in terms of Most Probable Number (NMP / 100ml). The indicators used for the evaluation of the bacteriological quality of the wells were: total coliforms and thermotolerant coliforms. Results: Of a total of 10 artesian wells, 6 wells exceeded the maximum permissible limits of total coliforms (1500NMP / 100ml) and 4 wells did not report the presence of total coliforms and thermotolerant coliforms, while in the 10 rustic wells, the presence of total coliforms and thermotolerant coliforms with maximum values of 7500NMP / 100ml and 1100NMP / 100 ml respectively, finally we conclude, that the bacteriological parameters of the waters of 4 artesian wells showed absence of total coliforms and thermotolerant coliforms, in contrasts with the rustic wells , which exceeded the standards of the regulation of water quality for human consumption, considering them waters not suitable for human consumption.

**Keywords:** Artesian well, Rustic well, Total coliforms, Thermotolerant coliforms.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población a nivel mundial y el aumento del uso del agua para diferentes actividades, ha incrementado los niveles de contaminación. Esta contaminación está relacionada con los vertidos de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua. En el caso de los residuos domésticos, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal. Estos microorganismos son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi – mortalidad en la población <sup>(1)</sup>.

La importancia del agua para consumo humano como vehículo de dispersión de enfermedades ha sido largamente reconocida. La mayor parte de las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, amebas, virus y helmintos (OMS, 2006). Estos organismos causan enfermedades que varían en severidad y van desde ligeras gastroenteritis a severas, y algunas veces, a fatales enfermedades de proporciones epidémicas <sup>(2)</sup>.

Asimismo, el agua es uno de los elementos más valiosos que nos brinda la naturaleza y es imprescindible para la vida y el bienestar del hombre y su calidad depende el estado de salud de los que la consumen. Es importante entonces, que el agua que consume el hombre, reúna las condiciones sanitarias óptimas que garanticen su buen estado de salud. La comunidad de Santo Tomas, con una población en constante crecimiento, el uso de sus fuentes de aguas naturales se ha visto compartido no solo con un mayor número de pobladores,

sino también por la creación de nuevos asentamientos humanos, quienes se abastecen de aguas de cochas, quebradas y aguas de pozos artesianos y pozos rústicos para su uso doméstico.

Estas cochas, quebradas y aguas subterráneas reciben sus aguas no solo de manantiales y aguajales sino también de la precipitación pluvial, que arrastra consigo los desechos de la población de esta comunidad y algunas granjas de animales aledañas, en el caso de los residuos domésticos, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal, que estarían poniendo en peligro la salud no sólo de los pobladores de la zona, sino también de sus visitantes.

Por lo tanto, el manejo prudente de este recurso es crucial para el desarrollo sustentable de la población humana, revelando la necesidad de desarrollar estudios que evalúen y resuelvan la problemática que representa la deficiente calidad de agua para consumo humano en zonas rurales de nuestra región. De tal manera, la presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar la calidad bacteriológica de agua de consumo humano de pozos artesianos y pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomás, Iquitos – Perú.



## CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

En las zonas rurales del sudoeste del Uruguay, en el 2001, evaluaron la contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes, de 50 muestras de aguas superficiales (ríos, arroyos y cañadas), y 355 de aguas subterráneas en pozos, revelando una contaminación casi generalizada con coliformes totales y coliformes fecales, ya que el 87% de los pozos evaluados estaban contaminados con coliformes totales y el 60% con coliformes fecales <sup>(3)</sup>.

También, en la ciudad de Lima Metropolitana, realizaron un estudio sobre microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano, analizando 224 muestras de agua del sistema de almacenamiento y distribución de agua en inmuebles y 56 muestras de agua provenientes de pozo. Reportando, 40 (17,86%) muestras de agua de inmuebles y 41 (73,68%) muestras provenientes de pozos no cumplieron las normas bacteriológicas, concluyendo , que la calidad de agua apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad, asimismo defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes <sup>(4)</sup>.

Del mismo modo, en la Provincia de Buenos Aires – Argentina, realizaron un estudio para evaluar el grado de contaminación bacteriológica en aguas de pozo; reportando, que en el barrio del Gral. Belgrano de 231 muestras, (30,1%) presentaron contaminación por bacterias mesófilas, (96,9%) bacterias del tipo coliformes, (19,7%) *Escherichia coli* y (10,4%) para *Pseudomonas aeruginosa*. Del mismo modo, en el barrio Chapadmalal de 30 muestras, (39,1%) presentaron bacterias mesófilas, (92,9%) coliformes, (35,5%) *E. coli* y (14,3%) *P. aeruginosa* y en el barrio de Jorge Newbery de 35 muestras, el (24%) estuvo contaminado con bacterias mesófilas, coliformes (100%), *E. coli* (24%) y *P. aeruginosa* (8%). Concluyendo que 187 (83,9%) de las muestras de las aguas de los pozos del barrio Gral. Belgrano, fueron considerados no aptos para el consumo humano, del mismo modo en el barrio de Jorge Newbery, con 25 (71,4%) y el barrio de Chapadmalal, 28 (93,3%), lo que estaría indicando deficiencias higiénicas o de construcción de los pozos que facilitan el acceso de la contaminación superficial al agua <sup>(5)</sup>.

A su vez, en la ciudad de Cuba, realizaron un estudio sobre la tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal, donde reafirmo, que la enumeración de bacterias o grupos de bacterias indicadoras de contaminación fecal es utilizada para valorar la calidad sanitaria de alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación. También mencionó, que no existe un indicador universal, por lo que los especialistas deben seleccionar el apropiado para la situación específica en estudio. Dentro del rango de los

indicadores se encuentran el grupo de bacterias coliformes, *E. coli*, *colifagos*, *Bifidobacterium sp.*, *Clostridium perfringens* y el grupo *Streptococcus fecales* (6).

Por otra parte, en las zonas costeras de Chile analizaron la calidad del agua de 92 pozos utilizada para consumo humano, mostrando que un 78,3% (72 pozos) contenían coliformes fecales y un 88% (81 pozos) con coliformes totales, evidenciando una contaminación generalizada con coliformes (7).

De modo similar, en Lima-Perú, realizaron un estudio sobre colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua; donde manifiesta, que las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos enteropatógenos como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Pasteurella*, *Francisella*, *Leptospira*, *Vibrio*, protozoarios y varios grupos de virus y cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo de trasmisión de enfermedades para la población humana (8).

También, en el Estado de Yucatán, evaluaron la calidad química y bacteriológica del agua subterránea, reportando que las aguas subterráneas presentaron una calidad bacteriológica clasificada como “peligrosa” y “muy contaminada”; por otro lado las clasificaciones de la calidad química del agua subterránea en función al número de parámetros químicos que excedieron los límites permisibles por la Norma Oficial Mexicana (nitratos, cloruros,

sodio, dureza total y cadmio), con fines de abastecimiento en los sistemas municipales es aceptable para la mayoría de los 106 sistemas estudiados, ya que de los 22 parámetros químicos estudiados, solo 5 excedieron los límites máximos permisibles por la Norma; sin embargo, la calidad bacteriológica no fue aceptable <sup>(9)</sup>.

Igualmente, en la zona de Mar del Plata, Argentina, evaluaron la calidad de agua para consumo humano y riego, en muestras de agua extraídas de pozos. Reportando que de las muestras analizadas, el 40% no presentó bacterias coliformes, 10% registró 3 NMP de coliformes por 100 ml de agua y 50% superó el valor de 3 NMP de coliformes por 100 mL, representando un riesgo sanitario para el consumo humano <sup>(10)</sup>.

Asimismo, en Cuba, evaluaron las características físico-químicas y microbiológicas del agua de la presa El Cacao del municipio Cotorro en la Ciudad de La Habana, concluyendo que entre los contaminantes más frecuentes de las aguas se encuentran: materias orgánicas, bacterias, desperdicios industriales y domésticos, entre otros, por lo que determinar la calidad sanitaria de estos cuerpos de agua proporciona herramientas indispensables para la toma de decisiones en relación al control de los vertimientos, tratamiento de las aguas y conservación del ecosistema <sup>(11)</sup>.

En este contexto, en México, realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua de pozo que abastece a algunas comunidades rurales del Sur de Sonora, aseverando, que a nivel mundial

alrededor de 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. Además, concluyeron que el 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre, de un saneamiento y una higiene deficientes <sup>(12)</sup>.

En Loreto, realizaron un estudio para comparar la calidad bacteriológica del agua de pozos artesianos y rústicos con agua almacenada en las viviendas del Caserío Nina Rumi, reportando que de los 4 pozos artesianos considerados en el estudio, 2 pozos artesianos resultaron no aptas para el consumo humano debido a la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y coliformes termotolerantes, mientras que 7 pozos rústicos estaban contaminados con las mencionadas bacterias, del mismo modo el agua almacenada en las viviendas <sup>(13)</sup>.

De igual forma, en la ciudad de Nicaragua, realizaron un diagnóstico sobre la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, donde analizaron 69 fuentes de aguas; 5 por comunidad, muestreadas aleatoriamente, 62 pozos fueron artesanales, 2 pozos perforados y 5 muestras pertenecientes a sistemas de distribución. Concluyendo que en los análisis microbiológicos de las aguas de los pozos se encontraron que el 95,7% de las muestras analizadas excedieron los límites máximos permisibles. Asimismo, detectaron que los pozos se localizaron junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir

zonas que suelen mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70,3% de las letrinas se encontraron a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo. El 29% de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría ser una posible causa de contaminación. En 63,1% de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo lo que implica que puede haber una elevada concentración de heces en el suelo cercano al pozo. En el 95,5% de los pozos muestreados el agua es utilizada para todas las actividades de la casa (lavar ropa, regar, aseo personal, consumo, etc) <sup>(14)</sup>.

