

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Evaluación de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *E. coli*
en aguas subterráneas, de las urbanizaciones de Santa Adriana y
Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, Puno 2019**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Por:

Bach. Tania Leslie Apaza Quispe

Asesor:

Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

Juliaca, junio de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

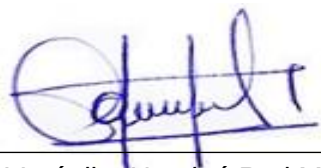
Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE ARSÉNICO, DUREZA, COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y *E. COLI* EN AGUAS SUBTERRÁNEAS, DE LAS URBANIZACIONES DE SANTA ADRIANA Y NIÑO SAN SALVADOR, DEL DISTRITO DE JULIACA, PUNO 2019”** constituye la memoria que presenta la Bachiller **Tania Leslie Apaza Quispe** para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los 25 días del mes de junio del 2020



Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

Asesora



080

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 22 día(s) del mes de junio del año 2020 siendo las 13:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Enrique Mamani Cuela, el secretario: Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera y los demás miembros: MSc. Rose Adeline Ballata Chura

y el asesor: Ing. Verónica Haydee Pari Mamani con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y E. coli en aguas subterráneas, de las urbanizaciones de Santa Adriana y Nino San Salvador, del distrito de Juliaca, Puno 2019" de el(los)/la(las) bachiller/es: a) Gania Leslie Spaza Quispe

b) conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental
(Nombre del Título Profesional)

con mención en:

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Gania Leslie Spaza Quispe

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente

Asesor

Candidato/a (a)

[Firma]

Miembro

[Firma]

Secretario

Miembro

Candidato/a (b)

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz y fortaleza en mi vida

A mis amados padres Juan José y Agripina

A mi amado hermano Juan Diego

A mis seres queridos y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi mentor en este arduo camino hacia el éxito.

A mis queridos padres Juan José y Agripina, quienes con su ejemplo e instrucciones me inculcaron a ser mejor cada día.

A Caled y su familia Ramos Turpo, quienes con sus consejos y apoyo me motivaron a culminar esta etapa en mi vida.

A mi casa de estudios Universidad Peruana Unión, y a la Escuela de Ingeniería Ambiental, por darme la oportunidad de cursar mis estudios de pregrado en sus aulas, y prepararme para afrontar los retos de mi vida profesional.

A mi asesora Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani, por haber sido una gran guía para la elaboración del presente trabajo de investigación y por apoyarme de manera incondicional.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	16
EL PROBLEMA.....	16
1.1. Identificación del problema	16
1.2. Justificación de la investigación	17
1.3. Presuposición filosófica.....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. Objetivo general.	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	21
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	21
2.1. Fundamentos del objeto de estudio.....	21
2.1.1. El agua.	21
2.1.2. Ciclo hidrológico.	22
2.1.3. Agua subterránea.	25
2.1.4. Acuíferos.	26
2.1.5. Abastecimiento por aguas subterráneas.....	27
2.1.6. Contaminación del agua subterránea.....	27
2.1.7. Calidad del agua para consumo humano.	29
2.1.8. Vigilancia y control de la calidad del agua de consumo.	30
2.1.9. Parámetros fisicoquímicos.....	30
2.1.10 Parámetros químicos.....	31
2.1.11 Parámetros biológicos.....	32

2.1	Métodos para la acción del objeto de estudio.....	33
2.2.1	Métodos de análisis de las características hidrogeológicas del agua subterránea	33
2.2.	Resultados anteriores de investigación.....	35
2.2.1.	Antecedentes internacionales.....	35
2.3.2.	Antecedentes nacionales.....	37
2.3.3.	Antecedentes locales.....	39
2.4.	Marco legal.....	41
2.4.1.	Normas a nivel internacional.....	41
2.4.2.	Normas a nivel nacional.....	42
2.4.3.	Normativa para agua de consumo humano.....	48
CAPITULO III		50
MATERIALES Y MÉTODOS.....		50
3.1.	Descripción del lugar de ejecución.....	50
3.1.1.	Datos de ubicación del lugar experimental.....	50
3.1.2.	Descripción de las zonas de estudio.....	53
3.2.	Materiales, equipos, indumentaria y formatos.....	57
3.3.	Métodos de análisis.....	57
3.3.1.	Procedimiento de monitoreo.....	57
3.3.2.	Monitoreo de agua subterránea.....	59
3.4	Metodología.....	60
3.4.1.	Diseño de la investigación.....	60
3.4.2.	Análisis estadístico.....	60
CAPITULO IV		61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		61
4.1.	Resultados de los parámetros de monitoreo.....	61

4.1.1	Resultados de laboratorio.	61
4.1.2.	Mapas descriptivos de los puntos críticos generados en ArcGIS.....	63
4.1.2.	Resultados estadísticos.	71
4.2.	Discusión.....	75
CAPÍTULO V.....		78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		78
5.1.	Conclusiones.	78
5.2.	Recomendaciones.	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		80
ANEXOS		87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología de análisis de parámetros	35
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud, según D.S N° 031-2010 SA.....	49
Tabla 3. Descripción de puntos de monitoreo de la urbanización Santa Adriana	53
Tabla 4. Descripción de puntos de monitoreo de la urbanización Niño San Salvador.....	55
Tabla 5. Descripción de materiales y equipos requeridos para la ejecución del monitoreo.	57
Tabla 6. Resultados de laboratorio de la urbanización Santa Adriana	61
Tabla 7. Resultados de laboratorio de la urbanización Niño San Salvador.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución global del agua en el mundo.....	22
Figura 2. Representación del ciclo hidrológico	25
Figura 3. Tipos de acuíferos	26
Figura 4. Mapa de la región Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca	51
Figura 5. Urbanización Santa Adriana y Niño San Salvador, distrito de Juliaca	52
Figura 6. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de arsénico, en la urbanización Santa Adriana.....	63
Figura 7. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de arsénico, en la urbanización Niño San Salvador.	64
Figura 8. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de dureza, en la urbanización Santa Adriana.	65
Figura 9. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de dureza, en la urbanización Niño San Salvador.....	66
Figura 10. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de coliformes termotolerantes, en la urbanización Santa Adriana.	67
Figura 11. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de coliformes termotolerantes, en la urbanización Niño San Salvador.....	68
Figura 12. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de <i>Escherichia coli</i> , en la urbanización Santa Adriana.....	69
Figura 13. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de <i>Escherichia coli</i> , en la urbanización Niño San Salvador	70
Figura 14. Resultado estadístico del parámetro de arsénico, de la urbanización Santa Adriana	71
Figura 15. Resultado estadístico del parámetro de dureza total, de la urbanización Santa Adriana.	72
Figura 16. Resultado estadístico del parámetro de coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i> , de la urbanización Santa Adriana.	72
Figura 17. Resultado estadístico del parámetro de arsénico, de la urbanización Niño San Salvador.....	73

Figura 18. Resultado estadístico del parámetro de dureza total, de la urbanización Niño San Salvador.....	74
Figura 19. Resultado estadístico del parámetro de coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i> de la urbanización Niño San Salvador.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Matriz de consistencia	88
ANEXO B. Matriz de la variable	89
ANEXO C. Certificado de BHIOS LABORATORIOS S.R.L.....	90
ANEXO D. Panel fotográfico.....	91
ANEXO E. Informes de Ensayos del Laboratorio BHIOS	95
ANEXO F. Autorización de muestreo.....	116

SÍMBOLOS USADOS

OMS	: Organización Mundial de la Salud
MINSA	: Ministerio de Salud
MINAM	: Ministerio del Ambiente
SUNASS	: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
LMP	: Límite Máximo Permisible
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
As	: Arsénico
HACRE	: Hidroarcanicismo Crónico Regional Endémico
mg/L	: Miligramo por litro
µS/cm	: MicroSiemens por centímetro
<i>E. coli</i>	: <i>Escherichia coli</i>
NMP/100 ml	: Número Más Probable por 100 mililitro
mL	: Mililitro
CaCO₃	: Carbonato de Calcio

RESUMEN

El presente estudio ha permitido evaluar las concentraciones de arsénico, dureza total, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en aguas subterráneas de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador de la ciudad de Juliaca. La investigación, se llevó a cabo en el mes de febrero, en época de avenida. Para su desarrollo, se seleccionaron 14 puntos de muestreo de manera aleatoria en cada urbanización, y se evaluaron los parámetros de arsénico, dureza total, coliformes termotolerantes *Escherichia coli*, conductividad, pH y temperatura. Los análisis siguieron los métodos normalizados para análisis de agua APHA, AWWA, así mismo, se elaboró mapas de dispersión de contaminantes en el software ArcGIS. Entre los resultados más relevantes, se muestra que, las aguas subterráneas, poseen concentraciones significativas de arsénico, puesto que, el 100 % de las muestras analizadas superan el límite máximo permisible de 0.010 mg/L; un 82 % de las muestras de agua analizadas tienen presencia de bacterias *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes, y un 50 % de las muestras analizadas de agua subterránea presentan dureza. Dado que los parámetros de arsénico, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*; no cumplen con lo dispuesto por la norma de Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud, se concluye que las aguas subterráneas que se vienen utilizando como recurso primordial de vida en las zonas de estudio, no son aptas para consumo humano, debido a la toxicidad y elevada carga de contaminantes biológicos que posee.

Palabras clave: Agua subterránea, agua de consumo humano. contaminación.

ABSTRACT

The present study has made it possible to evaluate the concentrations of arsenic, total hardness, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* in underground water of the Santa Adriana and Niño San Salvador urbanizations in the city of Juliaca. The investigation was carried out in February, at the time of the avenue; and for its development, 14 sampling points were randomly selected in each urbanization, and the parameters of arsenic, total hardness, *Escherichia coli* thermotolerant coliforms, conductivity, pH and temperature were evaluated. The analyzes followed the standard methods for APHA water analysis, AWWA, and pollutant dispersion maps were prepared in the ArcGIS software. Among the most relevant results, it is shown that underground water has significant concentrations of arsenic, since 100% of the samples analyzed exceed the maximum permissible limit of 0.010 mg / L; 82% of the analyzed water samples have the presence of *Escherichia coli* and thermotolerant coliforms, and 50% of the analyzed underground water samples have hardness. Since the parameters of arsenic, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*; do not comply with the provisions of the Quality of Water for Human Consumption standard of the Ministry of Health and the World Health Organization, it is concluded that the underground water that has been used as a primary resource of life in the study areas is not suitable for human consumption, due to the toxicity and high load of biological contaminants it has.

Keywords: Underground water, water for human consumption, pollution.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

El acceso al agua potable es un derecho humano básico fundamental para la salud de las personas, y un componente de las políticas eficaces para la protección de la salud. (Organización Mundial de la Salud, 2011).

Fernández (2012) menciona que, durante los últimos años el acceso a los recursos de agua dulce se están viendo afectados debido a la presión humana, a causa de ello, se agrava su disponibilidad tanto en términos de calidad como de cantidad; al respecto, Malpass (2019) advierte que, el deterioro de la calidad del agua empeoraría las condiciones de salud de muchas personas, reduciendo así la producción de alimentos y exacerbando la pobreza en diversos países.

Cabe mencionar que, el acceso al agua a nivel mundial es cada vez menos alentador, en vista que, alrededor de unas 2200 millones de personas no poseen acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, esto sumado a que, unas 4200 millones de personas no cuentan con servicios de saneamiento. (Banco Mundial, 2019)

El Banco Mundial (2015) menciona que, en América Latina el panorama es similar, puesto que, los servicios de saneamiento también son precarios, a causa de ello, aproximadamente 37 millones de personas carecen de acceso a agua potable y al menos 110 millones no poseen acceso a saneamiento. Añádase a esto que, en Perú cerca del 90 % de la población si cuenta con un servicio de abastecimiento de agua, sin embargo, este se ve limitado debido a que el sistema de distribución de agua casi siempre termina siendo un suministro intermitente, de baja presión, y de una calidad deficiente para transportar agua potable a los consumidores.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016) menciona que, en nuestro país

aproximadamente el 13.9 % de la población no cuenta con acceso a agua potable o a una red pública, el 92.8 % de la población urbana y 60.3 % de la población rural, tiene acceso al agua potable o acceso a una red pública; en cuanto a la red de alcantarillado solo un 72.6 % tiene acceso , un 11.1 % usa letrinas y un 8.7 % usa pozos sépticos; Por lo anterior, Gonzales (2018) menciona el acceso a agua potable segura es un problema en el ámbito nacional, regional y local, debido a la falta de institucionalidad en el Perú, acompañado del débil sector y de un aumento demográfico, limitando así, el acceso de los consumidores a agua segura y servicios básicos. Es por esta limitación que, el acceso al agua subterránea representa una oportunidad de suministro de agua, para los domicilios que carecen de servicios de saneamiento, sin embargo, dicho líquido no viene siendo extraído del subsuelo de manera correcta.

La ciudad de Juliaca, comprensión de la provincia de San Román, región Puno, presenta un problema medioambiental que está arraigado durante años, en vista que, un porcentaje considerable de sus pobladores no cuenta con los servicios de agua potable en sus domicilios. Ticona (2016) afirma que, debido a la falta de saneamiento básico en la ciudad de Juliaca, al menos unas 100 mil personas pertenecientes a 130 urbanizaciones de la ciudad en mención, no tienen acceso a agua potable, y se ven en la obligación de consumir agua de pozos sin ningún tipo de tratamiento, el cual, se convierte en un recurso natural alternativo, para la supervivencia de muchas personas, sin embargo, pone en grave riesgo su salud, debido a que se desconocen las características físicas, químicas y biológicas de estas aguas y lo efectos que podría provocar en la salud.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, es fundamental realizar un estudio de las aguas subterráneas que vienen consumiendo los ciudadanos, de las urbanizaciones de Santa Adriana y Niño San Salvador del distrito de Juliaca.

1.2. Justificación de la investigación

Ha sido conveniente realizar la presente investigación puesto que se desconocen estudios sobre la evaluación de concentraciones de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *E. coli* en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, región Puno 2019.

Desde el punto de vista teórico, la investigación se justifica porque mediante su desarrollo se recabó información respecto a la evaluación de aguas subterráneas en sus dimensiones: análisis

físico, químico y bacteriológico.

Metodológicamente la investigación permitió comprobar la hipótesis planteada mediante ensayos de laboratorio; así mismo, sobresalen las técnicas e instrumentos para el levantamiento de información, y su forma de medición e interpretación; en lo referido a la evaluación de aguas subterráneas.

Al conocerse los resultados de la investigación los consumidores y autoridades podrán tomar medidas pertinentes para mejorar la calidad del agua subterránea, que consecuentemente repercutirá en el manejo sostenible del agua, a su vez, tendrá un importante aporte a la comunidad científica regional, y servirá de base para realizar futuras investigaciones.

1.3. Presuposición filosófica

El libro de Génesis describe el inicio de la creación perfecta de este mundo y del hombre (Génesis 1:26 Reina Valera, 1960), fue aquí, en el inicio, donde Dios otorga la administración de toda su creación a Adán y Eva, “Fructificad y multiplicaos; llenad la tierra; y sojuzgadla, y señoread en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra”(Génesis 1:28 Reina Valera, 1960) Sin embargo, a causa de las malas decisiones de nuestros primeros padres, se efectuaron consecuencias nefastas para las próximas generaciones, (Génesis 3 Reina Valera, 1960) ya que, no solamente se perturbo el plan que Dios tenía para su creación, sino que se implanto el pecado en el mundo “Y la tierra se contaminó bajo sus moradores; porque traspasaron las leyes, falsearon el derecho, quebrantaron el pacto sempiterno” (Isaias 24:5 Reina Valera, 1960).

Durante siglos, el pecado se ha ido sembrando en el corazón de los hombres, ocasionando sentimientos de egoísmo, avaricia y envidia; y a consecuencia de ello el planeta Tierra se está enfrentado a la destrucción, sobreexplotación y contaminación megalomaniaca de los recursos naturales, lo que ha producido un caos ambiental y la amenaza de un cambio climático en la actualidad; además de ello, existe un creciente problema en el consumo de recursos que no son renovables, entre ellos el agua, y todo esto debido al crecimiento poblacional acelerado.

El agua es considerada como un recurso primordial para el desarrollo de la vida y en la actualidad se está viendo limitado, “Con gozo sacarás agua de los manantiales de la salvación” (Isaias 12:3 Reina Valera, 1960), White (1905), menciona que, el agua suple necesidades del organismo, y ayuda a la naturaleza a resistir la enfermedad, además de que cura enfermedades,

por ende este debe de ser consumido y usado de manera razonable para el bienestar del ser humano.

La contaminación del agua por actividades humanas es uno de los mayores problemas ambientales que la sociedad afronta, las acciones para mitigar los daños ocasionados son cada vez mayores, ya que la herencia que dejamos a las futuras generaciones solo traerá desgracias, Salomón en (Eclesiastés 1:4 Reina Valera, 1960), escribe “Generación va, y generación viene; más la tierra siempre permanece”, este escrito exhorta a los hijos de Dios a conservar y proteger el medio ambiente y demás recursos naturales, lo que en la actualidad se conoce como “sostenibilidad ambiental”, además advierte que lo único que permanecerá después de nosotros es la tierra, y nos aconseja, que no extraíamos riqueza de la tierra para nuestro propio beneficio, porque esto es vanidad (Eclesiastés 1:2 Reina Valera, 1960).

David, padre de Salomón menciona lo siguiente “Tuyos son los cielos, tuya también la tierra; El mundo y su plenitud, tú lo fundaste”. (Salmos 89:11 Reina Valera, 1960) Todo lo que habita el día de hoy en nuestro planeta es una dadiva divina, y el ser humano como administrador de este mundo, está en la obligación de cuidar y proteger el medio donde habita él y los demás seres vivos. La biblia también es clara al advertir que si no se cumple con la responsabilidad dada por Dios, Jesús, en su segunda venida vendrá a exigirnos cuentas sobre las decisiones que nosotros tomamos a favor o en contra del medio ambiente “Y se airaron las naciones, y tu ira ha venido, y el tiempo de juzgar a los muertos, y de dar el galardón a tus siervos los profetas, a los santos, y a los que temen tu nombre, a los pequeños y a los grandes, y de destruir a los que destruyen la tierra” (Apocalipsis 11:18 Reina Valera, 1960).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

- Evaluar las concentraciones de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, región Puno 2019.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño

San Salvador.

- Elaborar mapas de dispersión de contaminantes en el software ArcGIS, de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador.
- Comparar, los resultados de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, con los límites máximos permisibles de la normativa nacional e internacional vigente.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Fundamentos del objeto de estudio

2.1.1. El agua.

El agua es un elemento dominante que compone los ecosistemas acuáticos, los cuales recubren un 70 % de la superficie terrestre y ubicada en océanos, lagos, ríos, en el aire y en el suelo. El agua es la fuente y sustento de la vida, contribuye a modelar el planeta Tierra y regula el clima del mundo (Fernández, 2012).