Del mismo modo, en Cuba, evaluaron la calidad físico-química y bacteriológica de las aguas subterráneas utilizadas para consumo humano procedente de agua de pozos de las comunidades Las Coloradas y La Playa (Municipio de Moa). Evidenciando la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, indicadores de contaminación, que sobrepasaron los índices establecidos para el consumo humano como agua potable, concluyendo que las aguas de los pozos criollos estudiados no responden a los requisitos establecidos en las normas para consumo humano <sup>(15)</sup>.

Además, en la Universidad Nacional Agraria la Molina , realizaron un estudio sobre la salud y calidad de agua en zonas urbano-marginales de Lima Metropolitana concluyendo que la población, en particular aquella en situación de pobreza y de extrema pobreza, se enfrenta a una situación en la que prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de agua de mala calidad, lo que se aúna a la falta de servicios adecuados de

agua potable y de alcantarillado y al alto costo del abastecimiento de agua por camiones cisterna y/o piletas públicas. Las enfermedades asociadas al agua son, pues, una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad entre los pobres de los países en desarrollo <sup>(16)</sup>.

Estudios similares, realizaron en la República Mexicana, con la finalidad de determinaron la calidad microbiológica (coliformes totales, coliformes fecales) del acuífero de Zacatepec, Morelos, realizando muestreos mensuales durante un año en trece pozos del acuífero; donde midieron los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto y temperatura. Reportando que todos los pozos presentaron contaminación por coliformes totales, uno de ellos con una media geométrica de 107 UFC/100 ml. En cambio, los coliformes fecales estuvieron ausentes en cuatro de los pozos, pero en uno se presentó contaminación alta con una media geométrica de 107 UFC/100 ml. Asimismo corroboran que la presencia de asentamientos humanos, carentes de servicios sanitarios y drenajes adecuados, influye en el deterioro de la calidad del agua del acuífero. Esto también se puede deber en parte al incumplimiento de las especificaciones en la construcción de los pozos y a la deficiente protección de los mismos <sup>(17)</sup>.

Por otra parte, en Colombia, determinaron la calidad bacteriológica (coliformes totales y *E. coli*) del agua usada para el consumo de los habitantes de las veredas Nápoles, Ponchos y Sebastopol de San Antonio de Tequendama (Colombia) utilizando el método de filtración por membrana,

reportando que las muestras del agua en estudio no eran apta para consumo humano debido a que en los distintos puntos y meses de muestreo encontraron presencia de coliformes totales en un 100% y *E. coli* en un 86.6%, lo cual señala que estos indicadores se encuentran en una proporción mayor a lo establecido según la normatividad. Algunos de los microorganismos identificados son *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp*, *Klebsiella sp*, *Escherichia coli* y otros como *Hafnia sp.*, *Arizona sp.* y *Serratia sp*, que igualmente causan enfermedades <sup>(18)</sup>.

Asimismo, el Ministerio del Ambiente, de la República Peruana, aprobó el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, con el objetivo de establecer un nuevo marco normativo para la gestión de la calidad- del agua para consumo humano, sustentado en un enfoque de análisis de riesgo, que proporcione a la Autoridad de Salud instrumentos de gestión modernos y eficaces para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano; Considerando dentro de los parámetros microbiológicos a Coliformes Termotolerantes (44,5°C), Coliformes Totales (35 – 37°C), *Enterococos fecales*, *E. coli*, *Salmonella* y *Vibrio cholerae* <sup>(19)</sup>.

En México, determinaron la calidad bacteriológica y fisicoquímica de la zona centro del acuífero Cuautla –Yautepec, Morelos, recolectando muestras de agua de tres pozos durante un año para la detección de los parámetros bacteriológicos reportando la presencia de coliformes fecales y coliformes totales que excedieron los límites máximos permisibles, por lo que consideraron que la contaminación del acuífero se debía a la filtraciones de



bacterias provenientes de descargas de aguas residuales que descargan al suelo y al incumplimiento en la protección y construcción de los pozos <sup>(20)</sup>.

A su vez, en México, evaluaron la variación espacial y temporal de las concentraciones de materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos, organismos coliformes y metales pesados en el río San Pedro, del estado de Aguascalientes, reportando que la calidad del agua del río San Pedro se encontró seriamente contaminada por materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos y bacterias del tipo coliformes totales y coliformes fecales, superando en más de tres órdenes de magnitud los criterios para uso agrícola, situación similar a otros ríos que reciben las descargas de grandes zonas urbanas, concluyendo que las concentraciones de los contaminantes observados reflejaron un fuerte impacto provocado principalmente por descargas de aguas residuales municipales, aunado a efluentes de retorno de campos agrícolas y descargas de granjas y ranchos <sup>(21)</sup>.

De la misma manera, en Perú, realizaron un estudio descriptivo donde evaluaron los sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural de la provincia de Moyobamba, encontrando que en la mayoría de casos el sistema tiene una antigüedad considerada y no cuentan con sistemas alternos de captación, así como las fuentes provenientes de aguas subterráneas sin tratamiento. Asimismo, menciono que antes de la aparición del cólera en el Perú en 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el

mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y se presta mayor atención a los aspectos de vigilancia y control por lo tanto muchos países se han visto motivados para ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental destinadas a prevenir la transmisión de las enfermedades gastrointestinales <sup>(22)</sup>.

Finalmente, en las áreas urbanas del departamento del Tolima en Colombia, estudiaron la calidad del agua para consumo humano y su relación con la incidencia con enfermedades diarreicas agudas, reportando la presencia de coliformes en un 63,83% en las aguas de consumo humano de los municipios de Tolima, asimismo encontraron relación estadísticamente significativa entre la cobertura de acueducto, alcantarillado, nivel educativo y calidad del agua, recomendando el mejoramiento de la calidad del agua, ampliando cobertura de servicios, la notificación epidemiológica y la promoción de buenas prácticas higiénico-sanitarias<sup>(23)</sup>.

## **1.2. Bases Teóricas**

En diciembre del año 1946 mediante Resolución Suprema se aprobó el “Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables” el cual se encuentra desactualizado y obsoleto en el contexto actual. De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la constitución política del Perú, la ley N°26642 – Ley General de Salud, y la Ley N°29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, se aprueba en el año 2010, el Decreto Supremo N°031- Reglamento de la Calidad del Agua para

consumo humano. Este nuevo Reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que, a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas <sup>(19)</sup>.

### **1.3. Definición de Términos Básicos**

#### **El agua**

Sustancia química compuesta por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno y que puede presentarse en cualquiera de los tres estados: liquido, gaseoso y sólido. Es un recurso natural renovable indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible y es uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva, casi las tres cuartas partes de nuestra superficie terrestre está cubierta de agua, aproximadamente del 60 a 70% del organismo humano, pues casi siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas <sup>(24)</sup>.

#### **Pozos rústico**

Es un hoyo taladrado con una maquinaria o una excavación natural hecho por el hombre en el suelo que alcanza una fuente de agua o donde brota suficientemente como surtidor, son el resultado de la perforación o

excavación como una vertiente o el acuífero confinado cuyo nivel freático es superior al nivel del suelo. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe <sup>(7)</sup>.

### **Pozos artesianos**

El término artesiano se aplica a cualquier situación en la cual el agua subterránea bajo presión asciende por encima del nivel del acuífero.

Para que exista un sistema artesiano, deben cumplirse dos condiciones: (1) el agua debe estar confinada a un acuífero inclinado, de modo que un extremo pueda recibir agua, y (2) debe haber acuicludos, encima y debajo del acuífero, para evitar que el agua escape. Cuando se pincha esta capa, la presión creada por el peso del agua situada encima obligará al agua a elevarse hasta un nivel denominado piezométrico.

Los sistemas artesianos actúan como conductos, transmitiendo a menudo el agua a grandes distancias desde áreas remotas de recarga hasta los puntos de descarga <sup>(7)</sup>.

### **Calidad Bacteriológica del agua de consumo humano**

Es la determinación de microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano <sup>(19)(25)</sup>.

## **Coliformes**

Microorganismos ubicuos, se encuentran de forma universal en el suelo, el agua y la vegetación, y son parte de la flora intestinal de muchos animales, incluido el hombre. Son de tamaño intermedio (1.0 a 6.0µm), comparten un grupo antigénico, fermentan la lactosa con producción de ácido y gas, pueden ser inmóviles o móviles con flagelos peritricos, todos los miembros pueden crecer rápidamente de forma aerobia y anaerobia, estas características son utilizadas para determinar su presencia en agua y alimentos. La mayoría de las bacterias del grupo coliforme pertenecen a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, aunque varios otros géneros y especies pertenezcan al grupo <sup>(26)</sup>.

## **Coliformes totales**

Son bacilos gram – negativos que tienen origen fecal y no fecal, aerobios o anaerobios facultativos, no formadores de esporas, oxidasa-negativas, capaces de desarrollarse en presencia de sales biliares que fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35,0 ± 0,5 °C en 24-48 horas, pueden presentar actividad de la enzima β – galactosa <sup>(26)</sup>.

## **Coliformes termotolerantes**

Son bacterias que tienen origen puramente fecal. En general la presencia en una muestra de agua del género *Echerichia*, que es el representante por excelencia de este grupo, indica una contaminación fecal que hace el agua no apta para el consumo humano cuando los coliformes se liberan al agua

finalmente mueren, pero no tan rápido como algunos patógenos durante la purificación del agua. *Escherichia coli* – bacteria del grupo coliforme que fermenta la lactosa y manitol, con producción de ácido y gas a  $44.5 \pm 0.2$  0C en 24 horas, produce indol a partir del triptófano, oxidasa negativa, no hidroliza la urea y presenta actividad de las enzimas  $\beta$  galactosa y  $\beta$  glucuronidasa, que es considerado un específico indicador de contaminación fecal reciente y de eventual presencia de organismos patogénicos <sup>(26)</sup>.

### **Unidades formadoras de colonia (UFC)**

Es el número mínimo de células separables sobre la superficie o dentro de un medio de agar semisólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células <sup>(19)</sup>.

### **Agua de consumo humano**

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal <sup>(19)</sup>.

### **Límite máximo permisible**

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua <sup>(19)</sup>.

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

Las aguas de consumo humano de la Comunidad de Santo Tomas exceden los límites máximos permisible del reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

### 2.2. Variables y su operacionalización

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo por su naturaleza</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Categoría</b>	<b>Valores de las categorías</b>	<b>Medios de verificación</b>
Calidad bacteriológica de agua de consumo humano	Es la determinación de microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.	Cualitativa	Coliformes	Nominal	Totales	Presencia	Valores permisibles en el Decreto Supremo N°031-2010
						Ausencia	
					Termotolerantes	Presencia	
						Ausencia	

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y Diseño**

Es una investigación aplicada con énfasis en estadística descriptiva.

El tipo de investigación fue observacional porque se tomaron las muestras de agua sin cambiar algún parámetro, según el número de mediciones de las variables y la planificación de toma de datos fue retrospectivo y transversal, ya que las muestras fueron tomadas en una sola época del año.

El diseño de investigación fue descriptivo porque cada objetivo se describió lo más completo posible para mostrar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano.

### **3.2. Diseño Muestral**

La población estuvo conformada por 10 pozos artesianos y 10 pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomas.

La muestra estuvo conformada por 150 mL. de agua, recolectadas de 10 pozos artesianos y 10 pozos rústicos. (5 muestras por cada pozo)

Descripción del área de estudio

El área de estudio correspondió a la comunidad de Santo Tomas que se encuentra ubicado en el distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, departamento de Loreto, al suroeste de la ciudad de Iquitos, cuyas coordenadas geográficas son 3° 43' 46''S 73°14'18''O. (Anexo 01)



### **3.3. Procedimiento de recolección de datos**

#### **3.3.1. Recolección y transporte de las muestras.**

Las muestras de agua de pozos artesianos y pozos rústicos fueron recolectadas entre las 09:00 a.m. y 11:00 a.m. horas en frascos de vidrio transparentes de boca ancha, con tapa rosca, marca “Schott Duran” estéril de 250 mL llenados hasta un volumen de 150 mL.

##### **Pozo Artesiano.**

Se utilizó la técnica del bombeo, que consistió en limpiar y retirar del tubo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida, luego procedimos a bombear el tubo dejando correr el agua durante 5 minutos para luego cerrarlo y esterilizarlo interna y externamente mediante un hisopo embebido en alcohol encendido, luego se dejó correr nuevamente para finalmente recolectar la muestra en el frasco. <sup>(26)</sup>

##### **Pozos rústicos.**

Se utilizó la técnica de la plomada, que consistió en sujetar una plomada al frasco de vidrio estéril para facilitar el sumergido del mismo y con la ayuda de una soga delgada se procedió a sacar la muestra de agua en un volumen de 150 mL. <sup>(26)</sup>

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

Las muestras fueron conservadas en cajas térmicas con paquetes de hielo, con un termómetro en el interior para controlar la temperatura que alcanzo una temperatura cercana a los 4°C <sup>(26)</sup>.

Posteriormente las muestras fueron transportadas en condiciones de refrigeración al laboratorio de ecología y aguas de la Facultad de Ciencias Forestales. <sup>(13)</sup>.

#### **3.3.2. Análisis Bacteriológico**

Se utilizó el método del Número Más Probable de coliformes – NMP Coliformes, y utilizando las campanas de Durham <sup>(25)</sup>. Dicho método tiene dos fases, la fase presuntiva y fase confirmativa. (Anexo N° 02)

##### **Fase Presuntiva:**

Se utilizó inóculos de 10, 1 y 0.1 ml de la muestra original, en serie de tres tubos, cada tubo contenía en su interior una campana de Durham invertida y 10 ml de medio de cultivo. Para el inóculo de 10 ml, se empleó tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a doble concentración; para los inóculos de 1 y 0,1; se utilizaron seis tubos con el mismo medio de cultivo, pero a concentración normal (tres tubos con 1ml. de inóculo y tres con 0,1ml., respectivamente) <sup>(26)</sup>.

Se incubó a 37°C durante 48 horas en estufa Heraus, y se consideraron como tubo positivo aquellos que presentaron formación de gas en el interior de la campana de Durham. (Anexo N° 02)

## **Fase confirmativa:**

### **Confirmación de Coliformes Totales**

Para confirmar la presencia de coliformes totales, se transfirió una azada a partir de los tubos con formación de gas de la fase presuntiva, a tubos que contenían en su interior campana de Durham invertidas y 1 ml, de Caldo Brila (Verde Brillante – Bilis – Lactosa) <sup>(26)</sup>.

Los tubos fueron incubados a 37°C durante 48 horas, después del tiempo de incubación, se anotó el número de tubos que presentaron formación de gas en este medio de cultivo para calcular el número de coliformes totales por 100 mL, utilizando la tabla del NMP, anexo 4 <sup>(26)</sup>.

### **Confirmación de coliformes Termotolerantes (Anexo N° 03)**

Para la confirmación de coliformes termotolerantes, se transfirió una azada a partir de aquellos tubos positivos en la fase presuntiva; a tubos que contenían en su interior campanas de Durham invertidas y 10 mL de Caldo *E. coli*.

Se incubó a 44,5°C durante 48 horas en baño maria, posteriormente a partir de los tubos que resultaron positivos, se procedió a determinar el número de coliformes termotolerantes por 100 mL.; con la ayuda de la tabla del NMP <sup>(25)</sup> (Anexo N° 04)

Todos los resultados se compararon con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano<sup>(19)</sup> (Anexo N° 05)

#### **3.4. Procesamiento y Análisis de los Datos**

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la estadística descriptiva, aplicando el programa de Excel 2010, y se estableció la diferencia significativa con la prueba de Mann - Whitney con el programa estadístico SPS21.

#### **3.5. Aspectos Éticos**

Los aspectos éticos que aborda la toma de muestra no afecta a los usuarios de los pozos artesianos y rústicos, ya que no se agrega ninguna sustancia que pueda variar las condiciones del cuerpo de agua. La presente investigación favorece a los usuarios ya que tendrán conocimientos de que su agua cumple o no con los valores de calidad bacteriológica del agua para el consumo humano.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Se evaluaron la calidad bacteriológica de agua de consumo humano proveniente de 10 pozos artesianos (50 muestras) y 10 pozos rústicos (50 muestras) de la comunidad de Santo Tomás, Iquitos – Perú. (Anexo N° 01).

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros:

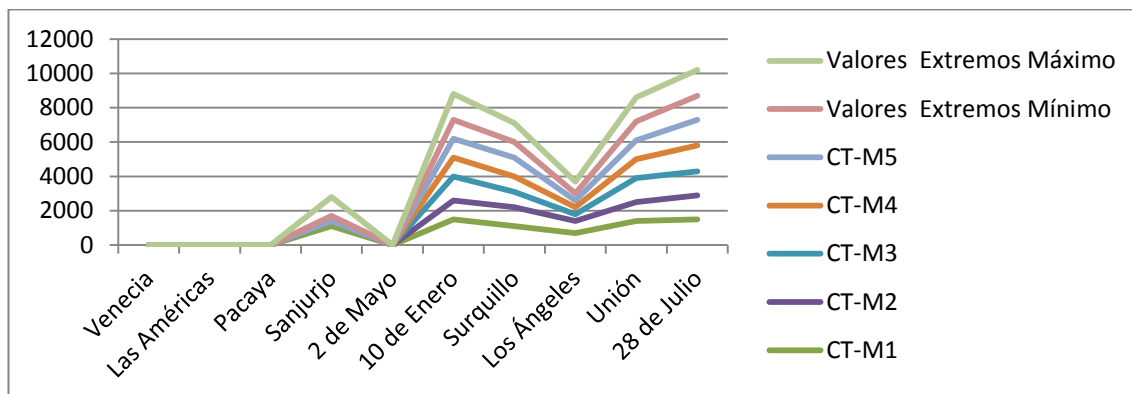
### 4.1. Parámetros bacteriológicos en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas.