El agua posee propiedades extraordinarias, únicas y dinámicas, que se ubican dentro de la biósfera, las cuales la hacen esencial para la vida, aunque denota sencillez en su estructura molecular, el agua es un ente químico único formada en su estructura por dos átomos de hidrógeno (H_2) y uno de Oxígeno (O), que se expresa de la siguiente forma H_2O , comúnmente conocida. El agua se encuentra en tres estados de la materia, en estado líquido, está presente en el uso cotidiano de los seres humanos; en estado gaseoso está cercano a todo habitante de la tierra en forma de vapor de agua o humedad, que al condensarse forma nubes que flotan en la tropósfera, embelleciendo así los cielos; y en estado sólido el agua conforma las enormes extensiones conocidas como cascos polares o criosféras, nevadas, y en forma de granizo (Avila & León, 2012).

Las fuentes de agua del planeta se dividen en dos categorías: aguas saladas y aguas dulces, dichas categorías, se subdividen en una gran variedad de ecosistemas acuáticos que se clasifican según su la corriente del agua, la profundidad, el sustrato y el tipo de organismos dominantes (Smith & Smith, 2010).

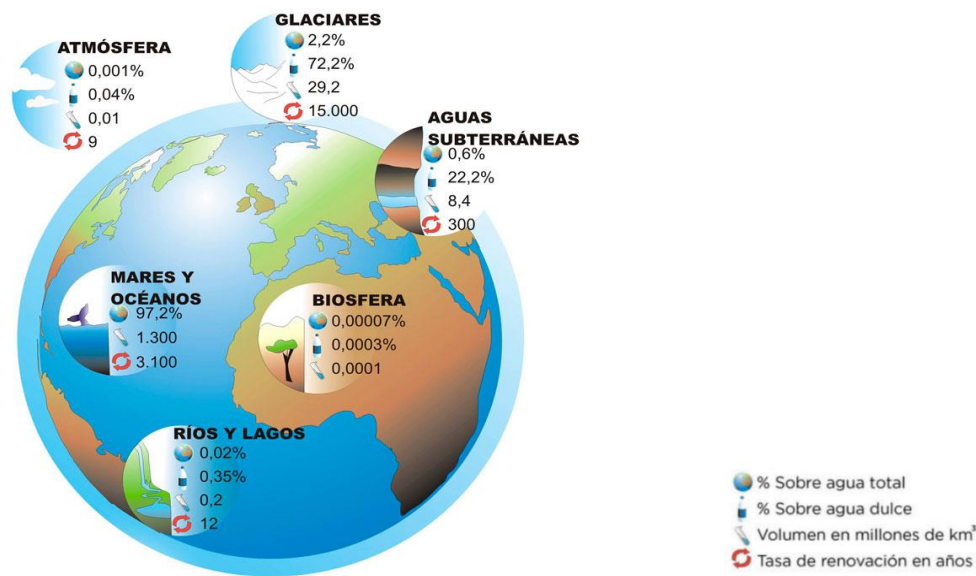


Figura 1. Distribución global del agua en el mundo.

Fuente: Chow (1994)

Se estima que, del 100 %, el 97.2 % representa la totalidad del agua salada que compone a los océanos, y un 2.8% compone la totalidad del agua dulce, que compone glaciares, la nieve y el hielo, de los cascos polares representan el 72.2 % del agua dulce, el 22.2 % representan el agua subterránea y solamente el 0.35 % representa el agua superficial, la cual es de accesibilidad rápida, ya que principalmente un 0.26 % se encuentra en lagos y un 0.006 % en ríos (Chow, 1994).

2.1.2. Ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico o ciclo del agua, es el proceso de circulación o transferencia de las masas de agua entre los diferentes compartimentos de la hidrosfera. Este ciclo tiene una intervención de reacciones químicas, puesto que, el agua se transporta de un lugar a otro (Raffo, 2013).

Ordoñez (2011) menciona que el ciclo hidrológico obedece a una sucesión de cambios en el estado del agua (sólido, líquido y gaseoso) y en su forma (superficial, sub superficial, subterránea, etc.). La sucesión de cambios, también se involucra un proceso de transporte recirculatorio indefinido y/o permanente, el cual se debe fundamentalmente a dos factores, siendo la primera el sol, la cual al proporcionar la energía termosolar permite que se desarrolle

el proceso de evaporación, y la segunda es la gravedad terrestre, ya que al condensarse el agua, esta desciende al suelo mediante los procesos de precipitación y escurrimiento, este ciclo también involucra otros procesos como son condensación, sedimentación, infiltración, sublimación, transpiración y la fusión de las aguas subterráneas (Leiva et al., 2013).

A continuación, se describe los procesos del ciclo hidrológico:

a. Evaporación

El ciclo inicia en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos), donde la radiación solar favorece continuamente a que se forme el vapor del agua. La evaporación ocurre solamente cuando existe agua disponible, además se requiere que la humedad de la atmósfera sea menor que la superficie de la evaporación, es decir que el vapor de agua formado, sea menos denso que el aire, para que este ascienda a capas más altas de la atmósfera, donde se enfriara y condensara para formar nubes (Leiva et al., 2013).

b. Condensación

Es el cambio de estado del agua, de vapor a líquido que se produce por el enfriamiento de la materia (Leiva et al., 2013).

c. Precipitación

Es aquella agua meteórica que se desarrolla a partir de la condensación, y cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (lluvia, llovizna, etc.), sólida (nieve, granizo, etc.) y precipitaciones ocultas (rocío, helada blanca, etc.), provocadas por el cambio de la temperatura o de la presión (Ordoñez, 2011).

d. Retención

Es el agua precipitada que no llega a alcanzar la superficie del terreno, ya que una parte vuelve a evaporarse en su caída y otra es retenida por la vegetación, edificios y carreteras para luego evaporarse. Sin embargo, del agua que llega a alcanzar la superficie del terreno, cierta cantidad se queda retenida en almacenamientos superficiales como son los lagos, charcas y embalses, y una cantidad considerable vuelve a la atmósfera en forma de vapor (Leiva et al., 2013).

e. Escorrentía superficial

Es la cantidad de lluvia que no se infiltra en el suelo y circula sobre la superficie del terreno para concentrarse en pequeños cursos de agua que se juntaran en arroyos, y así desembocar en ríos; el agua que fluye superficialmente, irá a parar a lagos o al mar,

donde finalmente una cantidad se evaporará y otra se infiltrará en el terreno (Leiva et al., 2013).

f. Infiltración

Es el proceso en el cual una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno, a través de los poros y fisuras del suelo. En cuanto a las etapas del proceso de infiltración, primero se satisface la carencia de humedad del suelo en un área aledaña a la superficie, y en segundo lugar al ser superado el nivel de humedad en el suelo, el agua pasa a saturar los espacios vacíos y así formar parte del agua subterránea (Ordoñez, 2011).

g. Evapotranspiración

En las formaciones geológicas se ubican una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua y se denomina zona no saturada, así también en una parte inferior se ubica la zona saturada, en la cual el agua se encuentra saturada. En la zona no saturada se infiltra agua, que luego pasa a evaporarse para luego volver a la atmósfera, siendo así que una cantidad considerable de agua es consumida por las plantas mediante el proceso de transpiración. El termino evapotranspiración se usa para describir los fenómenos que ocurren en la zona no saturada, ya que son difíciles de separar (Leiva et al., 2013).

h. Escorrentía Subterránea

Es el agua que desciende por gravedad – percolación y llega a alcanzar la zona saturada, es así como llega a constituir la zona de recarga de agua subterránea; dicho líquido puede volver a la atmosfera mediante el proceso de evapotranspiración, siempre y cuando el nivel saturado quede próximo a la superficie del terreno. El agua subterránea también puede pasar a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o por manantiales, además esta se puede descargar directamente al mar o en otras grandes superficies de agua, cerrando así el ciclo hidrológico (Leiva et al., 2013).

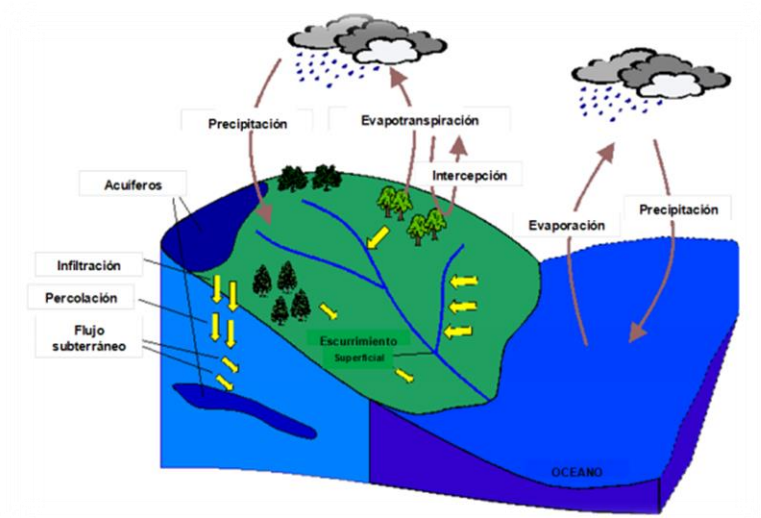


Figura 2. Representación del ciclo hidrológico

Fuente: (André y Musy, 2001)

2.1.3. Agua subterránea.

Estas aguas, son aquellas que están situadas debajo de la superficie y que han sido filtradas por la fuerza de la gravedad a través del suelo, se almacenan en las cavidades de las rocas existentes en el subsuelo, dicha agua se forma a partir de la lluvia y nieve que se filtra a través del subsuelo, también puede proceder de ríos y lagos situados sobre materiales más o menos porosos. Estas aguas se mueven lentamente a través de los espacios vacíos que tienen las rocas y suelos porosos, constituyendo así acuíferos (Banco Mundial, 2006).

El movimiento de las aguas subterráneas por los acuíferos se da, a partir de las zonas de recarga a zonas de descarga, con la rapidez de metros/año a cientos de metro/día con tiempo de residencia extensos, resultando así en grandes volúmenes de almacenamiento.

Las aguas subterráneas se manifiestan en la superficie de forma natural a través de manantiales, puquios, bofedales, fuentes termales, etc.; y de forma artificial se extraen mediante pozos, galerías y otros. Al estar las aguas subterráneas retenidas en el subsuelo, estas adquieren una composición química por lo tanto antes de ser usadas requieren análisis especializados. Las aguas subterráneas se pueden encontrar en distintas formaciones geológicas y una de ellas son los acuíferos (Bocanegra et al., 2002).

2.1.4. Acuíferos.

Son formaciones geológicas que almacenan, filtran y proporcionan agua bajo cierto tipo de condiciones, también se puede definir a los acuíferos como un volumen de roca y arena que contiene agua. Los acuíferos se recargan de forma natural por infiltración del agua de lluvia, de ríos o lagos que los atraviesan o limitan, así como también del agua empleada por las actividades humanas; este volumen de agua que recarga al acuífero es variable de acuerdo a las épocas del año (Ordoñez, 2011).

A. Acuífero Libre.

Es aquel acuífero que se ubica debajo del techo de la formación permeable, y liberan el agua por el drenaje de sus poros o desaturación (Condori, 2016).

B. Acuífero Confinado.

También conocido como acuífero cautivo, este tipo de acuífero se diferencia por atrapar al agua entre dos capas impermeables, ya que, el agua se encuentra por encima del techo de la formación acuífera; el líquido se libera por la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión del acuífero (Condori, 2016).

C. Acuífero Semiconfinado.

Este tipo de acuífero se presenta con poca particularidad, ya que las capas que recubren el agua no son totalmente impermeables, si no que permiten que el agua circule de manera vertical (Condori, 2016).

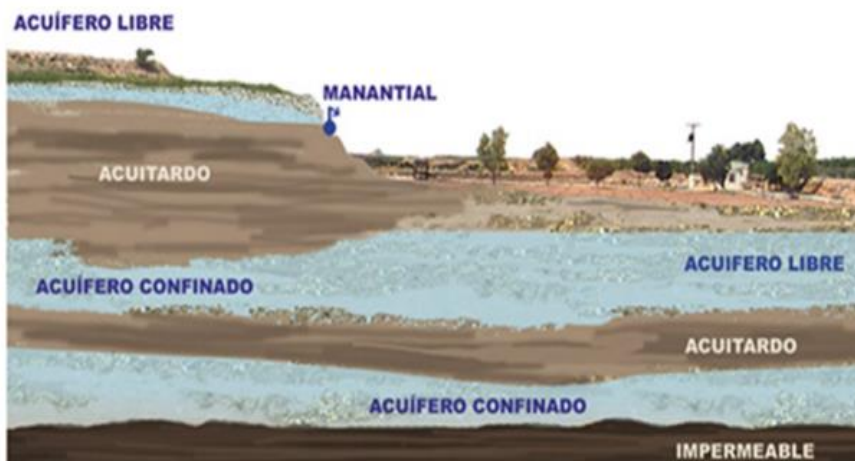


Figura 3. Tipos de acuíferos

Fuente: (López et al., 2009)

2.1.5. Abastecimiento por aguas subterráneas.

Según Leiva et al. (2013) las fuentes de abastecimiento de agua potable provienen tanto de aguas superficiales como de aguas subterráneas, la calidad de estas fuentes debe de representar un riesgo mínimo para la salud de las personas. La construcción de pozos para acceder a aguas subterráneas, es un procedimiento asequible para muchas personas que no cuentan con saneamiento básico en sus viviendas. A continuación, se describen los tipos de pozos:

2.1.5.1. Pozo excavado o artesanal.

El pozo excavado o artesanal se construyen cuando el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie, su principal ventaja es que se pueden construir de manera manual con pico y pala, también con equipos de excavación como cucharones de arena.

2.1.5.2. Pozo perforado.

El pozo perforado se construye mediante una excavación que se hace con sistemas de percusión. El material excedente, se extrae del hueco con un achicador, mediante presión hidráulica o con alguna herramienta hueca de perforación; este tipo de pozo tiene las ventajas de ser construido con facilidad, con la capacidad de almacenamiento, facilidad de adentrarse en el suelo y protección contra la contaminación.

2.1.6. Contaminación del agua subterránea.

El consumo del agua durante los últimos años se ha duplicado, y se estima que alrededor de 4000 km³/año de agua, 700 km³/año corresponden a las aguas subterráneas; la contaminación de aguas superficiales y escasez de los recursos hídricos, contribuyen que el líquido preciado del subsuelo se venga sobreexplotando de manera indiscriminada, por lo que la protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación es un motivo de fuerte preocupación mundial, ya que, las principales fuentes de contaminación se dan por el hombre, y se da a partir de residuos sólidos urbanos, aguas residuales no tratadas, actividades agrícolas, actividades industriales, y minerías (López et al., 2009).

Los contaminantes que logran llegar al agua subterránea, predisponen al deterioro de su calidad, lo que conlleva a invertir en tratamientos costosos, que difícilmente son solucionados por los gobiernos.

2.1.6.1. Contaminación del agua subterránea por arsénico.

El termino contaminación de agua subterránea se refiere, al proceso que altera la calidad física, química y/o biológica del líquido. La contaminación del agua subterránea generalmente deriva de acciones artificiales o de origen natural como son la disolución de sustancias nocivas, metales pesados en yacimientos, etc. (Auge et al., 2013).

La contaminación en el agua subterránea por arsénico puede darse a partir de dos factores, la primera de forma natural, ya que este elemento se encuentra presente en más de 200 formas minerales y la segunda es a consecuencia de actividades humanas, un ejemplo claro es la minería (Rodriguez et al., 2017).

En el medio ambiente el arsénico se puede encontrar en su forma trivalente (aguas subterráneas) y pentavalente (aguas superficiales). El arsenito o arsénico trivalente se encuentra en soluciones como ácido arsenioso (H_3AsO_3), arsenito diácido (H_2AsO_3) y ácido ortoarsénico (H_2AsO_4), en aguas subterráneas con pH de 5 a 9 (Gonzalez et al., 2014).

La toxicidad del arsénico ejerce una significativa limitación sobre la potabilidad del agua, pero la falta de saneamiento básico y el desconocimiento por parte de las personas en cuanto a la presencia de arsénico en su agua de bebida, hace de que estén expuestos a este metal tóxico (Gonzalez et al., 2014).

Abernathy et al. (1998) menciona, la ingestión prolongada a este metal produce severos daños al organismo, el principal efecto no cancerígeno es la intoxicación crónica que se manifiesta a través de:

- Lesiones cutáneas: se manifiesta por la presencia de eritema, pápulas, lesiones ulcerativas dolorosas, enfermedad del pie negro, etc.
- Lesiones en las mucosas: se manifiesta por queratoconjuntivitis, irritación de vías respiratorias, ulceración y perforación del tabique nasal.
- Trastornos gastrointestinales: se manifiesta con náuseas, vómitos, cólicos, diarrea, estreñimiento y ulcera gástrica.
- Trastornos nerviosos: se manifiesta por la debilidad muscular, dolor en los miembros, encefalopatía, etc.
- Afectación hepática
- Afectación al corazón

- Trastornos hematológicos
- Trastornos endocrinos

La ingestión constante de aguas contaminadas por arsénico produce el Hidroarcanicismo Crónico Regional Endémico (HACRE). El cual se manifiesta mediante lesiones cutáneas, mucosas y cánceres viscerales. El arsenito inorgánico ingresa al organismo por vía bucal, y penetra las membranas biológicas con mayor dificultad que los arsenitos orgánicos, es por ello que el periodo de incubación de la enfermedad es largo, después que el arsenito haya sido absorbido, pasa al torrente sanguíneo y se distribuye en el hígado, riñón, corazón, pulmón, piel, pelo y uñas (Gonzalez et al., 2014).

2.1.6.2. Contaminación del agua subterránea por microorganismos patógenos.

Las aguas subterráneas contienen muy pocos microorganismos, debido a la escasez de nutrientes o nulo aporte energético que se puede dar a los microorganismos, para que puedan proliferar; pero la acción del hombre puede llegar a modificar esa protección natural que tienen estas aguas, al darse la introducción de sustancias dañinas a las fuentes de agua, provocando la proliferación anormal de los microorganismos patógenos provenientes del exterior.