**Cuadro N° 1. Coliformes Totales en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas (NMP/100 mL).**

Punto de Muestreo	Número de muestras	Coliformes totales(NMP/100 mL)					Valores Extremos	
		1	2	3	4	5	Mínimo	Máximo
1 Calle Venecia	5	0	0	0	0	0	0	0
2 Calle Las Américas	5	0	0	0	0	0	0	0
3 Calle Pacaya	5	0	0	0	0	0	0	0
4 Calle Sanjurjo	5	1100	300	0	0	0	300	1100
5 Calle 2 de Mayo	5	0	0	0	0	0	0	0
6 Calle 10 de Enero	5	1500	1100	1400	1100	1100	1100	1500
7 Calle Surquillo	5	1100	1100	900	900	1100	900	1100
8 Calle Los Ángeles	5	700	700	400	400	400	400	700
9 Calle Unión	5	1400	1100	1400	1100	1100	1100	1400
10 Calle 28 de Julio	5	1500	1400	1400	1500	1500	1400	1500

Fuente. Autores, 2017

Figura N° 1. Coliformes Totales en aguas de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas. NMP/100mL.



Fuentes: Cuadro N° 1

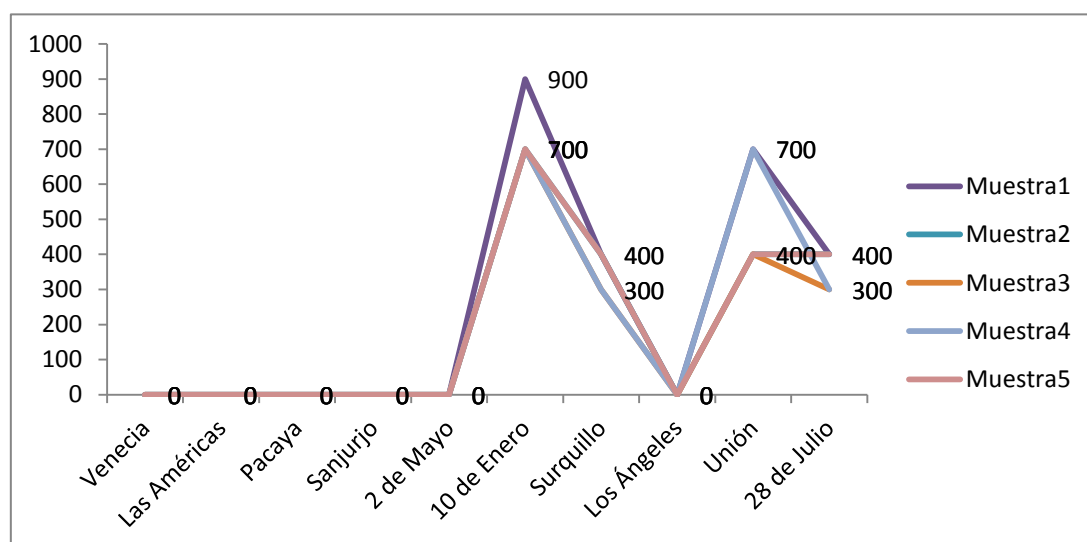
En el cuadro N° 01 y figura N° 01, se muestra que en los puntos que corresponde a las calles Venecia, Las Américas, Pacaya y 2 de Mayo, no sobrepasaron los límites máximos permisible de los parámetros bacteriológicos del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, mientras que los puntos comprendidos entre las calles Sanjurjo, 10 de Enero, Surquillo, Los Ángeles, Unión y 28 de Julio, las bacterias del tipo coliformes totales sobre pasaron los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, reportando valores mínimos de 300 NMP/100mL y valores máximos de 1500 NMP/100mL (ver anexo 5).

**Cuadro N° 2.** Coliformes Termotolerantes en pozos artesianos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 ml)

Punto de Muestreo	Número de muestras	Coliformes termotolerantes(NMP/100mL)					Valores Extremos	
		1	2	3	4	5	Mínimo	Máximo
1 Calle Venecia	5	0	0	0	0	0	0	0
2 Calle Las Américas	5	0	0	0	0	0	0	0
3 Calle Pacaya	5	0	0	0	0	0	0	0
4 Calle Sanjurjo	5	0	0	0	0	0	0	0
5 Calle 2 de Mayo	5	0	0	0	0	0	0	0
6 Calle 10 de Enero	5	900	700	700	700	700	700	900
7 Calle Surquillo	5	400	400	300	300	400	300	400
8 Calle Los Ángeles	5	0	0	0	0	0	0	0
9 Calle Unión	5	700	400	400	700	400	400	700
10 Cella 28 de Julio	5	400	400	300	300	400	300	400

Fuente. Autores, 2017

**Figura N° 2.** Coliformes Termotolerantes de pozos artesianos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 mL)



Fuentes: Cuadro N° 2

En el cuadro N° 01 y figura N° 01, podemos observar que, los puntos de muestreo comprendidos entre las calles 10 de enero, Surquillo, Unión y 28 de Julio, las aguas de los pozos artesianos, presentaron coliformes termotolerantes con valores de 300NMP/100mL y 900 NMP/100mL. Las mismas que sobrepasaron los límites máximos permisible de las normas de la calidad de agua para consumo humano., considerando las aguas de los pozos no apta para el consumo humano.

#### 4.2. Parámetros bacteriológicos en aguas de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas.

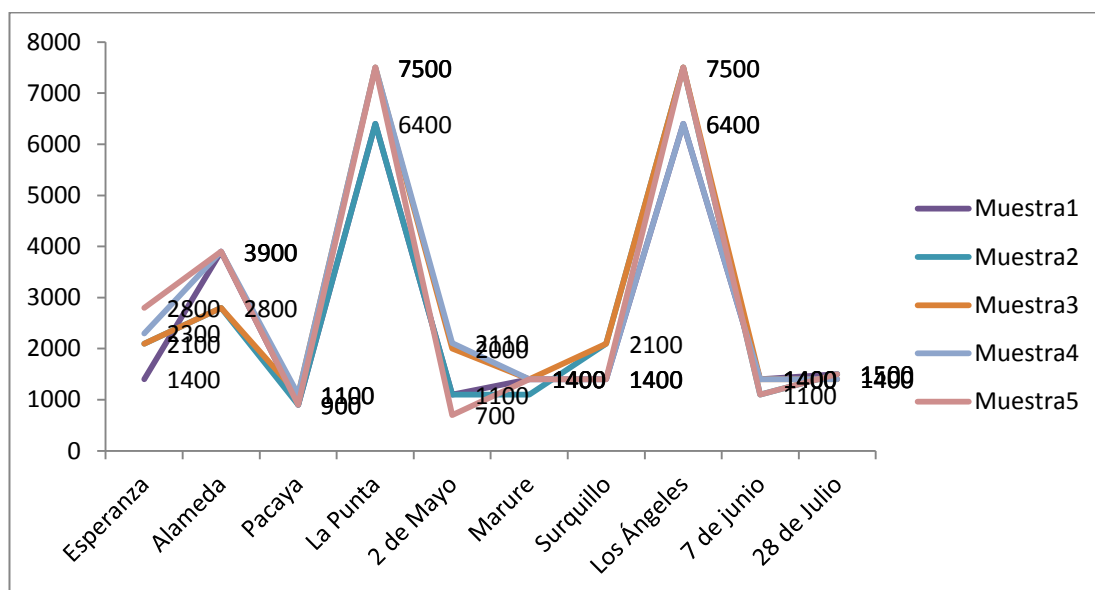
**Cuadro N° 3.** Coliformes totales en pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 mL)

Punto de Muestreo	Número de muestras	Coliformes totales(NMP/100mL)					Valores Extremos	
		1	2	3	4	5	Mínimo	Máximo
1 Calle Esperanza	5	1400	2100	2100	2300	2800	1400	2800
2 Calle Alameda	5	3900	2800	2800	3900	3900	2800	3900
3 Calle Pacaya	5	900	900	1100	1100	900	900	1100
4 Calle La Punta	5	6400	6400	7500	7500	7500	6400	7500
5 Calle 2 de Mayo	5	1100	1100	2000	2110	700	700	2110
6 Calle Marure	5	1400	1100	1400	1400	1400	1100	1400
7 Calle Surquillo	5	1400	2100	2100	1400	1400	1400	2100
8 Calle Los Ángeles	5	6400	7500	7500	6400	7500	6400	7500
9 Calle 7 de junio	5	1400	1100	1400	1400	1100	1100	1400
10 Calle 28 de Julio	5	1500	1500	1400	1400	1500	1400	1500

**Fuente.** Autores, 2017



Figura N° 3. Coliformes Totales en pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 mL)



Fuentes: Cuadro N° 3

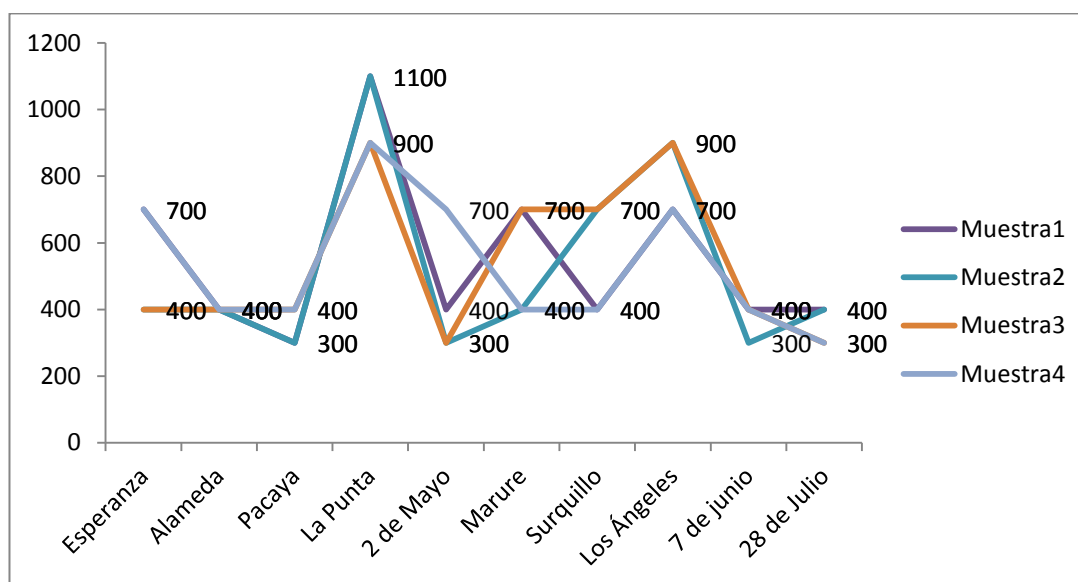
En el cuadro N° 03 y en la figura N° 03, se aprecia que los resultados de la evaluación bacteriológica del agua de consumo humano de los pozos rústicos sobrepasaron los límites máximos permisibles de los parámetros bacteriológicos del reglamento de la calidad del agua para consumo humano <sup>(19)</sup>, reportando valores mínimos de 700 MP/100mL y valores máximos de 7500 NMP/100mL, siendo agua no apta para consumo poblacional.

**Cuadro N° 4.** Coliformes Termotolerantes de pozos rústicos de la Comunidad Santo Tomás (NMP/100 ml)

Punto de Muestreo	Número de muestras	Coliformes fecales (NMP/100ml)					Valores Extremos	
		1	2	3	4	5	Mínimo	Máximo
Calle								
1 Esperanza	5	700	400	400	700	700	400	700
2 Calle Alameda	5	400	400	400	400	400	400	400
3 Calle Pacaya	5	300	300	400	400	300	300	400
4 Calle La Punta	5	1100	1100	900	900	900	900	1100
Calle 2 de								
5 Mayo	5	400	300	300	700	300	300	700
6 Calle Marure	5	700	400	700	400	400	400	700
7 calle Surquillo	5	400	700	700	400	400	400	700
Calle Los								
8 Ángeles	5	700	900	900	700	900	700	900
9 Calle 7 de junio	5	400	300	400	400	300	300	400
Calle 28 de								
10 Julio	5	400	400	300	300	400	300	400

Fuente: Autores 2017

**Figura N° 4.** Coliformes Termotolerantes de pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomás (NMP/100 mL)



Fuentes: Cuadro N° 4

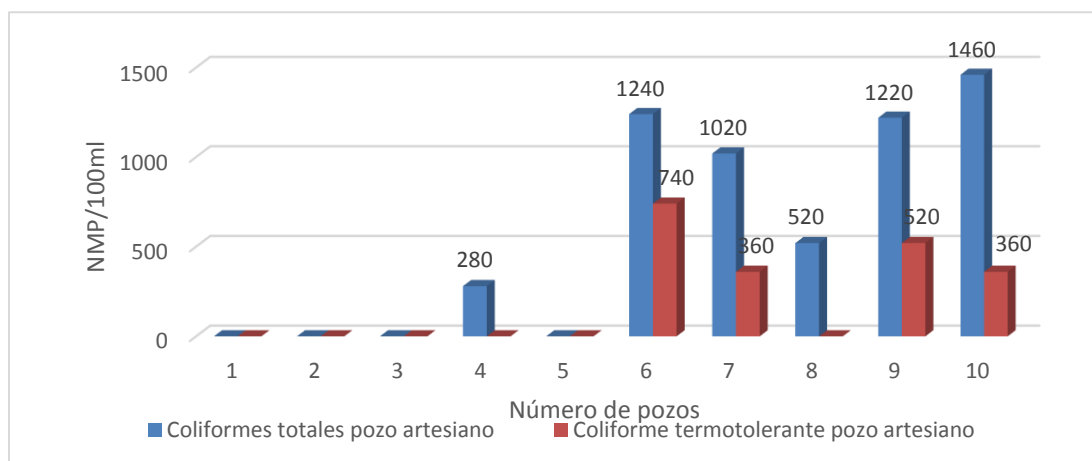
En el cuadro N° 4 y Figura N°04. Se puede observar que los resultados de los análisis bacteriológicos de la calidad de agua Pozos rústicos, sobrepasaron los límites máximos permisibles de coliformes

termotolerantes (1100 NMP/100 mL), considerando como agua no apta para consumo humano.

**Cuadro N° 5.** Nivel de contaminación de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas.

Puntos de muestreo	Coliformes totales (NMP/100ml)					Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)				
	Muestras									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1100	300	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1500	1100	1400	1100	1100	900	700	700	700	700
7	1100	1100	900	900	1100	400	400	300	300	400
8	700	700	400	400	400	0	0	0	0	0
9	1400	1100	1400	1100	1100	700	400	400	700	400
10	1500	1400	1400	1500	1500	400	400	300	300	400

Figura N° 5. Nivel de contaminación de pozos artesianos del centro poblado de Santo Tomas.



Fuentes: Cuadro N° 5

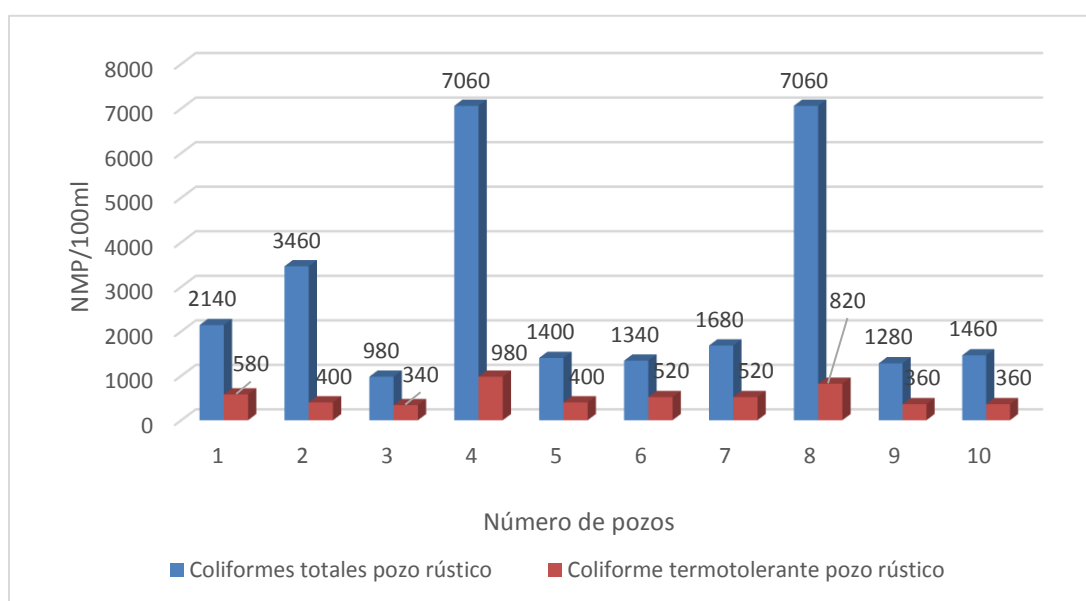
En el cuadro N° 5 y figura N°5 se observa los promedios de contaminación de las aguas de los pozos artesianos de la comunidad de Santo Tomas, en relación a coliformes totales con valores máximos de 1460NMP/100mL y coliformes termotolerantes con 360NMP/100mL.

**Cuadro N° 6.** Nivel de contaminación de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas.

Puntos de muestra	Muestras Coliformes totales (NMP/100mL)					Muestras Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	140		210	230						70
2	0	2100	0	0	2800	700	400	400	700	0
3	390		280	390						40
4	0	2800	0	0	3900	400	400	400	400	0
5	900	900	0	0	900	300	300	400	400	0
6	640		750	750		110				90
7	0	6400	0	0	7500	0	1100	900	900	0
8	110		200	210						30
9	0	1100	0	0	700	400	300	300	700	0
10	140		140	140						40
11	0	1100	0	0	1400	700	400	700	400	0
12	140		210	140						40
13	0	2100	0	0	1400	400	700	700	400	0
14	640		750	640						90
15	0	7500	0	0	7500	700	900	900	700	0
16	140		140	140						30
17	0	1100	0	0	1100	400	300	400	400	0
18	150		140	140						40
19	0	1500	0	0	1500	400	400	300	300	0

Fuente: Autores, 2017

**Figura N° 6.** Promedio de contaminación de pozos rústicos del centro poblado de Santo Tomas.



Fuentes: Datos Tesistas

En el cuadro N°06 y figura N°06, se observa que el punto de muestreo N°4 y N°8, presentaron elevada presencia de Coliformes totales (7500 NMP/100). Mientras que para Coliformes fecales fue 1100 NMP/100 mL en el punto de muestreo N° 4.

**Cuadro N° 7.** Comparativo de pozos artesianos y pozos rústicos, con respecto a Coliformes totales. (Prueba de Mann - Whitney)

Rangos					
Pozo coliformes totales			N	Rango promedio	Suma de rangos
	coliformes totales pozo rústico		10	14,75	147,50
NMP totales	coliformes artesianos	coliformes totales pozo	10	6,25	62,50
	Total		20		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	NMP totales
U de Mann-Whitney	7,500
W de Wilcoxon	62,500
Z	-3,227
Sig. asintótica (bilateral)	0,001
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,000 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Pozo coliformes totales

b. No corregido para empates.

A través de la prueba de Mann- Whitney, se pudo comprobar que existe una alta diferencia significativa, entre las concentraciones de coliformes totales entre los pozos rústicos y pozos artesianos.