Bitton (1983) menciona que, la falta de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, son pues el principal motivo de contaminación de las aguas subterráneas, ya que, la mezcla compleja y rica de principios nutritivos que poseen las aguas residuales para los microorganismos, permite su proliferación de una gran variedad de especies bacterianas, hongos, protozoos, parásitos intestinales, entre otros; lo cual permite que los contaminantes alcancen a las aguas subterráneas por diversas vías, entre ellas están: fugas en las redes de alcantarillado, vertidos directos sobre el terreno, vertidos en pozos negros. Entre los microorganismos que se pueden encontrar en las aguas contaminadas, destacan los indicadores fecales, bacterias de la putrefacción, bacterias sulforreductoras y sulfatooxidantes, bacterias desnitrificantes, hongos, levaduras, virus, bacteriófagos y parásitos.

2.1.7. Calidad del agua para consumo humano.

El agua que el planeta tierra provisiona no es utilizable en su totalidad, ya que, en la naturaleza esta tiene contacto con sustancias químicas que alteran su composición pura, es entonces, donde esta agua no se vuelve apta para consumo humano, realizar actividades

domésticas, etc.

El término calidad del agua se refiere al conjunto de parámetros que indican si el agua puede ser utilizada para diferentes fines, entre estos tenemos el de consumo humano. La calidad del agua es una prioridad sanitaria, puesto que, posee una relación estrecha con la salud de las personas; debido a esto, es necesario conocer los valores de cada parámetro, ya que, dan a conocer si está es apta para consumo humano o no (Chávez, 2017).

2.1.8. Vigilancia y control de la calidad del agua de consumo.

Según las Guías para la calidad del agua potable (2011) es la evaluación y examen de forma continua y vigilante, para salvaguardar la salud pública, y garantizar la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo.

2.1.9. Parámetros fisicoquímicos.

2.1.9.1 pH.

El valor del pH, es el que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. Este valor se mide en una escala de 0 a 14, considerándose a la sustancia neutra, cuando este en escala 7; este parámetro se mide calculando el número de iones de hidrógeno presentes en el agua (Raffo, 2013).

2.1.9.2 Conductividad.

Es una expresión numérica que indica la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición. El agua en su composición pura, posee muy poca conductividad, pero la presencia de sales en esta, aumenta la capacidad de transmitir electricidad (Raffo, 2013).

2.1.9.3 Temperatura.

La temperatura del agua es un parámetro de gran importancia, ya que influye tanto en el desarrollo de la vida acuática, como en las reacciones químicas y velocidades de reacción del agua. La temperatura es un indicador que predomina en el comportamiento de otros indicadores de calidad como son el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica, entre otras. La temperatura aceptable para el consumo humano es de 15 °C, pero este número no es un factor

determinante de riesgo para la salud de las personas, ya que no está en contacto directo (Raffo, 2013)

2.1.9.4 Dureza total.

La dureza total, son iones compuesto por calcio, magnesio, estroncio y bario en el agua, se origina en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y en su composición posee formaciones de piedra caliza; en dicha área se desprenden partículas de magnesio y calcio, que al juntarse con el agua pueden aumentar el grado de dureza; por lo general, la dureza en el agua varia, en aguas superficiales son más blandas a comparación de las aguas subterráneas, que contienen mayor dureza; las aguas reflejan la interacción de estas con las formaciones geológicas. Según los valores dados por la legislación peruana y la Agencia de Protección Ambiental, el límite máximo para una fuente de agua para consumo humano es de 500 mg/L. La dureza en el agua no representa ningún tipo riesgo para la salud de los consumidores, pero si las concentraciones son superiores a 200 mg/L pueden afectar a las tuberías, los calentadores de agua, mayor uso de jabón, entre otros (Sawyer et al., 2001).

2.1.10 Parámetros químicos.

2.1.10.1 Arsénico.

El arsénico (As) es un metal que ubicua de manera natural en el medio ambiente, ya que se encuentra presente en el aire, agua y suelos. Este elemento no se encuentra distribuido de manera uniforme en la corteza terrestre, y puede liberarse al medio ambiente por las actividades naturales y antrópicas, es por ello, que las concentraciones varían en las zonas geográficas. (Aragonés et al., 2001) este metal, se disuelve en el agua a partir de los efluentes industriales y vías de deposición atmosférica. Para Aragonés et al. (2001) en el medio ambiente, el arsénico se combina con más de 150 elementos, dando lugar a dos grupos de compuestos que varían de acuerdo a su composición química, estos son los orgánicos e inorgánicos, siendo este último el más toxico de ambos. Los inorgánicos se manifiestan sobre todo en aguas superficiales en forma de pentóxido de arsénico (As_2O_5) y en aguas subterráneas en forma de y trióxido de arsénico (As_2O_3). Un aumento en el pH, puede incrementar las concentraciones de arsénico disuelto en el agua.

Los compuestos arsenicales durante años se han empleado en: materiales láser, como agente

acelerador en la industria manufacturera, para la elaboración de vidrios, como pigmentos y en juegos pirotécnicos y en medicina de naturaleza tóxica. El arsénico tiene efectos nocivos para la salud de las personas, los efectos agudos son alteraciones gastrointestinales, cardiovasculares, nerviosas, renales y hepáticas; y los efectos a la exposición crónica, por medio de la bebida, causa lesiones como hipocromías e hiperchromías, hiperqueratosis palmoplantar e hiperqueratosis popular en cualquier parte del cuerpo excepto palmas y plantas, así como lesiones ulceradas compatibles con un diagnóstico de carcinoma epidermoide (Cenicacelaya, 2016).

2.1.11 Parámetros biológicos.

2.1.11.1. *Escherichia coli*.

La bacteria *Escherichia coli* pertenece a la familia de las enterobacteriáceas, y se hallan en el agua residual y en aguas o suelos naturales que han sufrido contaminación reciente por heces de origen humano y animal. La vía de infección es la ingestión de un líquido contaminado y si no se trata a tiempo puede ocasionar gastroenteritis, diarreas, vómitos intensos, deshidratación e incluso la muerte (Raffo, 2013).

2.1.12.2. Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales.

Los termotolerantes difieren de *Escherichia coli*, y pueden proceder de aguas orgánicamente enriquecidas con efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición. Este parámetro comprende a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klbsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los organismos coliformes termotolerantes, pueden ser perjudiciales para la salud de los consumidores mediante la ingestión de un líquido contaminado, que provoca gastroenteritis aguda; esto sucede cuando, las bacterias logran desarrollarse en un sistema de distribución, y logran entrar en contacto con nutrientes en cantidades suficientes o materiales inadecuados presentes en el agua contaminada; otro tipo de riesgo, es el contacto directo, las bacterias afectan heridas, mucosas de ojos y oídos (Raffo, 2013).

2.1 Métodos para la acción del objeto de estudio.

2.2.1 Métodos de análisis de las características hidrogeológicas del agua subterránea.

a. pH, Conductividad y Temperatura.

El método de análisis del pH, conductividad y temperatura es electrométrico, y es recomendable hacer la medición de estos parámetros in situ, puesto que, al momento de transporte o permanencia de la muestra prolongada en el recipiente, esta puede sufrir cambios en el equilibrio iónico, lo cual altera los resultados finales (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Para la medición de este parámetro, se vierte la muestra en un vaso precipitado, y se coloca los sensores del equipo multiparámetro, y en el lapso de un 1 minuto se obtienen los resultados.

b. Dureza Total.

El método titulométrico se basa en la capacidad que tiene la sal sódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para formar complejos de quelato solubles al añadirse a soluciones de algunos cationes metálicos. Al determinar la dureza total, el pH de la solución debe estar alrededor de 10, para lo cual se adiciona la solución tampón de dureza y como indicador el negro de eriocromo T, que causa una coloración rojo vino. La adición de EDTA como titulante acompleja los iones calcio y magnesio y en el punto final de la titulación, la solución vira a color azul. Para asegurar un satisfactorio punto final, tiene que existir magnesio, el cual se introduce en el tampón. Aunque la agudeza del punto final se incrementa con el pH, éste no puede incrementarse indefinidamente pues precipitaría carbonato de calcio o hidróxido de magnesio. Para la dureza de calcio se utiliza como alcalinizante el hidróxido de sodio para llevar el pH a un alto nivel con el fin de precipitar el magnesio y poder determinar el calcio, utilizando murexida como indicador, que forma con el EDTA un punto final de color violeta definido. La dureza de magnesio se determina por diferencia entre la dureza total y la de calcio. El calcio y el magnesio se determinan por cálculos provenientes de las durezas de calcio y magnesio, respectivamente (Severiche et al., 2013).

c. Arsénico.

La técnica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres en su estado fundamental. Para que esto ocurra la muestra pasa por un proceso de atomización electrotérmica utilizando una resistencia eléctrica. Estos átomos libres, formados a partir de un estado

energético inferior a otro superior, absorben una radiación de energía de onda específica emitida por una lámpara que contiene un cátodo. La diferencia entre energía incidente y la transmitida se recoge en un detector, permitiendo realizar la determinación cuantitativa del elemento (APHA-AWWA-WPCF, 2012).

d. *Coliformes termotolerantes y Escherichia coli*.

El método de fermentación en tubos múltiples para determinar la numeración de coliformes, consiste en la inoculación de una serie de tubos con diluciones u alícuotas decimales de la muestra del agua a analizar, en medios de cultivo líquido, conocidos como caldos, los cuales serán incubados de 35 a 37°C durante 24 a 48 horas, donde se podrá apreciar la presencia de gas y formación de crecimiento abundante en los tubos; todos los tubos positivos y negativos son transferidos a medios de cultivo como el caldo verde brillante bilis y el caldo EC (*Escherichia coli*). Para determinar los coliformes totales, es necesario observar la formación de gas en caldo lactosado verde brillante bilis, en tubos de fermentación durante 48 horas de inoculación a 35°C, a los que previamente fueron inoculados todos los tubos con reacción positiva observados en la fase de presunción. Así mismo, para la determinación de materia fecal, el manual APHA-AWWA-WPCF (2012) precisa que la prueba de coliformes fecales se utiliza en medio EC, en el que también se debe observar la producción de gas después de 48 h de incubación a 44.5°C, reacción considerada como resultado positivo.

Tabla 1.*Metodología de análisis de parámetros*

TIPO DE PARÁMETRO	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ANALISIS
de Campo	pH	.	Electroquímico
de Campo	Conductividad	μS/cm	Electroquímico
de Campo	Temperatura	°C	Electroquímico
Organoléptico	Dureza Total	mg/L	Volumétrico con EDTA
Químico Inorgánico	Arsénico	mg/L	Espectrometría de absorción atómica
Microbiológico	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Tubos Múltiple NMP
Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Tubos Múltiple NMP

Fuente: Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010- SA.

2.2. Resultados anteriores de investigación.

2.2.1. Antecedentes internacionales.

En la investigación de Aragonés et al. (2001) titulada *Nivel de arsénico en abastecimientos de agua de consumo de origen subterráneo en la comunidad de Madrid*, tuvo como propósito determinar las concentraciones de arsénico en el agua, procedentes de abastecimientos subterráneos. Se analizaron 353 muestras de abastecimientos subterráneos, y al cabo de 6 meses de analizaron 35 muestras más, de posibles abastecimientos con riesgos de infección. Los resultados indicaron que, el 74 % presento concentraciones de arsénico menores a 10μg/l, el

22.6 % presento concentraciones de 10 y 50µg/l y el 3.7 % presento concentraciones mayores a 50µg/l. Entre sus principales conclusiones, refiere que la vigilancia periódica de la calidad del agua permitió adoptar medidas para evitar el consumo de agua en 16 abastecimientos subterráneos que presentaron contaminación elevada por arsénico.

En el trabajo de investigación de Robles, Ramirez, Durán, Martínez, y Gonzalez, (2013) titulada *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo -Axochiapan, Morelos, México*, la cual tuvo como fin evaluar la calidad de agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan. Se analizó un manantial y 8 pozos de agua potable antes de añadirle cloro, los parámetros que se analizaron fueron dos bacteriológicos y once fisicoquímicos. Se obtuvo como resultado que el manantial y un pozo no son adecuados para actividades recreativas, y tres pozos no son adecuados para suministro de agua potable. Entre las principales conclusiones los autores refieren, que la falta de servicios sanitarios y el drenaje, estarían ocasionando el deterioro de la calidad del agua del acuífero.

Muñoz & Aguirre (2014) en su tesis *Distribución de arsénico geogénico en aguas superficiales y subterráneas en el altiplano central boliviano*, que tuvo como propósito evaluar el grado de contaminación por la presencia de arsénico en el agua superficial y subterránea de la cuenca del lago Poopó, donde se analizaron 8 muestras provenientes de tres ríos sobre el curso del río Poopó y 21 muestras de agua subterráneas ubicadas en comunidades de la parte sur de la cuenca del lago. Entre sus principales conclusiones, refiere que la concentración de arsénico en aguas superficiales es de 87 µg/l, y en aguas subterráneas es de 256 µg/l, lo cual supone un alto riesgo para la salud de la población.

En la investigación de Campos, Quesada, Ledezma, & Sandoval (2010) titulada *Determinación de arsénico en abastecimientos de agua para consumo humano de la Provincia de Cartago, Costa Rica*, se propuso determinar la presencia de arsénico en agua utilizada para consumo humano en lugares de riesgo, por su naturaleza volcánica. Se analizaron 59 muestras de origen subterráneo en pozos poco profundos, mediante el método de análisis absorción atómica de llama, metodología 7062 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Entre sus conclusiones, refiere que ninguna de las muestras analizadas supera el valor límite permitido de 10µg/l, debido a que el agua subterránea suministrada para consumo humano no presenta una influencia con las rocas volcánicas.

Mendoza et al. (2017) en su investigación *Riesgos potenciales de salud por consumo de agua*

con arsénico en Colima, México, tuvo como objetivo estimar los riesgos potenciales a la salud, debido a la ingestión crónica de arsénico, para ello se recolectaron 36 muestras de pozos aleatoriamente, las cuales fueron analizadas mediante espectrofotómetro ICP-OES, también se realizó una interpolación geoestadística con ArcGIS. Entre sus principales conclusiones, refiere que los niveles de arsénico en el agua de pozo, incrementan los riesgos de padecer algún tipo cáncer, ya que las concentraciones superan el valor límite permitido.

En la investigación de Mariscal et al. (2017) titulada *Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos*, la cual se desarrolló en la zona rural de la parroquia de la Rule, Cantón Balzar, Provincia del Guayas, Ecuador; en donde existen cerca de un medio centenar de pozos de agua subterráneas. El trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos del sector. Para la ejecución del proyecto se tomaron 4 muestras de pozos y se analizaron los parámetros de pH, dureza, color, olor, coliformes totales, coliformes fecales, entre otros. Se obtuvo como resultado que 2 pozos presentan ligera contaminación, y se concluye que las autoridades del sector deben establecer y ejecutar campañas de saneamiento básico y planes de monitoreo para posteriormente realizar tratamientos del agua para el consumo humano.

2.3.2. Antecedentes nacionales.

Cortez (2015) en su investigación titulada *Características físicoquímicas y biológicas de las fuentes de abastecimiento y de consumo humano en el distrito de Talavera, Andahuaylas - Apurímac 2012*, tuvo como principal objetivo determinar las características físicoquímicas y biológicas de cinco fuentes subterráneas de abastecimiento que son utilizadas para el consumo humano en el distrito de Talavera, se analizaron 12 muestras en las viviendas más alejadas de cada uno de los reservorios, los parámetros a evaluar fueron hierro, manganeso, arsénico, entre otros. Se obtuvo como resultado que, la fuente de abastecimiento denominada Carmen y Sallar supera el límite máximo permisible de arsénico, que es 0.01 mg/L. El autor entre sus principales conclusiones refiere que el control del agua para consumo humano, permitirá conocer la salubridad de este líquido y las repercusiones en la salud de los consumidores.

En la investigación de Marchand (2002) titulada *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana*, tuvo como fin el de determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Para la ejecución del

trabajo de investigación se recolectaron 224 muestras del sistema de distribución y 56 muestras de pozos subterráneos, se obtuvo como resultado que 40 muestras de inmuebles (17.86 %) y 41 muestras de pozos (73.68 %) no cumplen con las normas microbiológicas nacionales. Entre las principales conclusiones el autor refiere, que la presencia de *Pseudomonas aerugiona* y *Estreptococos* fecales, en ausencia de coliformes, pueden ser utilizados como indicadores microbiológicos complementarios a la norma.

El trabajo de investigación de Valdiviezo (2017) titulado *Tratamiento químico en la reducción de la dureza de las aguas subterráneas provenientes de la Urbanización Huerta de Nievería – Chosica, 2017*, tuvo como fin reducir la dureza en aguas subterráneas. Para la ejecución de la investigación se evaluó los indicadores fisicoquímicos (dureza, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno) y biológicos (*Escherichia coli* y total coliformes), se obtuvo como resultado que la dureza total es 665.80 mg/L. Entre sus principales conclusiones el autor señala, que para la reducción de la dureza se debe de dosificar al agua con 0.22g de tripolifosfato.

En la tesis de (Gonzales, 2018) titulada *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano señor de los milagros, distrito de Yarinacocha – Región Ucayali, 2018*, tuvo como principal objetivo el de evaluar la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano señor de los milagros, se identificó cuatro fuentes de abastecimiento de agua subterránea, se analizaron los parámetros de coliformes termotolerantes y totales, pH, conductividad, temperatura, entre otros. Entre sus principales conclusiones el autor refiere, que el agua no es apta para consumo humano, debido a la presencia de coliformes totales y termotolerantes, además refiere que dichos pozos no presentan contaminación por metales, a excepción del hierro.

En la investigación de Navarro del Aguila (2014) titulada *Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri de la región Loreto*, tuvo como fin el evaluar la calidad bacteriológica en aguas de pozos artesanales, en el caserío de Manacamiri. Para la ejecución del trabajo de investigación se evaluó los parámetros de coliformes totales y fecales en pozos artesanos y rústicos, el método utilizado fue número más probable. Entre sus principales conclusiones refiere, que los pozos analizados presentan un alto grado de contaminación por coliformes totales y fecales.

Valdivia (2019) en un artículo informativo titulado *Lambayeque: presencia de agua*

contaminada con arsénico persiste desde 2016, describe la emergencia de salud que se vive en varias localidades de Lambayeque, por la contaminación de arsénico y plomo en aguas subterráneas y superficiales. El Instituto Nacional de Salud confirmó la presencia de dichos metales en el agua para consumo humano en la localidad de Mórrope, mediante análisis químicos. Entre las principales conclusiones el autor del artículo informa, que 10 localidades del distrito de Mórrope se encuentran declaradas en estado de emergencia a través del D.S N° 047-2018-PCM, por las elevadas concentraciones de arsénico presentes en el agua de consumo humano, además de ello se prevé la instalación de filtros en los domicilios.