**Cuadro N° 8.** Comparativo de pozos artesianos y pozos rústicos, con respecto a Coliformes termotolerantes. (Prueba de Mann-Whitney)

**Rangos**

Pozo coliformes termotolerante	N°	Rango promedio	Suma de rangos
coliformes termotolerantes pozo rustico	10	13,70	137,00
coliformes termotolerantes pozo artesiano	10	7,30	73,00
Total	20		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	NMP termotolerantes
U de Mann-Whitney	18,000
W de Wilcoxon	73,000
Z	-2,466
Sig. asintótica (bilateral)	0,014
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,015 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Pozo coliformes termotolerantes

b. No corregido para empates.

Asimismo, en la prueba de Whitney – Wilcoxon, se obtuvo los siguientes resultados: 18000NMP/100mL y 73000NMP/100mL respectivamente, demostrando que los coliformes termotolerantes prevalece en todos los pozos rústicos.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En nuestra región se enfrenta diversos problemas de abastecimiento de agua para consumo humano por la escasez y contaminación del recurso. En las zonas rurales los principales problemas de disponibilidad del agua son el desabastecimiento y su falta de potabilización. En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua y aguas subterráneas, expuestas muchas veces a la contaminación debidas a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas <sup>(13)</sup>.

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo <sup>(19)</sup>, y nuestra región Loreto no es una excepción; muchas poblaciones de nuestras comunidades ribereñas no tienen acceso a un agua segura, viéndose obligados a beber agua de dudosa calidad, ocasionando enfermedades gastrointestinales a niños y adultos. Situación similar se reportó en Lima en un en zonas urbano-marginales, sobre la salud y calidad de agua, donde la población, en situación de pobreza y de extrema pobreza, se enfrenta a una situación en la que prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de agua de mala calidad, lo que se aúna a la falta de servicios adecuados de agua potable y de alcantarillado y al alto costo del abastecimiento de agua por camiones cisterna y/o piletas públicas<sup>(16)</sup>.

En cuanto a los resultados respecto a la calidad bacteriológica de las aguas de los pozos artesianos, el 46% (23 muestras) mostraron ausencia de

coliformes totales y el 56% (27 muestras) sobrepasaron los límites máximos permisibles emitidos por el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, con valores mínimos de 300 NMP/100ml y valores máximos de 1500 NMP/100ml, situación similar encontrada al comparar la calidad bacteriológica del agua de pozos artesianos y rústicos con agua almacenada en las viviendas del Caserío Nina Rumi, reportando que de los 4 pozos artesianos considerados en su estudio, 2 pozos artesianos resultaron no aptas para el consumo humano debido a la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, mientras que para los 7 pozos rústicos encontró que todos estaban contaminados con las mencionadas bacterias <sup>(13)</sup>.

Del mismo modo, al sudoeste de Uruguay reportaron contaminación al evaluar 355 muestras de aguas, recolectada de pozos rurales utilizado por la población, siendo; 87% de los pozos evaluados estaban contaminados con coliformes totales y el 60% con coliformes fecales<sup>(3)</sup>.

En este contexto, cabe resaltar, que el problema de los pozos artesianos evaluados de la Comunidad de Santo Tomas se dio principalmente en los pozos que no poseen ningún tipo de control sanitario, en el tratamiento y desinfección del agua, condiciones higiénicas deplorables, presencia de basurales.

Asimismo, del total de 50 muestras de agua de pozos rústicos analizados el 100% de las muestras sobrepasaron los límites máximos permisibles emitidos en el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, con valores



máximos de 7500NMP/100ml para coliformes totales y 1100NMP/100ml coliformes termotolerantes, los mismos que coinciden con algunas investigaciones en: Argentina, evaluaron el grado de contaminación bacteriológica en aguas de pozo<sup>(5)</sup>, Evaluaron la calidad de agua para consumo humano y riego <sup>(10)</sup>; Nicaragua, calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural<sup>(14)</sup>; Colombia, calidad bacteriológica (coliformes totales y *E. coli*) del agua usada para el consumo de los habitantes de las veredas Nápoles<sup>(18)</sup>. Por lo tanto, se presume que la contaminación de las aguas de los pozos rústicos por bacterias del tipo coliformes, pudo darse por varios factores como: las condiciones climáticas, presencia de basurales y letrinas, falta de mantenimiento de su infraestructura, presencia de vectores, crianza de animales, aguas residuales cercanas y las malas prácticas de higiene, esto concuerda, con un estudio sobre microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano, donde corrobora, que la calidad de agua apta para consumo humano, puede contaminarse a través de defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes.

También es necesario resaltar que la realidad socio –económica de la región Loreto, existiendo una gran necesidad de abastecimiento de agua para consumo de la población, los mismos que se abastecen de aguas subterráneas a través de pozos artesianos y pozos rústicos, que en su mayoría son construidos en las partes bajas de las pendientes del terreno, lo que facilita su contaminación por escorrentía, debido que en nuestra zona la

precipitación pluvial es continua durante todo el año, lo cual es un fenómeno que arrastra la contaminación del suelo hacia las fuentes de agua ubicadas en las zonas bajas, ocasionando el incremento de la población microbiana.<sup>(12)(17)(20)</sup>

En cuanto a la elevada presencia de bacterias del tipo coliformes en las aguas de los pozos rústicos, se podrían suponer que esto se deba al poco mantenimiento de los pozos y a las malas prácticas de cuidado, concordando con el estudio Características físico-químicas y microbiológicas del agua de la presa <sup>(11)</sup>; así mismo; en México reportaron contaminación por materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos y bacterias del tipo coliformes totales y coliformes fecales<sup>(21)</sup>, quienes mencionan que la contaminación de las aguas de los pozos podría deberse a las filtraciones de bacterias provenientes de descargas de aguas residuales al suelo y al incumplimiento en la protección y cuidado de los pozos.

Por lo tanto estudios como este, nos permitirá realizar protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES**

1. De los 10 pozos artesianos muestreados, 6 pozos mostraron presencia de coliformes totales, con valores entre 300NMP/100ml y 1500NMP/100ml, los mismos que sobrepasaron los límites máximos permisibles emitidos por el Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano, y 4 pozos mostraron ausencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes.
2. Los parámetros bacteriológicos de las aguas de los pozos rústicos sobrepasaron los valores límites del reglamento oficial para la calidad de agua, con valores máximos de 7500 NMP/100 ml. (coliformes totales) y de 1100 NMP/100 ml. (coliformes termotolerantes) por lo tanto son consideradas aguas no aptas para consumo humano.
3. La comparación estadística con la prueba de Whitnet – Wilcoxon nos muestra que los coliformes totales y coliformes termotolerantes prevalecieron en todos los pozos rústicos, existiendo una alta diferencia significativa.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Realizar acciones de vigilancia y monitoreo constante de la calidad del agua de consumo humano de pozos artesianos y pozos rústicos en la comunidad de Santo Tomas, por parte de la Dirección General de Salud Ambiental (Laboratorio de Control Ambiental)
2. Identificar contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los pozos artesianos y pozos rústicos de la comunidad de Santo Tomas.
3. Desarrollar campañas de sensibilización a la población de la Comunidad de Santo Tomas, a través charlas educativas sobre la cloración del agua para consumo humano.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- Torres, P.; Cruz, C.; Patiño, P.; Índices de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales Utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 8, No. 15 especial, pp. 79-94 - ISSN 1692-3324 /150 p. Medellín, Colombia, 2009.
- 2.- Mejía, M. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2005.
- 3.- Perdomo C. H., Casanova O. N. Y.; Cingada V.S. Contaminación de Aguas subterráneas con nitratos y Coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Agrociencia. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay. 2001 Vol. V N° 1 pag. 10-22 pp
- 4.- Marchand, E.O. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo en Lima Metropolitana. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú. 2002. 60 pp.
- 5.- Zamora, A; Folabella, A.; Perez, J; Dominguez, S.; De Luca, L. Contaminación Microbiológica en aguas de pozo Partido Gral. Pueyrredon-Provincia de Buenos Aires - Argentina. Universidad Nacional

de Mar de Plata. Laboratorio de Microbiología. Mar de Plata-Argentina, 2002.

- 6.- Suarez, M. Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal. Rev. Cu 2002. bana. Hig. Epidemiol ; 40(1): 38 -43.
- 7.- Claret, M.; Urrutia, R.; Abarzua, M.; Pérez, C.; Palacios, M. Estudio de la contaminación en agua de pozo destinada a consumo humano y su expresión espacial en el secano mediterráneo de Chile. Instituto de Investigación Agropecuarias. 2003
- 8.- Paz, M.; Barzola, C.; Lazcano, C.; Ponce, M.; Leon, J. Colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua. 2003 Rev.Perú.biol. 10(2): 133 – 144.
- 9.- Pacheco, J.; Cabrera, A.; Pérez, R. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatan, México. 2004 Rev. Ingeniería 8-2- 165-179.
- 10.-Baccaro, K.; Degorgue, M.;Lucca, M.; Picone, L.; Zamuner,E.; Andreoli,Y. Calidad del Agua para Consumo Humano y Riego en Muestras del Cinturón Hortícola de Mar del Plata. RIA. 2006 35 (3): 95-110. Diciembre INTA, Argentina.