2.3.3. Antecedentes locales.

Chambi (2015) en su tesis titulada “Determinación de bacterias coliformes y *E. coli* en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche-Ananea-Puno” tuvo como objetivo principal determinar la contaminación con bacterias coliformes y *Escherichia coli* y evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua para el consumo humano. Se analizaron 10 muestras de piletas, 20 muestras de acequias y 24 muestras de pozos artesanales. Entre las principales conclusiones el autor refiere, que las aguas de pozo, acequias y piletas que son fuentes de abastecimiento de agua de consumo por los pobladores de Trapiche no son aptas para consumo humano.

Calsín (2016) en su investigación titulada “Calidad física, Química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el Sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno – 2016”, tuvo como fin determinar los parámetros físicos (conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos y turbidez), parámetros químicos (pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos) y parámetros bacteriológicos (coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas) en aguas subterráneas. Se analizaron 32 pozos artesanos y 38 tubulares en los laboratorios de control de calidad de la EPS SEDAJULIACA S.A. Entre las principales conclusiones el autor refiere, que el agua de los pozos no es apta para consumo humano, ya que los parámetros de sulfatos, dureza total, coliformes totales y fecales, exceden los límites máximos permisibles.

En la investigación de Curo (2015) titulado “Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016”, tuvo como principal objetivo el de cuantificar la presencia de coliformes totales y termotolerantes, además de evaluar los parámetros fisicoquímicos, para la ejecución del trabajo de investigación se

analizaron 12 muestras de pozos y se evaluaron los parámetros de pH, temperatura, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad, sulfatos, cloruros hierro y cobre, en muestras de agua de pozos que son utilizados para consumo humano. Entre sus principales conclusiones, el autor refiere que el agua no es apta para consumo humano, ya que los parámetros de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos (sólidos disueltos, hierro y cobre), exceden los límites máximos permisibles.

Apaza & Benique (2014) realizaron un trabajo de investigación titulado “Contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en la zona de Carancas y Huata, Puno”, el estudio tuvo como fin determinar las zonas con presencia de arsénico en aguas de consumo humano, se evaluó las condiciones hidrogeológicas, características de los acuíferos, profundidad del nivel agua, dirección de flujo y la calidad de las aguas (arsénico, pH, conductividad eléctrica y dureza). Se obtuvo como resultado que, en la zona de Carancas, de 12 pozos de acuífero libre, 7 de ellos presentan concentraciones de arsénico entre 10 ug/L a 50 ug/L, en la zona de Huata, de 21 pozos muestreados 13 presentan concentraciones de 10 ug/L a 500 ug/L y 8 pozos presentan concentraciones inferiores a 10ug/L. Entre las principales conclusiones los autores refieren, que la presencia de arsénico está ligada a los terrenos volcánicos de la Cordillera de los Andes.

George et al. (2014) en su artículo titulado “Exposición al arsénico en el agua potable: una amenaza para la salud no reconocida en el Perú”, dicho estudio tuvo lugar en 12 distritos del Perú, con el fin de cuantificar las concentraciones de arsénico presentes en el agua subterránea, se recolectaron 151 muestras de agua y fueron analizadas por el método de espectrometría de masas de plasma de acoplamiento inductivo, se obtuvo como resultado, que el 86% (96/111) de las muestras de agua subterránea (pozos) excedía la concentración de 10 µg / l. El estudio a nivel local dio como resultado que en los distritos de Juliaca y Caracoto, en un total de 96% (27/28) de muestras de agua, exceden la concentración de 10 µg / l., la cual está por encima de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Los autores refieren entre sus conclusiones, que el agua analizada no es apta para consumo humano.

2.4. Marco legal.

2.4.1. Normas a nivel internacional.

- Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de la Salud “Alma-Ata”, cuyo lema fue “Salud para todos en el año 2000”, dicho evento fue el más importante de la década de los setenta, y se desarrolló del 6 al 12 de setiembre del año 1978. El evento resaltó la importancia de la atención primaria de salud como estrategia para alcanzar un mejor nivel de salud de los pueblos, priorizándose el desarrollo de una adecuada fuente de agua potable y de salubridad básica (Villena, 2018).
- Conferencia internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA), que se desarrolló en la ciudad de Dublín entre el 20 y 31 de enero de 1992, en el cual se enfatizó el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a agua pura y al saneamiento por un precio asequible (Villena, 2018).
- Declaración del Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo del 3 al 14 de junio de 1992, en el capítulo N°18 se menciona la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, y el aprovechamiento de ordenación y uso de los recursos de agua dulce.
- Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo (CIPD) celebrada en El Cairo, Egipto en 1994, en el principio N°2 se hace mención a que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, alimentación, vestido, vivienda, agua y saneamiento adecuados.
- La cumbre del Milenio de las Naciones Unidas del 6 al 8 de setiembre de 2000, se mencionó que para el año 2015, el porcentaje de los habitantes del planeta tengan ingresos no inferiores a un dólar por día, y esto para poder reducir el nivel de pobreza y accesibilidad a recursos de saneamiento básicos.
- Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS), Johannesburgo, del 26 de agosto al 4 de setiembre del 2002, en el cual se enfatiza el acceso al agua limpia y al saneamiento, atención de la salud, la seguridad alimentaria y la diversidad biológica.
- Declaración universal de Derechos Humanos, 1948, el Artículo N°25 menciona que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que se asegure a una familia

la salud y el bienestar, además de accesos a servicios de salud y sociales básicos.

2.4.2. Normas a nivel nacional.

- Constitución Política del Perú (1993):
 - Título I, De la persona y de la sociedad, Capítulo I, Derechos fundamentales de la persona, artículo 2°, inciso 22, declara toda persona tiene derecho a la paz, tranquilidad, disfrute del tiempo libre y descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (Pág., 4).
 - Título III Del régimen económico, Capítulo II Del ambiente y los recursos naturales, artículo 67°, declara que el estado es quien determina la política nacional del ambiente, y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales (Pág., 21).
 - Título IV De la estructura del estado, Capítulo XIV De la descentralización, artículo 195°, inciso 8, declara que es responsabilidad de los gobiernos locales desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales, entre otros conforme a ley (Pág.,64).
- Ley general del medio ambiente (2005):
 - Título preliminar, Derechos y principios, artículo I Del derecho y deber fundamental, declara que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y tiene el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país (Pág., 1).
 - Título preliminar, Derechos y principios, artículo IV Del derecho de acceso a la justicia ambiental, declara que toda persona tiene el derecho a una acción rápida, sencilla y efectiva, ante las entidades administrativas y jurisdiccionales, en defensa del ambiente y de sus componentes, velando por la debida protección de la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la

diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como la conservación del patrimonio cultural vinculado a aquellos (Pág., 1).

- Título II De los sujetos de la gestión ambiental, Capítulo 3 Población y ambiente, artículo 66° De la salud ambiental, declara que es responsabilidad del estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generen riesgos a la salud de las personas (Pág., 10).
- Título II De los sujetos de la gestión ambiental, Capítulo 3 Población y ambiente, artículo 67° Del saneamiento básico, declara que las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local deben de priorizar medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reusó de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales (Pág., 23).
- Título III Integración de la legislación ambiental, Capítulo 3 Calidad ambiental, artículo 114° Del agua para consumo humano, declara que el acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población, y corresponde al estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional (Pág., 33).
- Título III Integración de la legislación ambiental, Capítulo 3 Calidad ambiental, artículo 120° De la protección de la calidad de las aguas, declara que el estado a través de las entidades señaladas en Ley, están a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país (Pág., 34).
- Ley de Recursos Hídricos (2009):
 - Título preliminar, artículo I Contenido, declara que la ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos, que comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta (Pág.,1).
 - Título preliminar, artículo III Principios, inciso 2 Principio de prioridad en el acceso al agua, declara que el acceso al agua es para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana, al ser un bien prioritario, también

es un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

- Título preliminar, artículo III Principios, inciso 6 Principio de sostenibilidad, declara que el estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno (Pág.,2).
- Título preliminar, artículo III Principios, inciso 8 Principio precautorio, declara que la ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua, no constituye un impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción (Pág.,2).
- Título preliminar, artículo III Principios, inciso 9 Principio de eficiencia, declara que la gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores (Pág.,2).
- Título preliminar, artículo III Principios, inciso 11 Principio de tutela jurídica, declara que el estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales, en el estado en que se encuentre y en cualquier etapa del ciclo hidrológico (Pág.,3).
- Título I Disposiciones generales, artículo 2° Dominio y uso público sobre el agua, declara que el agua es un patrimonio de la nación, y el dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible, ya que es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común (Pág.,3).
- Título I Disposiciones generales, artículo 5° El agua comprendida en ley, inciso 9 menciona, agua subterránea (Pág.,3).
- Título I Disposiciones generales, artículo 6° bienes asociados al agua, inciso 1 e. bienes naturales menciona, los estratos o depósitos por donde corre o se encuentra el agua subterránea (Pág.,4).
- Título I Disposiciones generales, artículo 6° bienes asociados al agua, inciso 2 a., bienes artificiales menciona la captación, extracción, desalación, almacenamiento. Regulación, conducción, medición, control y uso del agua; también el inciso 2 c. menciona, la recarga de acuíferos (Pág.,4).
- Título II Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, Capítulo II

Autoridad Nacional del Agua (ANA), artículo 14° La Autoridad Nacional como ente rector, menciona que la Autoridad Nacional es el ente rector y la máxima autoridad técnico – normativa, del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídrico, es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de los establecido en la ley (Pág.,6).

- Título II Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, Capítulo II Autoridad Nacional del Agua (ANA), artículo 15° Funciones de la Autoridad Nacional, inciso 6 menciona, declarar previo estudio técnico ... la contaminación de las fuentes naturales de agua o cualquier conflicto relacionado con la gestión sostenible de los recursos hídricos, dictando las medidas pertinentes (Pág.,6).
- Título II Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, Capítulo II Autoridad Nacional del Agua (ANA), artículo 15° Funciones de la Autoridad Nacional, inciso 7 menciona, que la Autoridad Nacional otorga, modifica y extingue previo estudio técnico los derechos de uso de agua, así también aprueba la implementación, modificación y extinción de servidumbre de uso de agua a través de los órganos desconcentrados de la autoridad (Pág.,6).
- Título IV Derechos de uso de agua, Capítulo I Disposiciones Generales, artículo 44° Derechos de uso de agua, menciona que para usar el recurso agua, salvo uso primario, se requiere contar con un derecho de uso otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua con participación del Consejo de Cuenca Regional o Interregional, según corresponda (Pág.,14).
- Título VI Régimen económico por el uso del agua, artículo 91° Retribución por el uso de agua, menciona que la retribución económica por el uso del agua es obligatoria por parte de todos los usuarios, sea cual fuere su origen. El costo es fijado por metro cúbico de agua utilizada cualquiera sea la forma del derecho de uso otorgado, y es establecida por la Autoridad Nacional en función de criterios sociales, ambientales y económicos (Pág.,26).
- Título VI Régimen económico por el uso del agua, artículo 94° Tarifa por el servicio de monitoreo y gestión de las aguas subterráneas, menciona que los usuarios de aguas subterráneas deben realizar un pago con fines productivos y cuyos fondos se destinaran para monitorear el uso del agua, el nivel freático y

gestionar su uso para hacer sostenible su disponibilidad (Pág.,26).

- Título IX Agua subterránea, artículo 108° Disposiciones generales, menciona que el uso del agua subterránea se efectúa respetando el principio de sostenibilidad del agua de la cuenca (Pág.,30).
- Título IX Agua subterránea, artículo 109° Exploración del agua subterránea, menciona que toda exploración del agua subterránea que implique perforaciones requiere de la autorización previa de la Autoridad Nacional y, cuando corresponda, de los propietarios del área a explorar, debiéndose tomar en cuenta la explotación sostenible del acuífero (Pág.,30).
- Título IX Agua subterránea, artículo 110° Otorgamiento del derecho de uso del agua subterránea, menciona que el derecho de uso de un determinado volumen de agua subterránea está sujeto a las condiciones establecidas del Título IV, además que los usuarios que hagan uso del agua subterránea deben de instalar y mantener piezómetros en cantidad y separación determinados por la autoridad respectiva, donde se registre la variación mensual de los niveles freáticos, información que deben comunicar a la Autoridad Nacional (Pág.,30).
- Título XII Las infracciones y sanciones, artículo 120° Infracción en materia de agua, inciso 1 menciona que constituye infracción el uso del agua sin el correspondiente derecho de uso; e inciso 11 menciona que es infracción contaminar el agua subterránea por infiltración de elementos o sustancias en los suelos (Pág.,32).
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (2011):
 - Título I Disposiciones generales, artículo 1° De la finalidad, menciona que el reglamento establece disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población (Pág., 10).
 - Título I Disposiciones generales, artículo 2° Objetivo, inciso 5 menciona como objetivo normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano (Pág., 10).
 - Título I Disposiciones generales, artículo 3° Ámbito de aplicación, menciona que

el reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud, serán de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano desde la fuente hasta su consumo (Pág., 10).

- Título II Gestión de la calidad del agua para consumo humano, artículo 8° Entidades de la gestión de calidad del agua para consumo humano, menciona que las entidades son responsables en la gestión para asegurar la calidad del agua para consumo humano, éstas son: Ministerio de Salud; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento; Gobiernos Regionales; Gobiernos Locales Provinciales y Distritales; Proveedores del agua para consumo humano; y Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores (Pág., 14).
- Título IX Requisitos de calidad del agua para consumo humano, artículo 60° Parámetros microbiológicos y otros organismos, inciso 1 menciona que toda agua destinada para el consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* (Pág., 29).
- Título IX Requisitos de calidad del agua para consumo humano, artículo 62° Parámetros inorgánicos y orgánicos, menciona que toda agua destinada para consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos (Pág., 29).
- Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2014) establece en el:
 - Capítulo I Disposiciones Generales, artículo 4° Finalidad, menciona que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento tiene por finalidad normar y promover el ordenamiento, mejoramiento, protección e integración de los centros poblados, urbanos y rurales, como sistema sostenible en el territorio nacional (Pág.,1).

- La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (2003) refiere en el:
 - Título I Disposiciones generales, artículo 4° Finalidad, menciona que los gobiernos regionales tienen por finalidad esencial fomentar el desarrollo regional integral sostenible, promoviendo la inversión pública y privada y el empleo a fin de garantizar el derecho de igualdad de oportunidades de habitantes (Pág.,1).
 - Título II Organización de los gobiernos regionales, Capítulo IV Gerencia regional, artículo 29°-A inciso 2, menciona que la gerencia de desarrollo social, tiene como funciones específicas regionales ... el saneamiento y desarrollo social e igualdad de oportunidades (Pág.,26).
- La Ley Orgánica de Municipalidades (2002) señala en el:
 - Título V Las competencias y funciones específicas de los gobiernos locales, Capítulo II Las competencias y funciones específicas, artículo 80° Saneamiento, salubridad y salud, inciso 2.1 Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales, menciona que las municipalidades deben de administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos (Pág.,43).

2.4.3. Normativa para agua de consumo humano.

El Ministerio de Salud (2011) publicó el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, dispuesto mediante D.S N° 031- 2010-SA”, el cual, comprende los parámetros de control de la calidad de agua para consumo humano, y dispone que toda persona natural o jurídica, pública o privada cumpla con lo dispuesto en el reglamento de manera obligatoria, ya sea para gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo (Pág. 1).

Los parámetros a evaluar (Tabla 2.) se eligieron en un pre estudio, los cuales indicaran la presencia de contaminación en las aguas subterráneas de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador.

Tabla 2.

Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud, según D.S N° 031-2010 SA

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE PERÚ	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE OMS
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	< 1.8 / 100 mL	0 (ausencia)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/100 mL	< 1.8 / 100 mL	0 (ausencia)
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA			
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE PERÚ	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE OMS
pH	-	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5*
Conductividad	µS /cm	1 500**	-
Temperatura	°C	25	-
Dureza total	mg/L	500**	>180***
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS			
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE PERÚ	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE OMS
Arsénico	mg/L	0.010	0.010*

Fuente: Ministerio de Salud (2011)

*Organización Mundial de la Salud

** En el caso de los parámetros de conductividad y dureza, considerando que son parámetros que afectan solamente la calidad estética del agua, tomar como referencia los valores indicados, los que han sido propuestos para la actualización de la norma de calidad de agua para consumo humano especialmente para aguas subterráneas (SUNASS, 2000).

*** Clasificación de la dureza total según la OMS, siendo el valor de máxima concentración 180 mg/L.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del lugar de ejecución.

3.1.1. Datos de ubicación del lugar experimental.

El distrito de Juliaca está situada a 3824 msnm en la meseta del Collao; la “ciudad de los vientos” y comprende en la parte norte de la provincia de San Román y noreste del Lago Titicaca, en la región de Puno (Figura 4.). Debido a las actividades comerciales, se considera a Juliaca como la ciudad con la mayor cantidad de ciudadanos en toda la región, ya que en la actualidad cuenta con 307, 417 habitantes (INEI, 2017).

La ejecución del presente trabajo de investigación, tuvo lugar en las urbanizaciones de Santa Adriana y Niño San Salvador (Figura 5.), las cuales se ubican en Salida a Lampa y Salida a Huata respectivamente. Los puntos de muestreo fueron seleccionados de manera aleatoria tal como lo establece el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” (Dirección General de Salud Ambiental, 2015).

Se determinó 14 puntos de muestreo en cada urbanización ya mencionada, y se evaluó los siguientes parámetros: arsénico, dureza total, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*; también se evaluaron los parámetros de campo: conductividad, pH y temperatura.