- 11.-Sardiñas, O.; Chiroles, S.; Fernández, M.; Hernández Y.; Pérez. A. Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba) 2006 Hig. Sanid. Ambient. 6: 202-206
  
- 12.-Fuentes, A.; Campas, O.; Aguilar, G.; Meza, M. Calidad Microbiológica del agua de Consumo humano de tres comunidades rurales del Sur de Sonora (México). 2007. Revista Salud Pública y Nutrición. Volumen 8, N° 3.
  
- 13.-Hurtado, B. J. Comparación de la Calidad Bacteriológica del Agua de Pozos Artesianos y Rústicos con Agua Almacenada en las Viviendas del Caserío Nina Rumi – Loreto. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 2007. 52 pp.
  
- 14- Gonzáles, o.; Aguirre, j.; Saugar, g.; Orozco, l.; Álvarez, g.; palacios, k.; Guevara, o. Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Universitas. 2007 Volumen 1, Año 1, pp. 7 -13.
  
- 15.-Fernández, M.; Fernández, O. Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa. 2007. Rev. Minería y Geología/ v.23 n°4

- 16.-Loyola, R.; Soncco, C. Salud y calidad de agua en zonas urbano marginales de Lima Metropolitana. UNALM. 2007 Rev. Economía y Sociedad 64, CIES.
- 17.-Ramírez, E.; Robles, E.; Sainz, G.; Ayala, R.; Campoy, E. Calidad Microbiológica del Acuífero de Zacatepec, Morelos, México. 2009 Rev. Int. Contam. Ambient. 25 (4) 247-255.
- 18.-Estupiñan, S.; Avila, S.; Celeita,D.; Martinez, E. Control Bacteriológico del Agua de la Red de Distribución “acueducto de las veredas Nápoles, Ponchos y Sabastopol” en San Antonio de Tequendama. 2010. Publicación Científica en Ciencias Biomédicas – ISSN 1794 – 2470 Vol.8 14.
- 19.- El Peruano. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010. SA.
- 20.-Valderrama, R; Ramírez, E; Ayala, R.; Duran, A.; Sainz, M.; Martínez.; Martínez, B.; Gonzales, M. Calidad del agua de tres pozos de la zona centro del acuífero, Cuautla – Yautepec, Morelos, México. 2010. Biocyt. 3(11):159-175.
- 21.-Guzmán, G.; Thalasso, F.; Ramírez, E.; Rodríguez, S.; Guerrero, L.; Avelar,F. Evaluación Espacio – Temporal de la Calidad del Agua del Río



San Pedro en el Estado de Aguas Calientes, México. 2011 Rev. Int. Contam. Ambie. 27 (2) 89-102

22.-Mendoza, A. H. Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Zonas Rurales de la Provincia de Moyobamba. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín. Faculta de Ecología. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental. 2012. 70 pp

23.-Bríñez, K.; Guarnizo, J.; Arias, S. Calidad del agua para consumo humano en el Departamento del Tolima. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2012; 30(2): 175-182.24

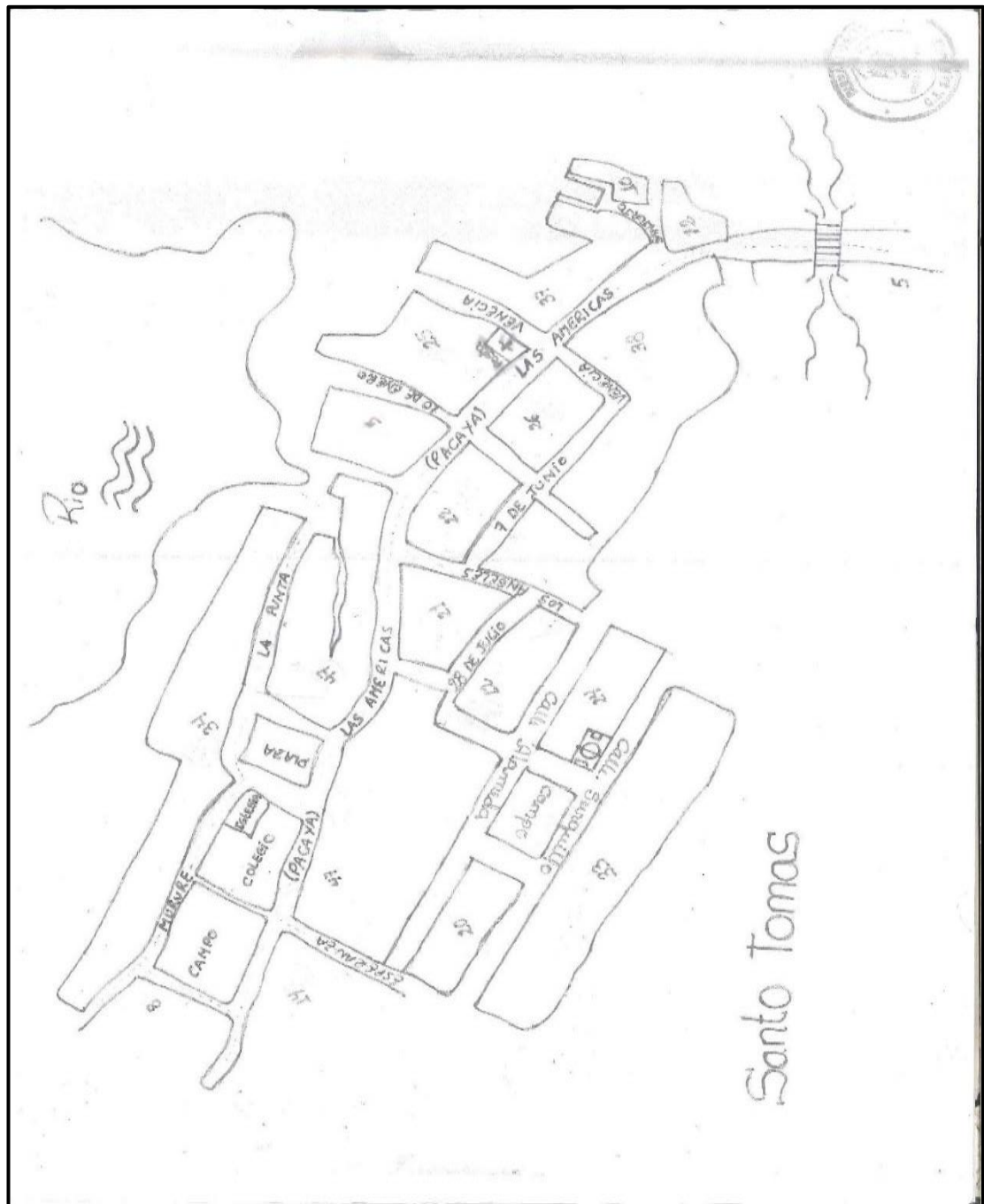
24.- Mossel D & Moreno B. Microbiología de los alimentos. 1985 Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España). 375 pp.

25.- American Public Health Association (Apha), American Water association and Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed.; Washington, D.C. USA. 1995, Parte 9000.

26.-R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, 2015.