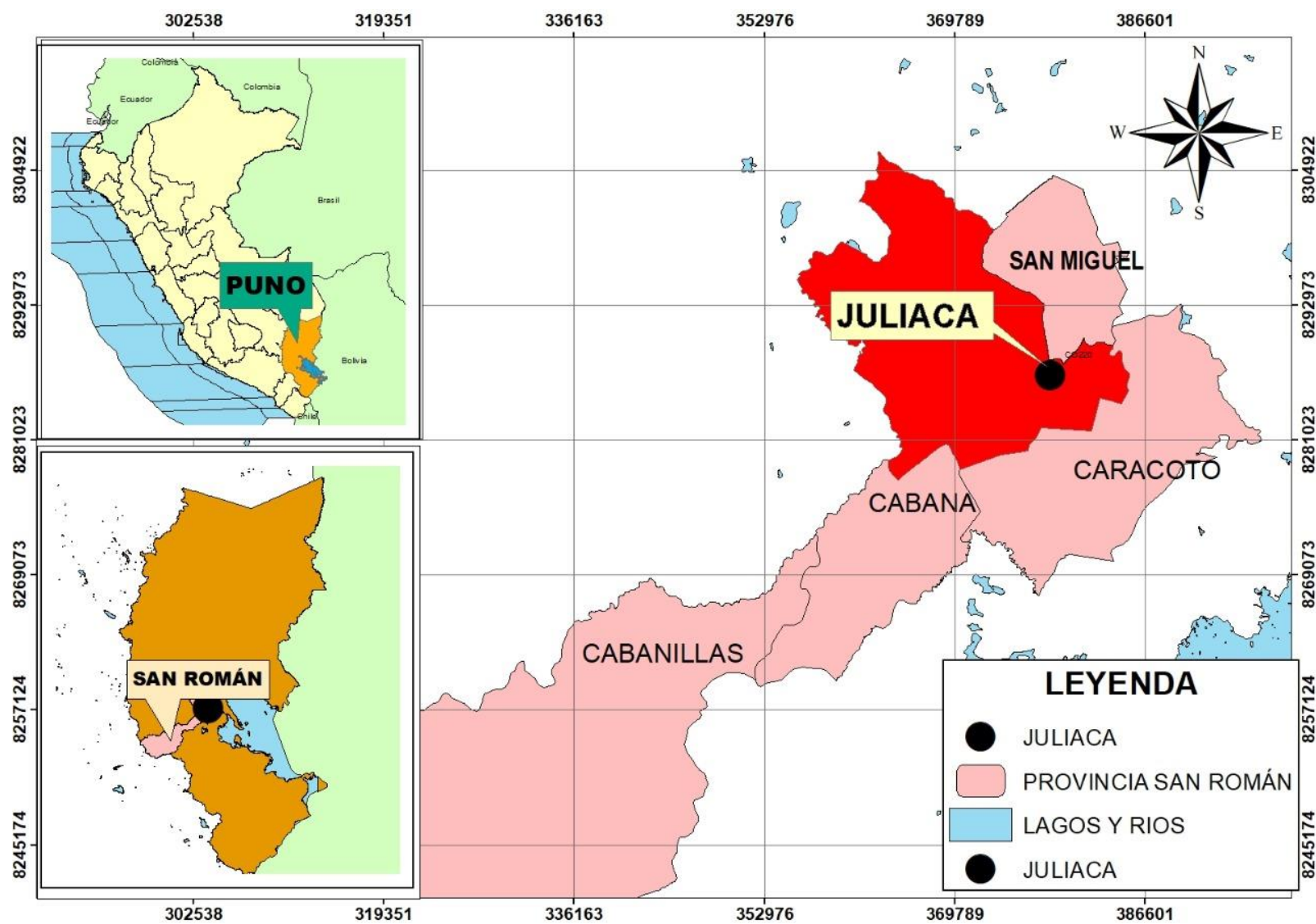


Figura 4. Mapa de la región Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca

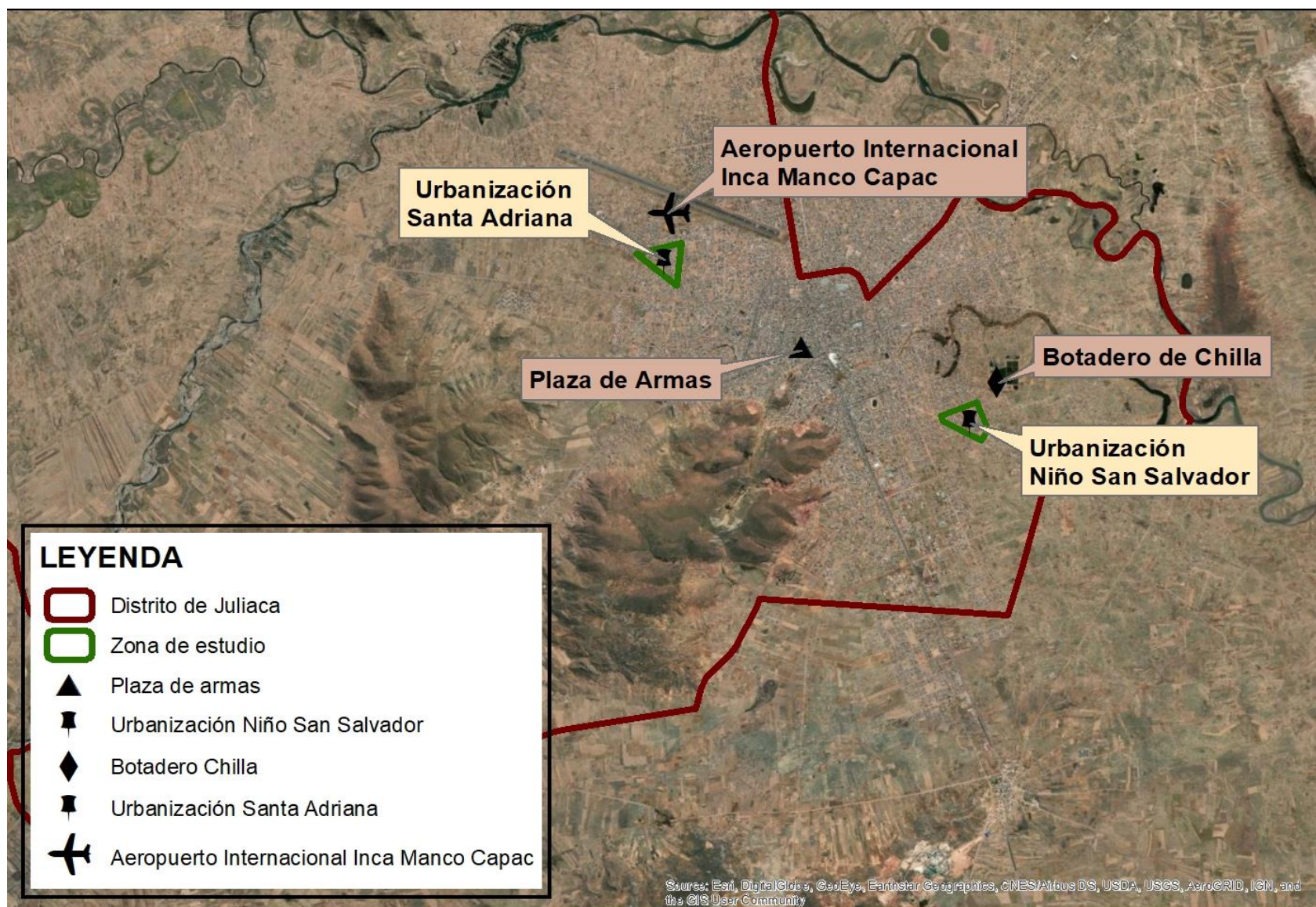


Figura 5. Urbanización Santa Adriana y Niño San Salvador, distrito de Juliaca

3.1.2. Descripción de las zonas de estudio.

A. Descripción de la Urbanización Santa Adriana.

Se tomó 6 muestras de pozo tubular y 8 muestras de pozo artesanal, de manera aleatoria, en el ANEXO F. consta la firma de constatación de la toma de muestra, por parte de los dueños de los domicilios. En la Tabla 3. Figura 6 se describe la información de cada punto de muestreo.

Tabla 3.

Descripción de puntos de monitoreo de la Urbanización Santa Adriana.

N ° MUESTRA	TIPO DE POZO	COORDENADAS UTM		ZONA	HORA DE MUESTREO
		W	N		
1	Tubular	375937.00 m	8288710.00 m	19 L	10:05 HRS.
2	Artesanal	375738.00 m	8288595.00 m	19 L	10:33 HRS.
3	Artesanal	375580.00 m	8288594.00 m	19 L	10:53 HRS.
4	Tubular	375516.00 m	8288432.00 m	19 L	11:14 HRS.
5	Tubular	375898.00 m	8288239.00 m	19 L	11:37 HRS.
6	Artesanal	375938.00 m	8288111.00 m	19 L	11:50 HRS.
7	Artesanal	375976.00 m	8288477.00 m	19 L	12:00 HRS.
8	Artesanal	375729.00 m	8288433.00 m	19 L	12:22 HRS.
9	Artesanal	375681.00 m	8288220.00 m	19 L	12:37 HRS.
10	Tubular	375859.00 m	8288088.00 m	19 L	12:40 HRS.
11	Tubular	375802.00 m	8288329.00 m	19 L	13:07 HRS.
12	Artesanal	375854.00 m	8288481.00 m	19 L	13:24 HRS.
13	Artesanal	375494.00 m	8288562.00 m	19 L	13:44 HRS
14	Tubular	375840.00 m	8288584.00 m	19 L	13:54 HRS

B. Descripción de la urbanización Niño San Salvador.

Se tomó 9 muestras de pozo tubular y 5 muestras de pozo artesanal, de manera aleatoria, en el ANEXO F. consta la autorización por parte de los dueños de los domicilios para la extracción de muestras. En la Tabla 4. Figura 7 se describe la información de cada punto de muestreo.

Tabla 4.

Descripción de puntos de monitoreo de la urbanización Niño San Salvador

N ° MUESTRA	TIPO DE POZO	COORDENADAS UTM			HORA DE MUESTREO
		W	N	ZONA	
1	Tubular	381130.00 m	8285582.00 m	19 L	11:35 HRS.
2	Tubular	381255.00 m	8285638.00 m	19 L	11:50 HRS
3	Artesanal	381357.00 m	8285571.00 m	19 L	12:00 HRS
4	Artesanal	381356.00 m	8285414.00 m	19 L	12:20 HRS
5	Artesanal	381118.00 m	8285248.00 m	19 L	12:34 HRS
6	Tubular	380931.00 m	8285351.00 m	19 L	12:48 HRS
7	Tubular	380977.00 m	8285440.00 m	19 L	13:00 HRS
8	Artesanal	381082.00 m	8285411.00 m	19 L	13:13 HRS
9	Tubular	380861.00 m	8285453.00 m	19 L	13:26 HRS
10	Tubular	381171.00 m	8285445.00 m	19 L	13:42 HRS
11	Tubular	380998.00 m	8285575.00 m	19 L	13:59 HRS
12	Tubular	380845.00 m	8285582.00 m	19 L	14:05 HRS
13	Tubular	381483.00 m	8285298.00 m	19 L	14:15 HRS
14	Artesanal	381289.00 m	8285301.00 m	19 L	14:30 HRS

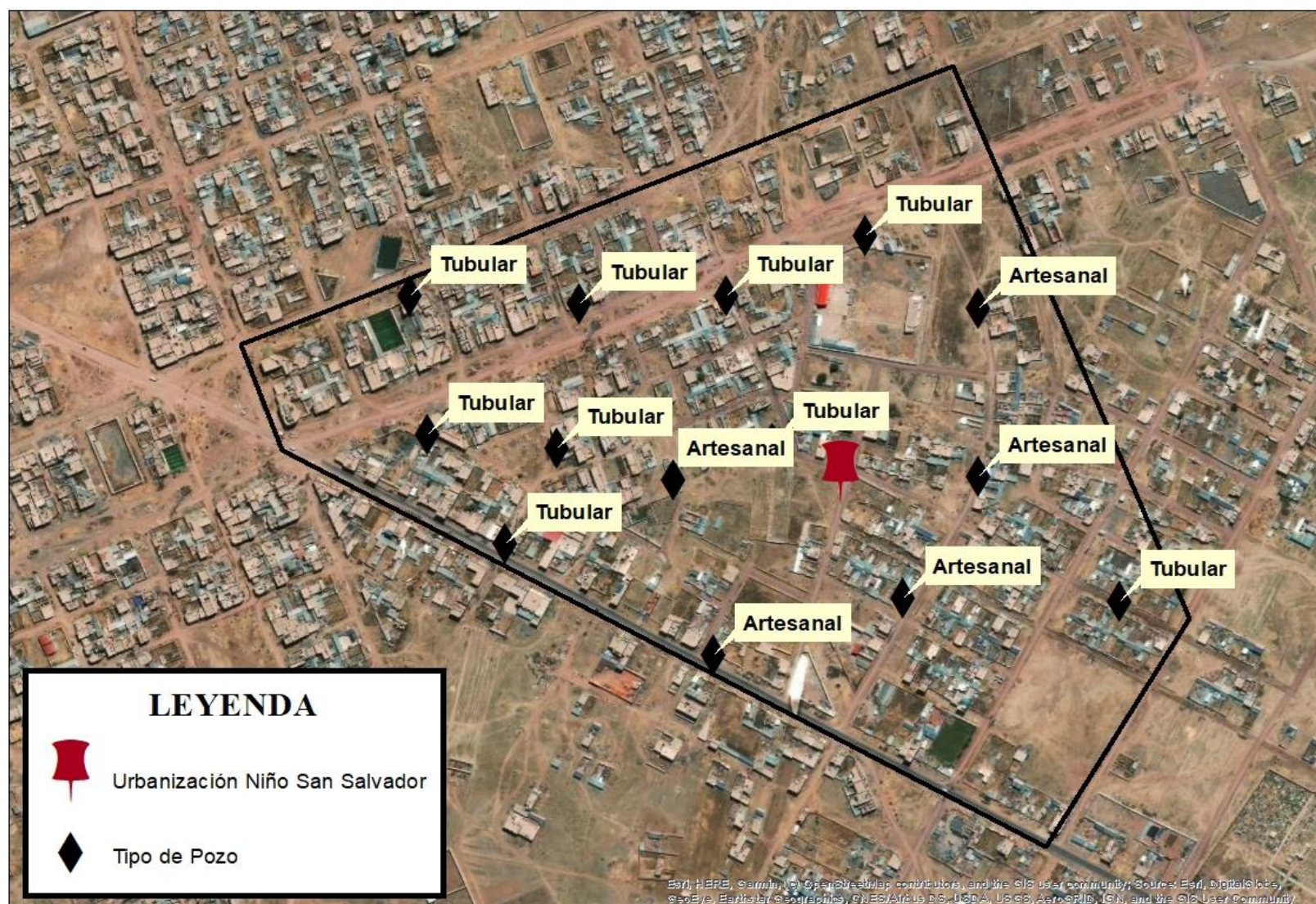


Figura 7. Descripción de los puntos de monitoreo de la Urbanización Niño San Salvador

3.2. Materiales, equipos, indumentaria y formatos.

Para efectuar el monitoreo en las zonas de estudio, se requirió lo descrito en la Tabla 5.

Tabla 5.

Descripción de materiales y equipos requeridos para la ejecución del monitoreo.

Materiales	Equipos	Indumentaria de Protección	Formatos
Tablero	Cámara fotográfica	Zapatos de Seguridad	
Fichas de campo	GPS Garmin Etrex 10	Casco	Cadena de custodia
Libreta de campo	Medidor Multiparamétrico HQ40 HACH	Chaleco	Registro de envío de muestra de los Laboratorio BHIOS
Etiqueta de identificación de frascos		Pantalón oscuro	
Plumón indeleble y lapicero		Camisa	
Frascos de vidrio de 500 ml (estéril)			
Frascos de polietileno de 500 ml (estéril)			
Guantes Descartables			
Mascarillas			
Desinfectante (Alcohol)			
Algodón			
Agua Destilada			
Vaso Precipitado			
Caja térmica (Cooler)			
Ice Pack			

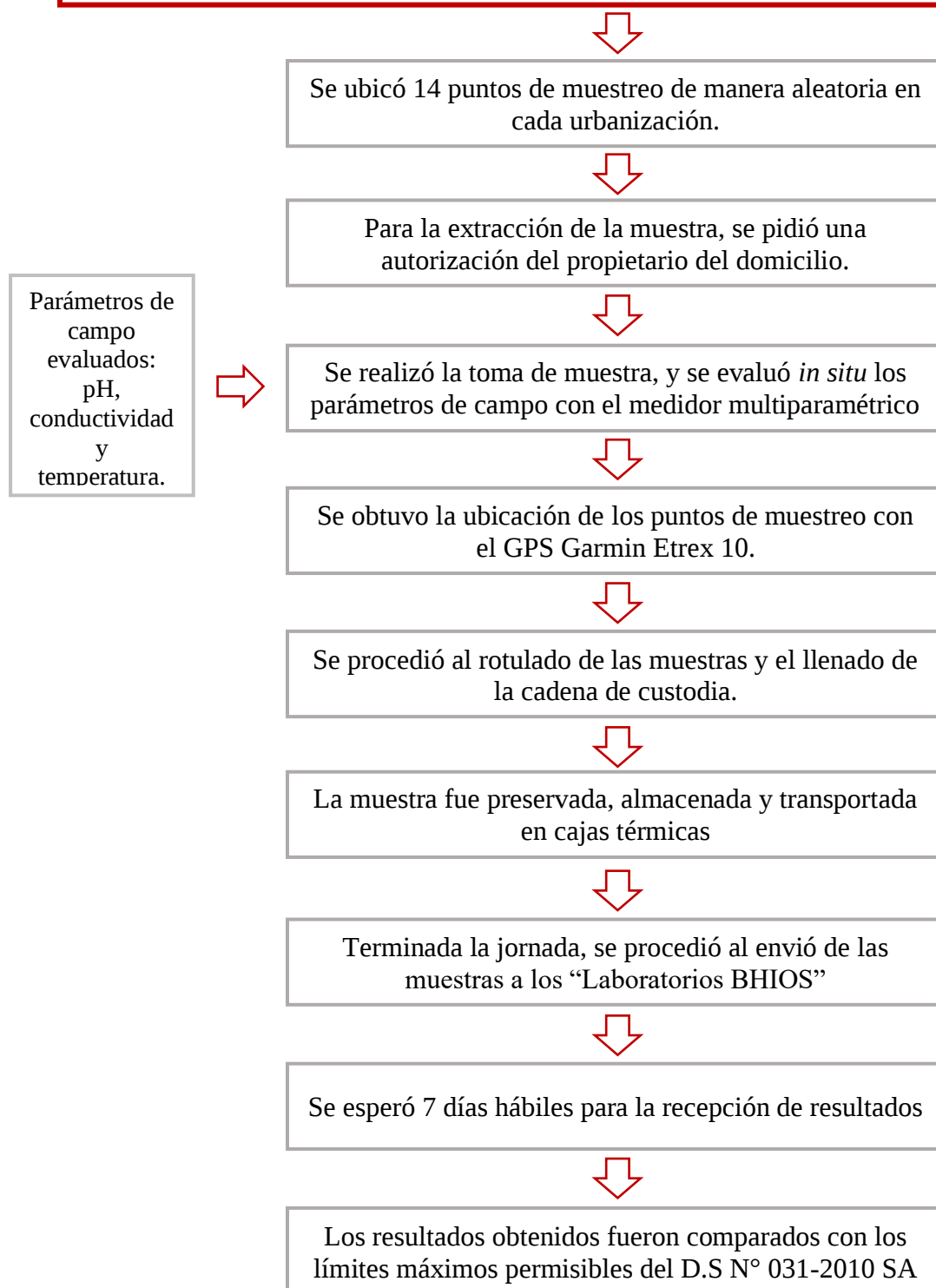
Fuente: “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”. RD 160-2015 DIGESA.

3.3. Métodos de análisis.

3.3.1. Procedimiento de monitoreo.

Se desarrolló un esquema, en el cual se detalla los procedimientos de monitoreo que se realizó en las zonas de estudio.

MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS URBANIZACIONES SANTA ADRIANA Y NIÑO SAN SALVADOR



El monitoreo obedece a lo estipulado en el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” RD 160-2015 DIGESA.

3.3.2. Monitoreo de agua subterránea.

El monitoreo se realizó de acuerdo a lo descrito en el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” RD 160-2015 DIGESA.

a. Toma de muestra para pozos tubulares.

- Para la toma de muestra se utilizó guantes descartables.
- Se eligió un grifo que estuviese conectado directamente a la cañería más próxima de distribución esta consideración se utilizó para extraer muestras en pozos tubulares, ya que la instalación no permite la extracción directa del pozo.
- Previa a la toma de muestra, se desinfecto el grifo de manera externa e interna con un algodón y alcohol al 70%.
- Se abrió la llave y se dejó correr el agua durante 2 minutos, dicho procedimiento permitió limpiar la salida y descargar el agua que estuvo almacenada en la tubería.
- Seguidamente, se tomó la muestra, evitando el burbujeo dentro del envase.
- Se tuvo en consideración aquellos domicilios que no contaban con cañerías, ya que, en la instalación de pozo tubular de algunas casas la manera más próxima a acceder al agua, era mediante una manguera, la cual estaba conectada directamente al motor de extracción de agua; es por ello que se llenaba agua primeramente en el vaso precipitado, para después colocar la muestra en los envases de muestreo.

b. Toma de muestra para pozos artesanales.

- Para la toma de muestra, se requirió una jarra con una soguilla para la extracción del agua. La muestra fue vertida de manera directa en los envases de muestreo.

c. Medición de parámetros de campo.

- Se utilizó guantes descartables al momento de la toma de muestra.
- De acuerdo al D.S. N°031-2010-SA. “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” se evaluó los parámetros de campo pH, temperatura y conductividad.
- La información que se recabo sobre la medición de parámetros de campo, la ubicación y descripción del punto de monitoreo, fue descrita en la ficha de datos de campo.

d. Para la toma de muestras microbiológicas.

- Se utilizó guantes descartables al momento de la toma de muestra. As_2O_3
- Se sacó la cubierta protectora del frasco, luego se quitó la tapa del frasco para la toma

de muestra.

- Se evitó la contaminación de la tapa y del frasco al momento de la toma de muestra.
- La cantidad de muestra extraída fue de 500 mL (se dejó un espacio en el frasco), para las respectivas pruebas de laboratorio.

e. Para la toma de muestras fisicoquímico – parámetros inorgánicos.

- Se utilizó guantes al momento de la toma de muestra.
- La cantidad de muestra que se extrajo fue de 500 mL, siendo así que el frasco fue llenado hasta el límite, y no se añadió preservante alguno a la muestra.

3.4 Metodología.

3.4.1. Diseño de la investigación.

La investigación es de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, puesto que solamente se recolectaron datos, para posteriormente analizarlos; el diseño de la investigación es no experimental, porque únicamente se midió y se recabo información para analizar la variable más no se manipulo a esta, el nivel de la investigación es descriptivo y de corte transversal porque solamente se recolectaron datos en un momento determinado de la investigación (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014).

3.4.2. Análisis estadístico.

Se aplicó la estadística descriptiva, puesto que, la investigación es de un nivel descriptivo, corte transversal y designación aleatoria; por lo que, se presentó los resultados obtenidos en tablas y figuras para analizar el comportamiento y características de la variable.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los parámetros de monitoreo.

4.1.1 Resultados de laboratorio.

La Tabla 6., describe los resultados de los 14 puntos de muestreo, realizados en la urbanización Santa Adriana; cabe mencionar que los análisis de pH, temperatura y conductividad, se realizaron en campo con el equipo Multiparamétrico HQ40 HACH.

Tabla 6.

Resultados de laboratorio de la Urbanización Santa Adriana

N° de Pozo	Tipo de Pozo	Coliformes Termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>	Dureza Total	Arsénico	pH	Temperatura	Conductividad
		NMP/100 mL	NMP/100 mL	mg/L	mg/L		°C	µS/cm
1	Tubular	1.1	1.1	411.37	0.038	7.24	15	1265
2	Artesanal	92	92	614.54	0.065	7.42	14.3	1497
3	Artesanal	51	51	643.71	0.103	7.42	14.9	1453
4	Tubular	69	69	573.31	0.186	7.19	14.4	1313
5	Tubular	3.6	3.6	502.9	0.183	7.38	14.2	1247
6	Artesanal	9.2	9.2	613.54	0.055	7.34	16	1261
7	Artesanal	3.6	3.6	512.96	0.183	7.43	15.2	1001
8	Artesanal	5.1	5.1	326.89	0.155	7.75	14.4	812
9	Artesanal	<1.1	<1.1	633.35	0.145	7.28	13.5	1399
10	Tubular	6.9	6.9	533.07	0.188	7.91	13.1	1287
11	Tubular	<1.1	<1.1	599.46	0.189	7.47	12.4	1243
12	Artesanal	69	69	368.12	0.093	7.55	21	851
13	Artesanal	<1.1	<1.1	422.44	0.205	8.39	14	1098
14	Tubular	16	16	402.32	0.213	7.66	13.1	987

La tabla 7. Describe los resultados de los 14 puntos de muestreo, realizados en la urbanización Niño San Salvador; cabe mencionar que los análisis de pH, temperatura y conductividad se realizaron en campo con el equipo Multiparamétrico HQ40 HACH.

Tabla 7.

Resultados de laboratorio de la Urbanización Niño San Salvador

Nº de Pozo	Tipo de Pozo	Coliformes Termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>	Dureza Total	Arsénico	pH	Temperatura	Conductividad
		NMP/100 mL	NMP/100 mL	mg/L	mg/L		°C	µS/cm
1	Tubular	69	69	633.65	0.043	7.36	13.8	1222
2	Tubular	92	92	221.28	0.083	8.1	14.2	647
3	Artesanal	<1.1	<1.1	141.21	0.139	8.09	14.5	951
4	Artesanal	92	92	223.69	0.075	7.56	15	953
5	Artesanal	5.1	5.1	462.67	0.021	7.61	15.4	1102
6	Tubular	2.2	2.2	573.31	0.069	7.52	15.5	1074
7	Tubular	2.2	2.2	684.95	0.056	7.52	16.7	1436
8	Artesanal	69	69	502.9	0.072	7.9	31	1133
9	Tubular	92	92	563.25	0.062	7.64	17.7	1214
10	Tubular	3.6	3.6	482.78	0.095	7.89	21	1044
11	Tubular	3.6	3.6	205.18	0.024	7.67	15.3	597
12	Tubular	16	16	309.38	0.059	8.29	21.9	743
13	Tubular	5.1	5.1	452.61	0.059	7.37	15	912
14	Artesanal	<1.1	<1.1	586.34	0.056	7.42	14.5	945

Para una mayor comprensión de los resultados, se elaboró mapas de dispersión de contaminantes en el software ArcGIS, los mapas describen los puntos que presentan mayor nivel de contaminación por arsénico, dureza total, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, siendo así, que los tonos más oscuros, son los puntos con mayor presencia de contaminantes, y los tonos más claros, revelan una contaminación menor. Así mismo, las figuras cuentan con una leyenda, en la cual, se describe a la urbanización monitoreada, la localización de los puntos de monitoreo y los valores mínimos y máximos, divididos en 7 categorías en una escala de color determinado por el software.

4.1.2. Mapas descriptivos de los puntos críticos generados en ArcGIS

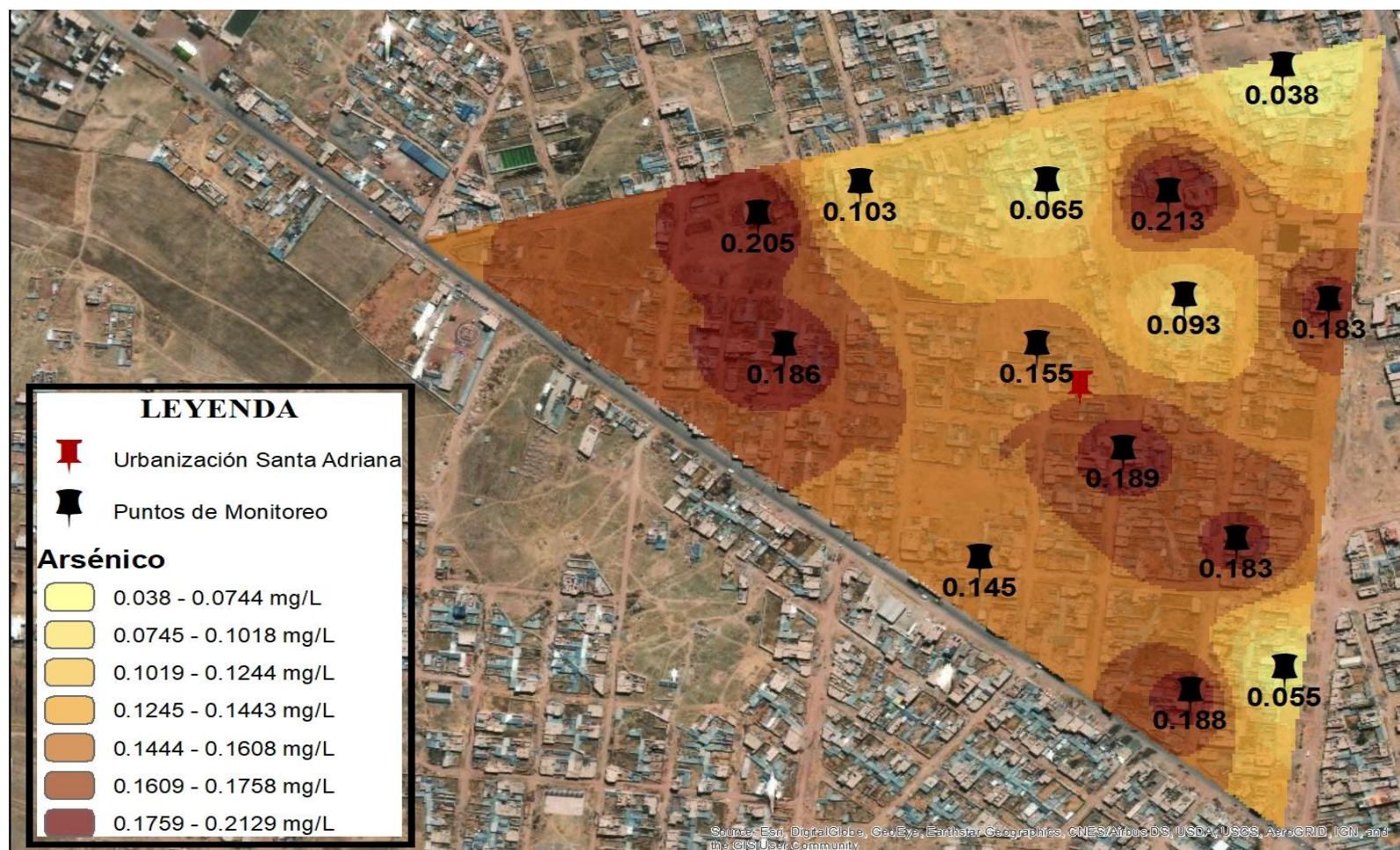


Figura 6. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de arsénico, en la urbanización Santa Adriana.

El valor máximo del parámetro de arsénico encontrado en la urbanización Santa Adriana, es de 0.213 mg/L y el valor mínimo es de 0.038 mg/L.

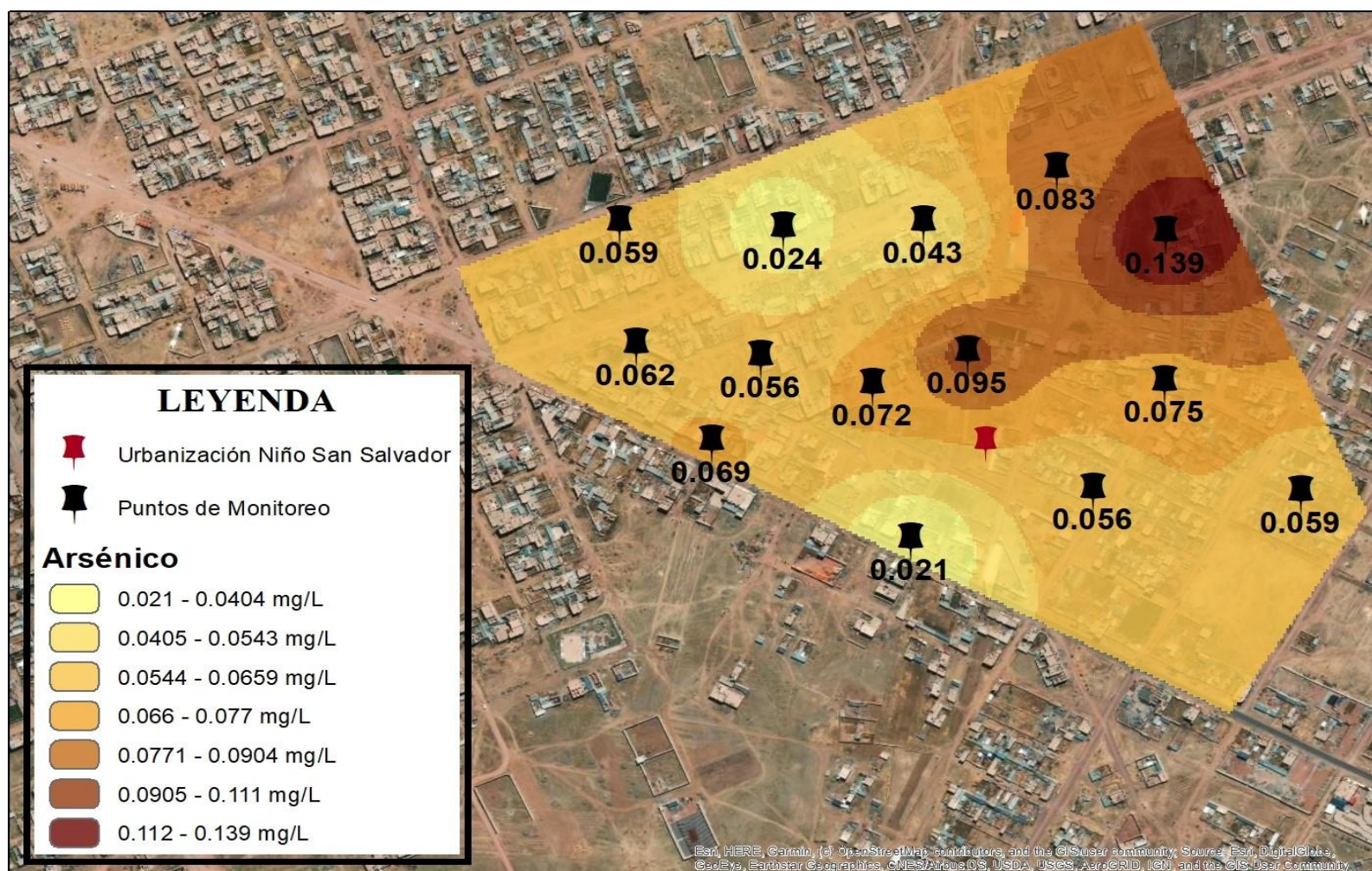


Figura 7. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de arsénico, en la urbanización Niño San Salvador.

El valor máximo del parámetro de arsénico encontrado en la urbanización Niño San Salvador, es de 0.139 mg/L y el valor mínimo 0.021 mg/L.

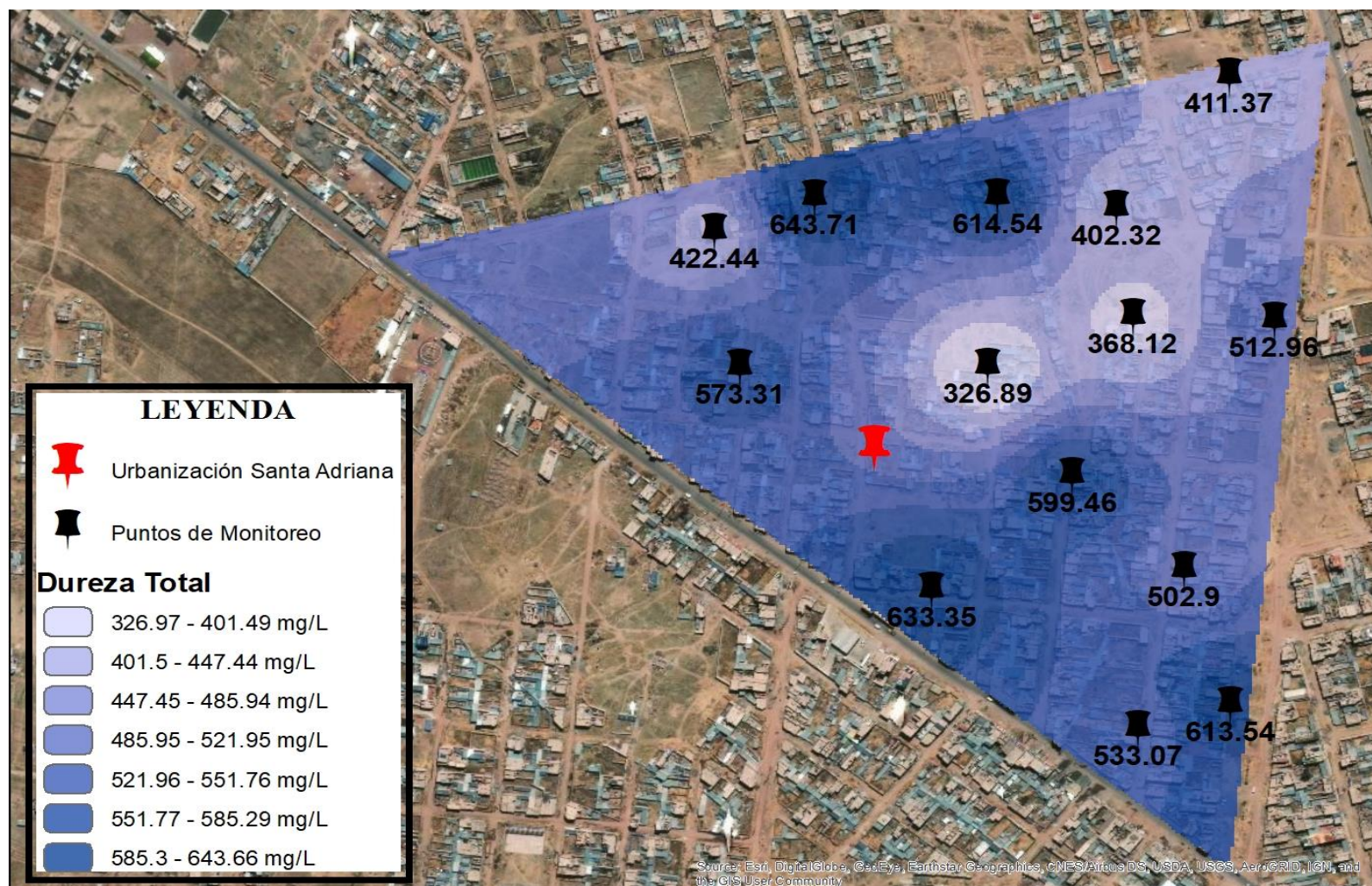


Figura 8. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de dureza, en la urbanización Santa Adriana.