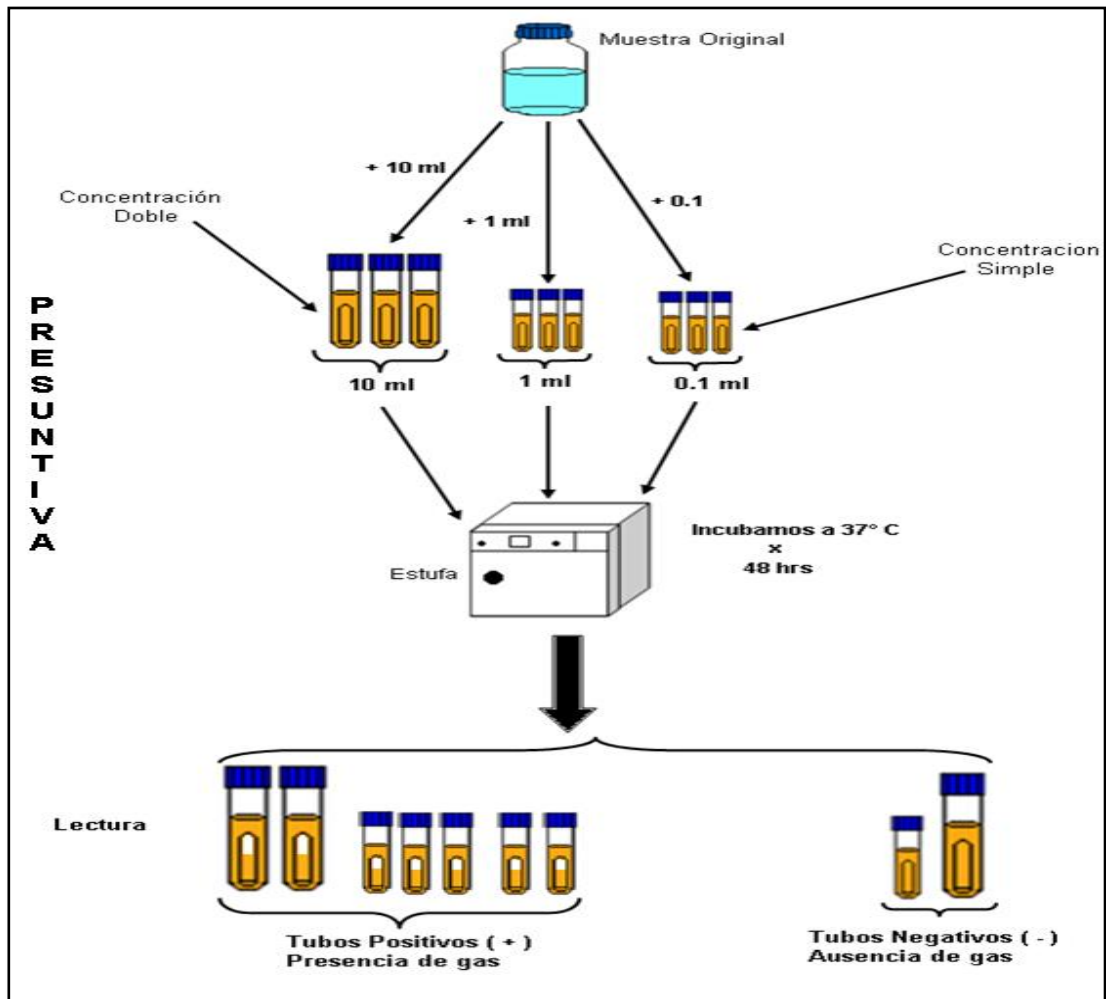
## **ANEXOS**

Anexo N° 1. Descripción del área de estudio

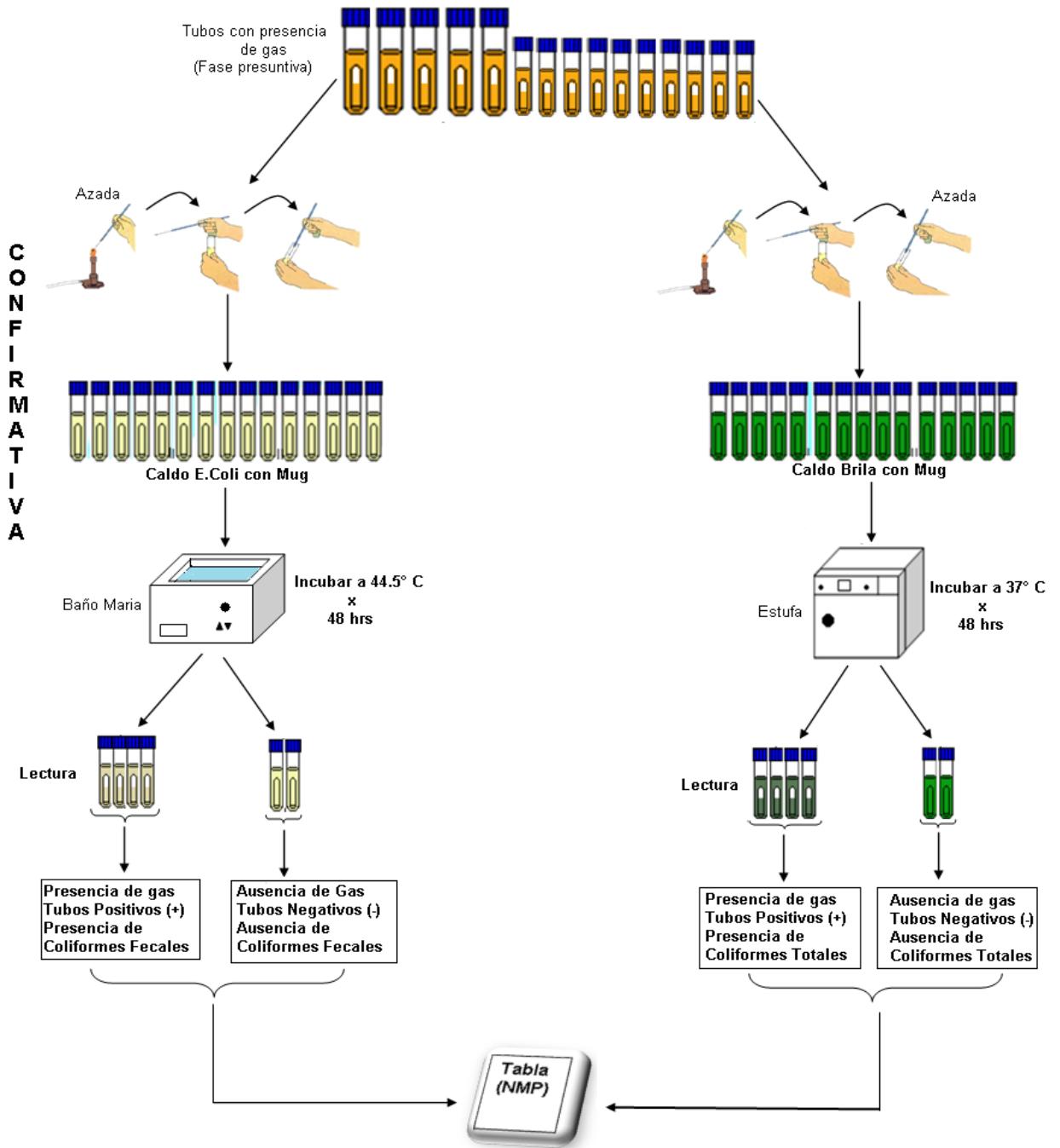


## Anexo N° 2. Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP)

### Fase Presuntiva



### Anexo N° 3. Fase Confirmativa



#### Anexo N° 4. Tabla del Numero Más Probable (NMP)

Número más probable (NMP) y límites de confianza al 95% para las diversas combinaciones de tubos positivos (3 o 5 tubos por dilución), cuando las diluciones elegidas corresponden a inóculo de siembra de 10 ml, 1ml y 0.1 ml.						
COMBINACIONES DE TUBOS	Numero de Tubos Sembrados por Dilución					
	Límites de confianza			Límites de confianza		
	3			5		
	Límites de Confianza			Límites de Confianza		
	95%			95%		
	NMP / ml	Inf.	Sup.	NMP	Inf.	Sup.
0 - 0 - 0	0.03			0.02		
0 - 0 - 1	0.03	0.005	0.09	0.02	0.005	0.07
0 - 1 - 0	0.03	0.005	0.13	0.02	0.005	0.07
0 - 2 - 0				0.04	0.005	0.11
1 - 0 - 0	0.04	0.005	0.2	0.02	0.005	0.07
1 - 0 - 1	0.07	0.01	0.21	0.04	0.005	0.11
1 - 1 - 0	0.07	0.01	0.23	0.04	0.005	0.11
1 - 1 - 1	0.11	0.03	0.36	0.06	0.005	0.15
1 - 2 - 0	0.11	0.03	0.36	0.06	0.005	0.15
2 - 0 - 0	0.09	0.01	0.36	0.05	0.005	0.13
2 - 0 - 1	0.14	0.03	0.37	0.07	0.01	0.17
2 - 1 - 0	0.15	0.03	0.44	0.07	0.01	0.17
2 - 1 - 1	0.2	0.07	0.89	0.09	0.02	0.21
2 - 2 - 0	0.21	0.04	0.47	0.09	0.02	0.21
2 - 2 - 1	0.28	0.10	1.50			
2 - 3 - 0				0.12	0.03	0.28
3 - 0 - 0	0.23	0.04	1.20	0.08	0.01	0.19
3 - 0 - 1	0.39	0.07	1.30	0.11	0.02	0.25
3 - 0 - 2	0.64	0.15	3.80			
3 - 1 - 0	0.43	0.07	2.10	0.11	0.02	0.25
3 - 1 - 1	0.75	0.14	2.30	0.14	0.04	0.34
3 - 1 - 2	1.2	0.3	3.80			
3 - 2 - 0	0.93	0.15	3.80	0.14	0.04	0.34
3 - 2 - 1	1.5	0.30	4.40	0.17	0.05	0.46
3 - 2 - 2	2.1	0.35	4.70			
3 - 3 - 0	2.4	0.36	13.0			
3 - 3 - 1	4.6	0.71	24.0			
3 - 3 - 2	11	1.50	48.0			
3 - 3 - 3	24					

**Anexo N° 5. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**  
**Decreto Supremo N° 031-2010-SA**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

## **FOTOS**



**MUESTREO DE AGUA DE POZOS ARTESIANOS Y POZOS  
RÚSTICOS DE LA COMUNIDAD DE SANTO TOMAS, IQUITOS**

**Foto N° 1. Pozo artesiano**



**Foto N° 2. Pozo rústico**



**Foto N° 3. Toma de muestra de pozo artesiano**



**Foto N° 4. Muestra de agua de pozo artesiano**



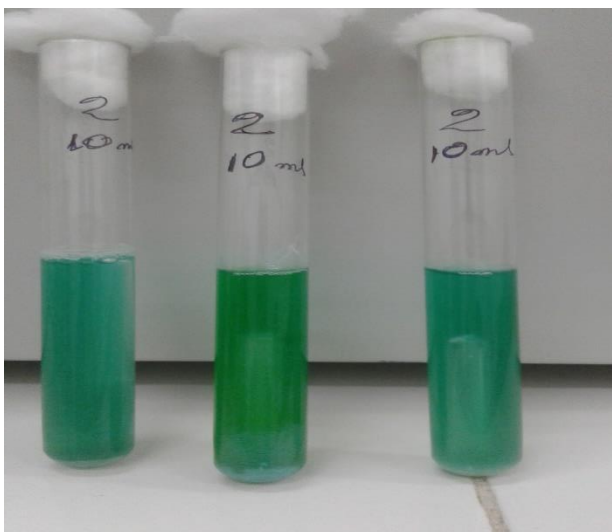
**Foto N° 5. Toma de muestra de agua de pozo rústico**



**Foto N° 6. Muestra de agua de pozos rústico**



**Foto N° 7. Prueba confirmativa de Coliformes totales**



**Foto N° 8. Prueba confirmativa de coliformes termotolerantes**