El valor máximo del parámetro de dureza total encontrado en la urbanización Santa Adriana, es de 643.66 mg/L y el valor mínimo 326.97 mg/L

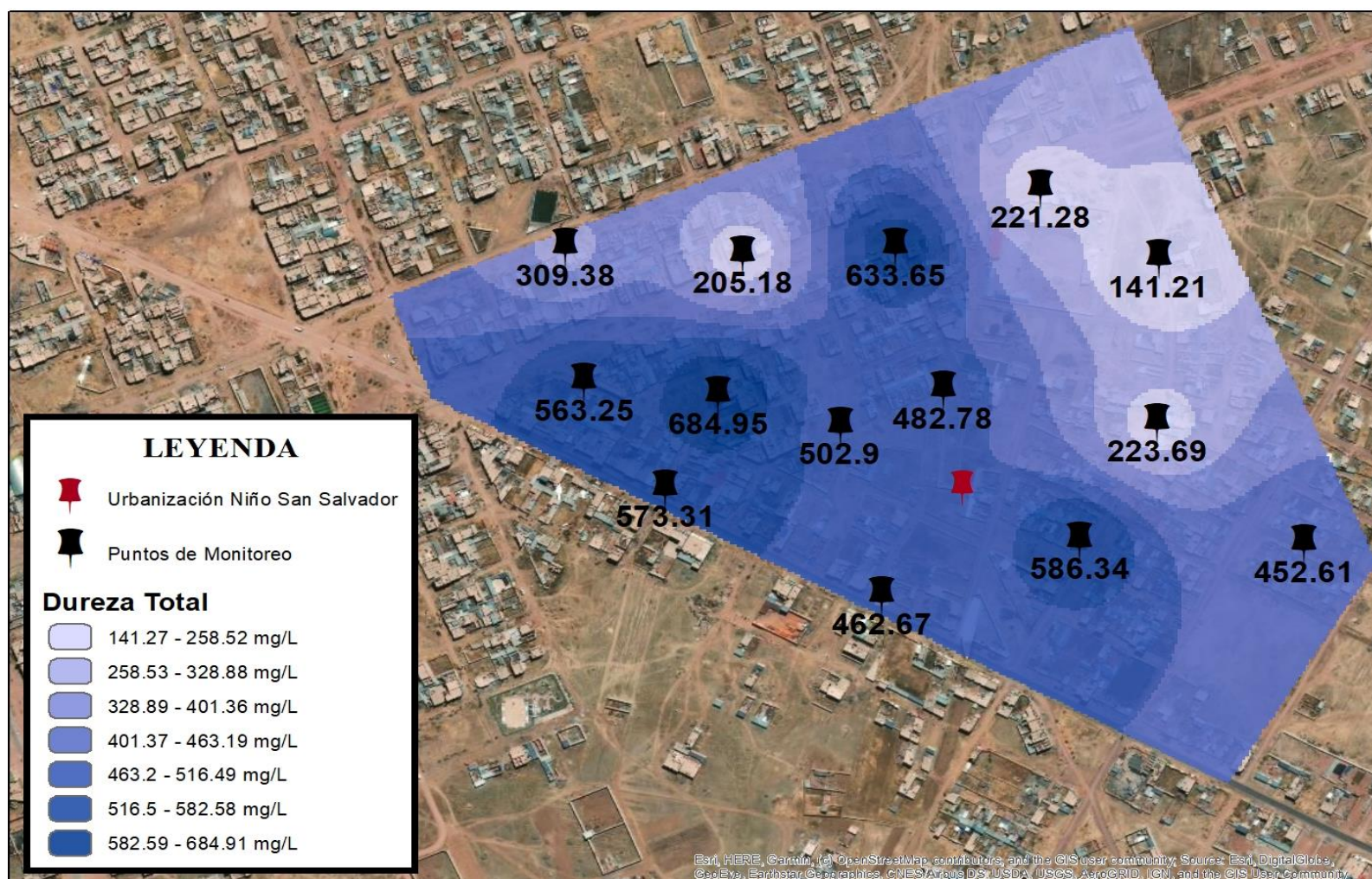


Figura 9. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de dureza, en la urbanización Niño San Salvador.

El valor máximo del parámetro de dureza total encontrado en la urbanización Niño San Salvador, es de 141.27 mg/L y el valor mínimo 684.91 mg/L.

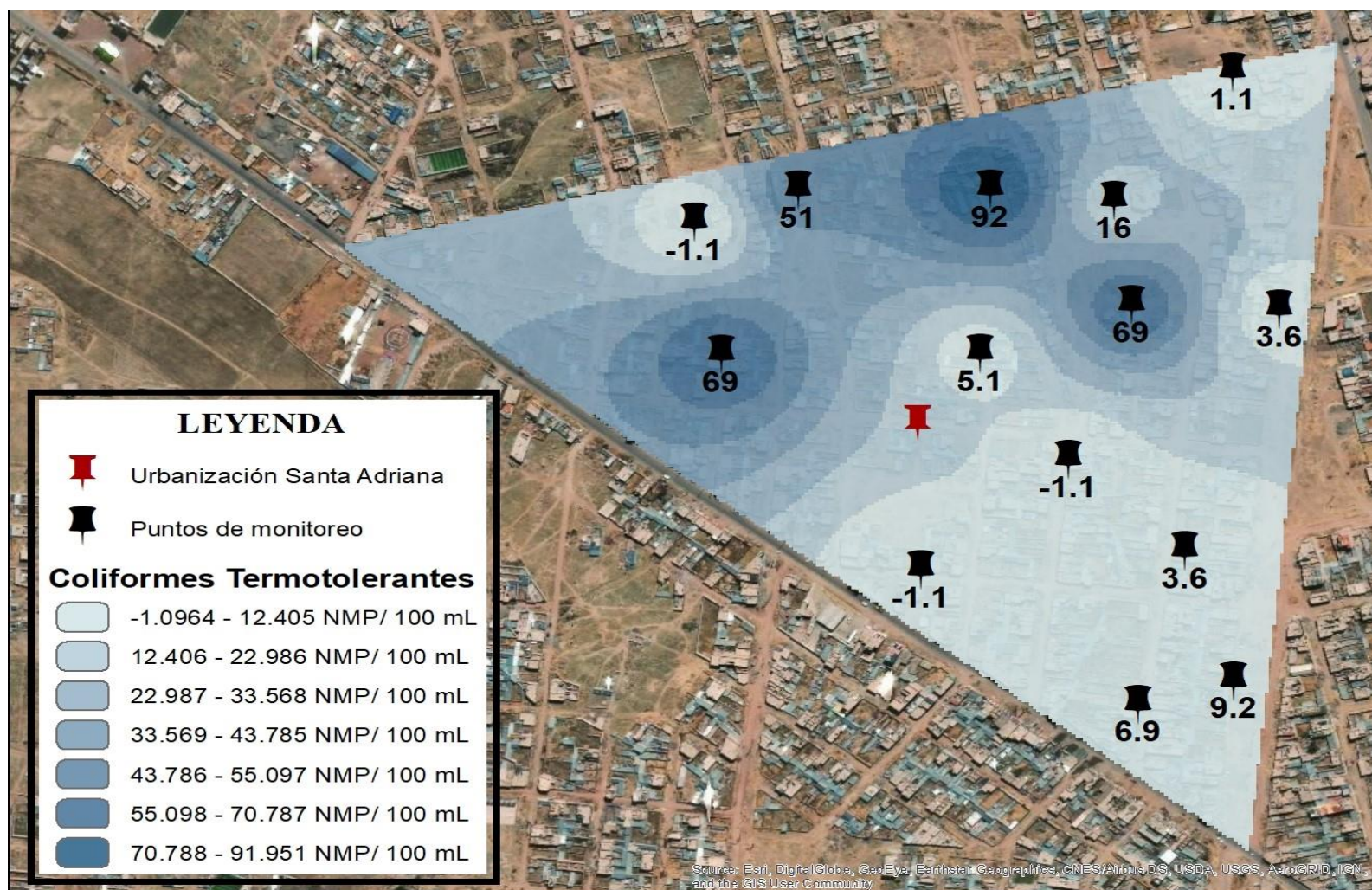


Figura 10. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de coliformes termotolerantes, en la urbanización Santa Adriana.

El valor máximo del parámetro de coliformes termotolerantes, encontrado en la urbanización Santa Adriana, es de 91.951 NMP/ 100 mL, y el valor mínimo -1.0964 NMP/ 100 mL.

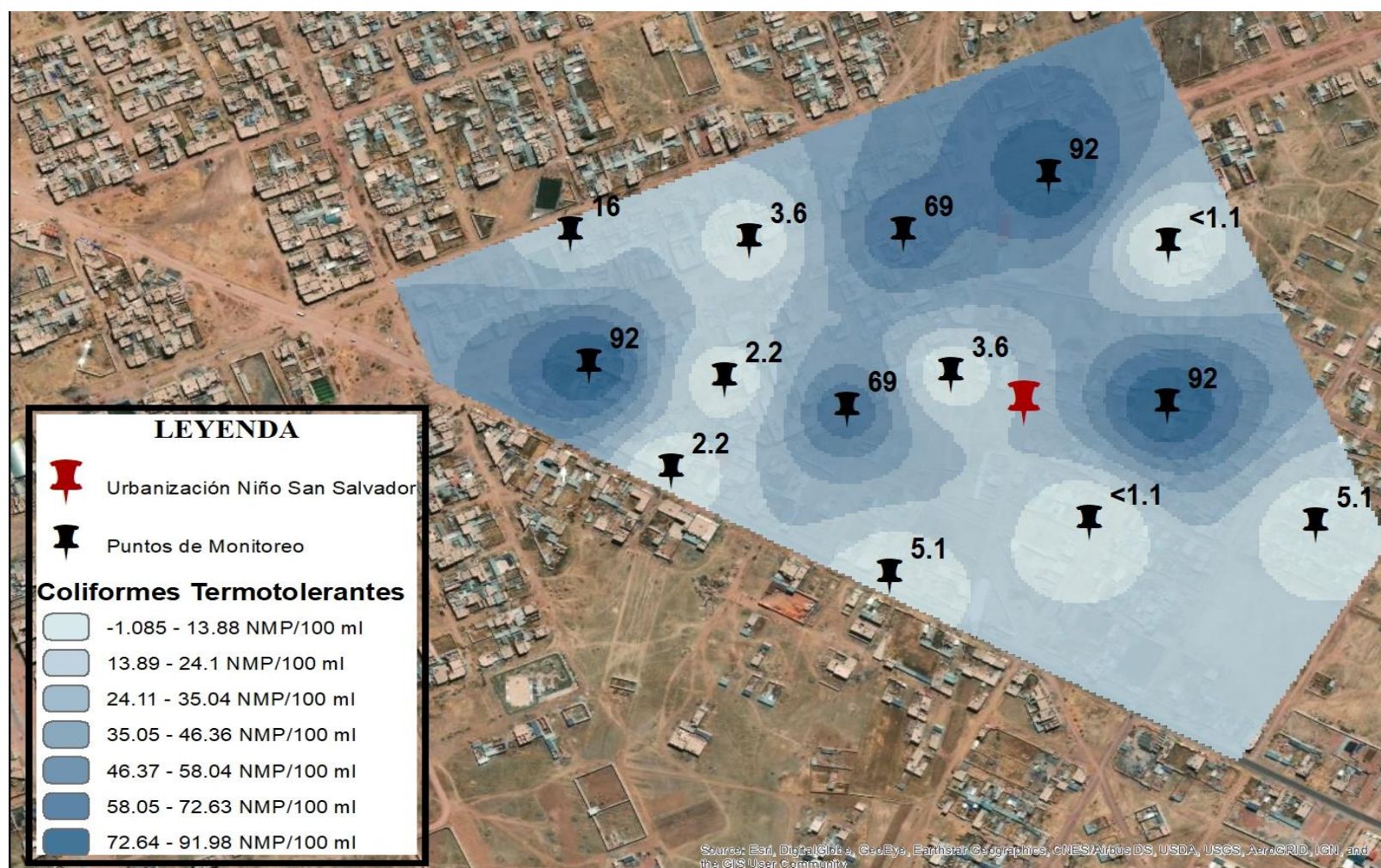


Figura 11. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de coliformes termotolerantes, en la urbanización Niño San Salvador.

El valor máximo del parámetro de coliformes termotolerantes encontrado en la urbanización Niño San Salvador, es de 91.98 NMP/ 100 mL, y el valor mínimo -1.085 NMP/ 100 mL.

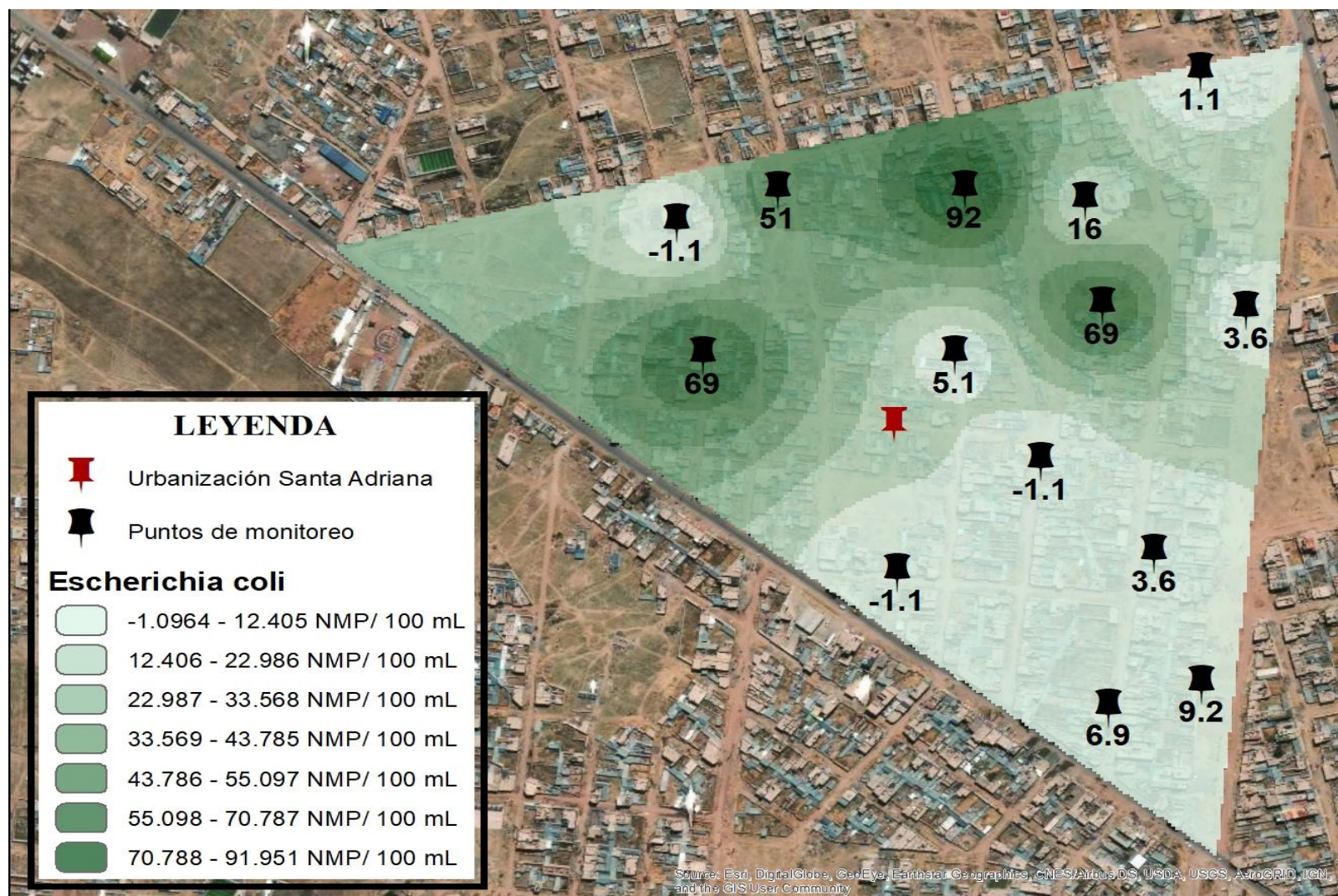


Figura 12. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de *Escherichia coli*, en la urbanización Santa Adriana.

El valor máximo del parámetro de *Escherichia coli* encontrado en la urbanización Santa Adriana, es de 91.951 NMP/ 100 mL, y el valor mínimo -1.0964 NMP/ 100 mL.

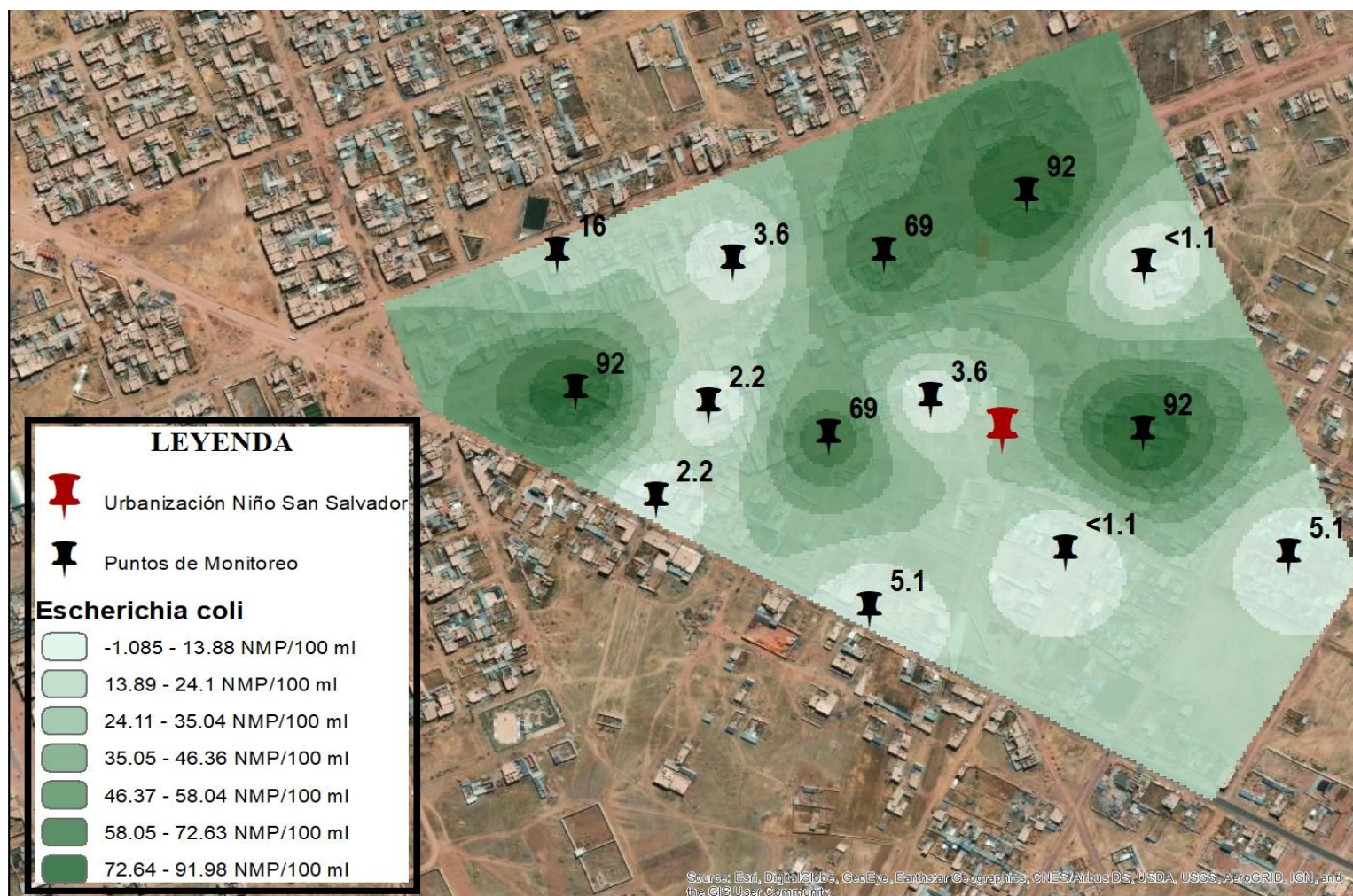


Figura 13. Mapa descriptivo de los puntos críticos, del parámetro de *Escherichia coli*, en la urbanización Niño San Salvador

El valor máximo del parámetro de *Escherichia coli* encontrado en la urbanización Niño San Salvador es de 91.98 NMP/ 100 mL, y el valor mínimo -1.085 NMP/ 100 mL.

4.1.2. Resultados estadísticos.

4.1.1.1. Resultados estadísticos de las pruebas de laboratorio de la urbanización Santa Adriana.

A. Parámetro de arsénico.

En la figura 14, se observó que, todas las muestras analizadas en laboratorio presentan valores elevados, los cuales no se encuentran dentro del valor límite máximo permisible de 0.010 mg/L, establecido por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA y la Organización Mundial de la Salud.

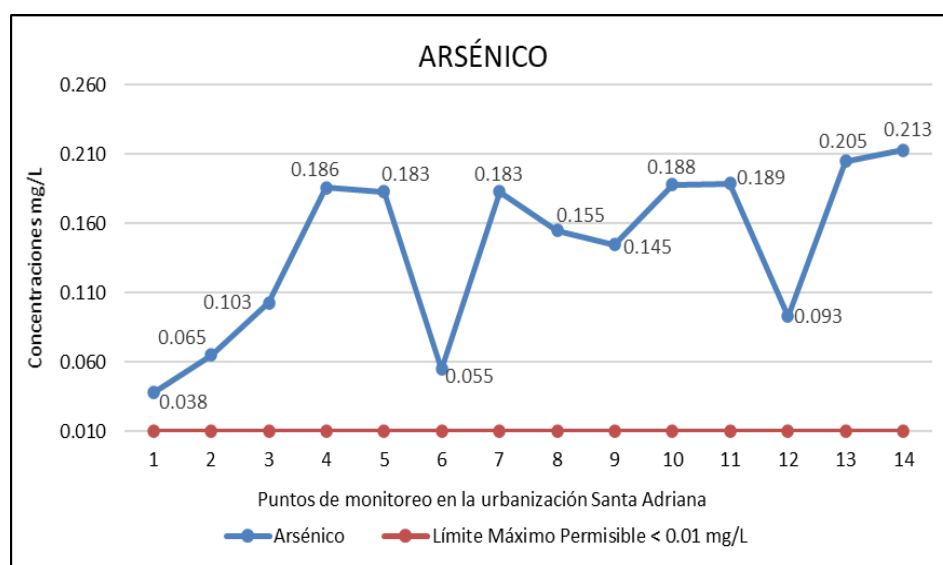


Figura 14. Resultado estadístico del parámetro de arsénico, de la urbanización Santa Adriana.

B. Parámetro de dureza total.

En la figura 15, se observó que, de las 14 muestras analizadas 5 se encuentran dentro de los valores límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA que es de 500 mg/L, sin embargo, 9 cumplen con lo dispuesto en la normativa ya mencionada. También se observó, que todas las muestras sobrepasan el valor límite máximo permisible de 180 mg/L establecido por la Organización Mundial de la Salud, siendo este el valor máximo de concentración de CaCO_3 en aguas subterráneas; de acuerdo a la clasificación dada por la OMS, sobre las concentraciones de dureza total, se considera a las aguas subterráneas de la urbanización Santa Adriana, como aguas muy duras.

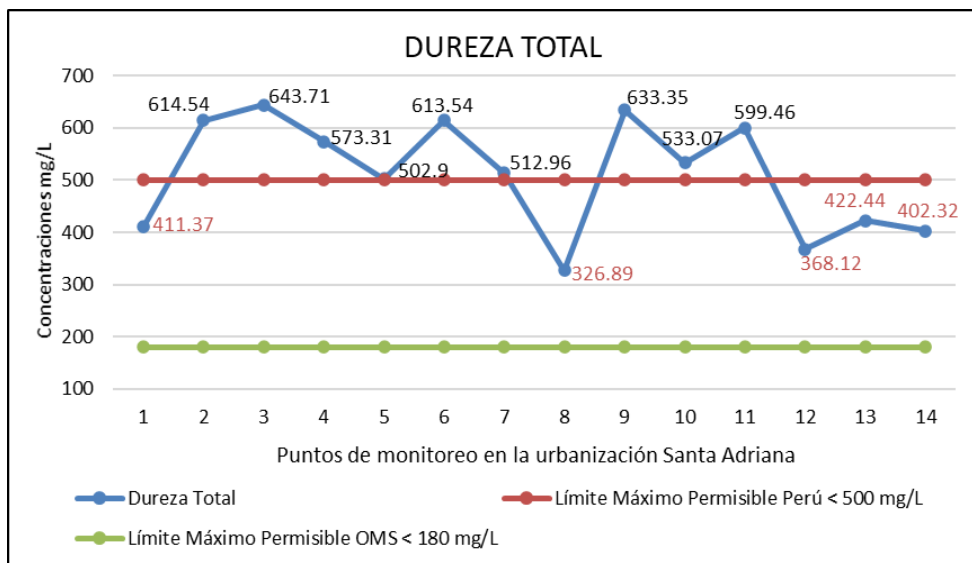


Figura 15. Resultado estadístico del parámetro de dureza total, de la urbanización Santa Adriana.

C. Parámetro de coliformes termotolerantes y *E. coli*.

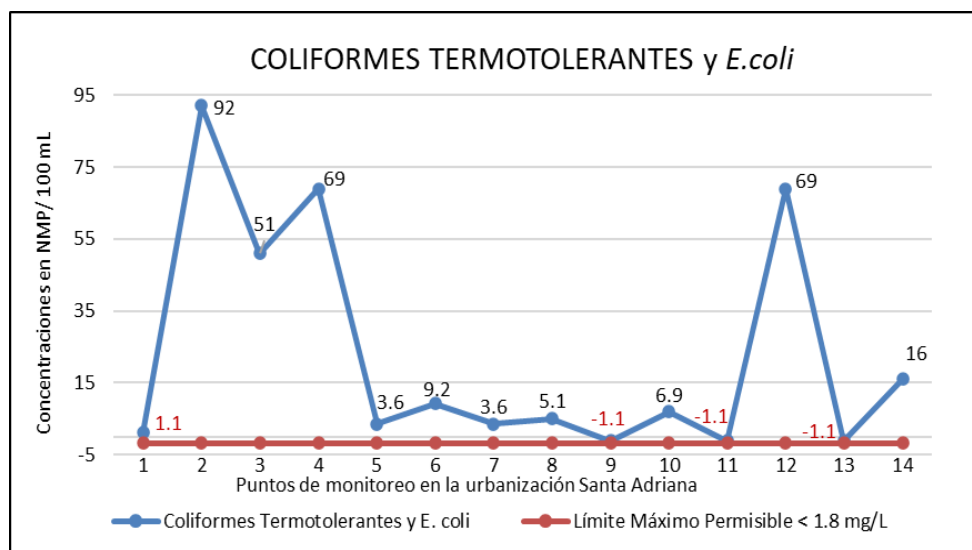


Figura 16. Resultado estadístico del parámetro de coliformes termotolerantes *E. coli*, de la urbanización Santa Adriana.

En la figura 16, se observó que, de las 14 muestras analizadas, 4 se encuentran dentro de los valores límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA que es < 1.8 NMP/ 100 mL, sin embargo, 10 no cumplen lo dispuesto en la legislación, demostrando así, la presencia de materia fecal en las aguas subterráneas de la urbanización Santa Adriana.

4.1.1.2. Resultados estadísticos de las pruebas de laboratorio de la urbanización Niño San Salvador.

A. Parámetro de arsénico.

En la figura 17, se observó que, todas las muestras analizadas en laboratorio presentan valores elevados, los cuales no se encuentran dentro del valor límite máximo permisible de 0.010 mg/L, establecido por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA y la Organización Mundial de la Salud.

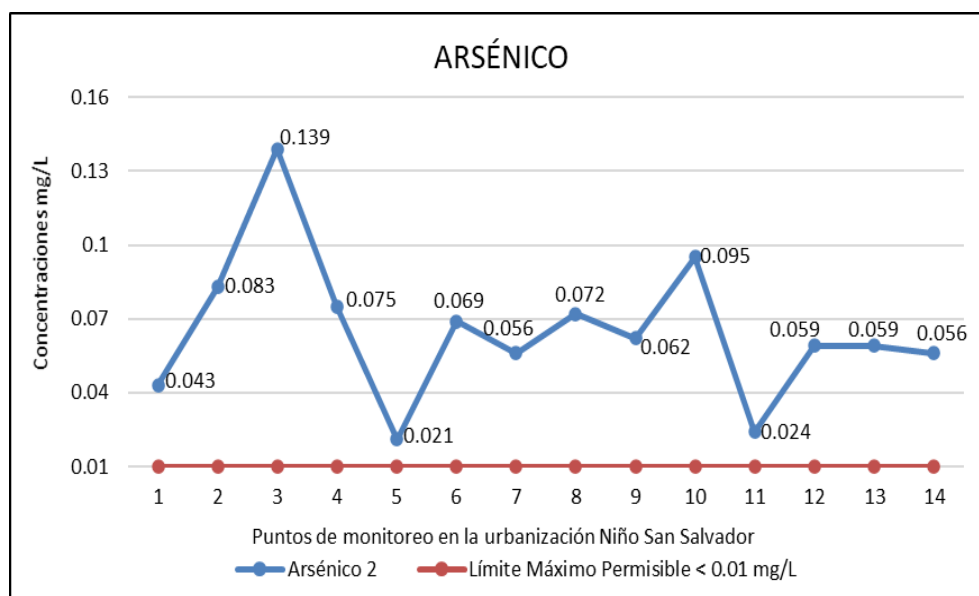


Figura 17. Resultado estadístico del parámetro de arsénico, de la urbanización Niño San Salvador.

B. Parámetro de dureza total.

En la figura 18, se observó que, de las 14 muestras analizadas 8 se encuentran dentro de los valores límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA que es de 500 mg/L, sin embargo, 6 cumplen con lo dispuesto en la normativa ya mencionada. También se observó, que 13 muestras sobrepasan el valor límite máximo permisible de 180 mg/L establecido por la Organización Mundial de la Salud, siendo este el valor máximo de concentración de CaCO_3 en aguas subterráneas; de acuerdo a la clasificación dada por la OMS, sobre las concentraciones de dureza total, se considera a las aguas subterráneas de la urbanización Niño San Salvador, como aguas muy duras.

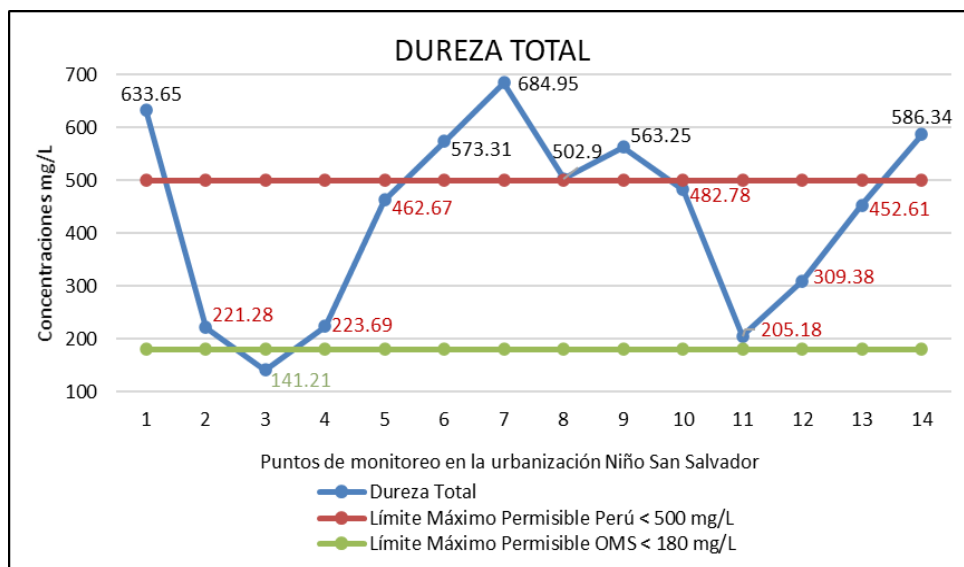


Figura 18. Resultado estadístico del parámetro de dureza total, de la urbanización Niño San Salvador.

C. Parámetro de coliformes termotolerantes y *E. coli*.

En la figura 19, se observó que, de las 14 muestras analizadas, 2 se encuentran dentro de los valores límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana mediante D.S N° 031-2010-SA que es < 1.8 NMP/ 100 mL, sin embargo, 12 no cumplen lo dispuesto en la legislación, demostrando así, la presencia de materia fecal en las aguas subterráneas de la urbanización Niño San Salvador.

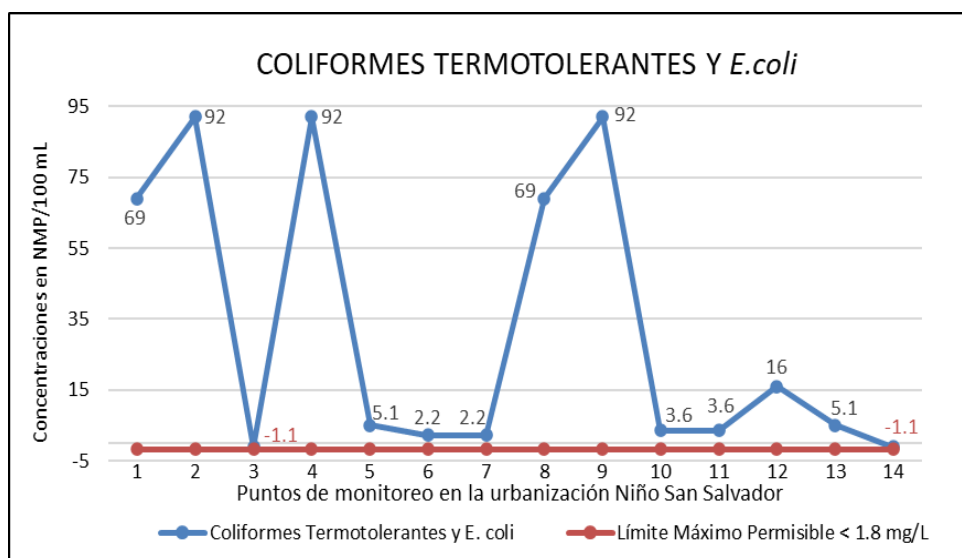


Figura 19. Resultado estadístico del parámetro de coliformes termotolerantes *E. coli*, de la urbanización Niño San Salvador.

4.2. Discusión.

La Organización Mundial de la Salud (2018) considera al arsénico como una de las 10 sustancias químicas más peligrosas, debido al peligro que representa su exposición en la salud de las personas, puesto que, este metal en su forma inorgánica se encuentra presente en el agua subterránea, comida preparada y alimentos regados con agua rica en arsénico, los cuales pueden causar una intoxicación crónica, siendo sus efectos más característicos la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel.

Teniendo en consideración los antes mencionado, la presente investigación desarrollada en la ciudad de Juliaca, halló la presencia de arsénico inorgánico en las 28 muestras analizadas, siendo así que, estas superan el valor límite máximo permisible de 0.01 mg/L establecido por el D.S N° 031-2010 S.A y la OMS, lo cual representa una amenaza importante para la salud de los habitantes de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador; los resultados hallados muestran una similitud con la investigación realizada por George et al. (2014) en su artículo titulado “Exposición al arsénico en el agua potable: una amenaza para la salud no reconocida en el Perú”, dicho estudio tuvo lugar en 12 distritos del Perú, siendo 2 de ellos, los distritos de Juliaca y Caracoto; las urbanizaciones que conformaron la investigación son, la urbanización Néstor Cáceres Velázquez (27 muestras), sector Palca Pampa (1 muestra), sector Taparachi (48 muestras) y Caracoto (20 muestras); obteniéndose un resultado similar al de esta investigación, puesto que, todas las muestras que fueron extraídas de pozos subterráneos, denotaron la presencia de arsénico inorgánico en sus aguas subterráneas, siendo así que, todos los pozos del distrito de Caracoto y el 95% de pozos analizados del distrito de Juliaca, excedieron el valor límite máximo permisible de 0.01 mg/L, lo cual según el estudio, predispone a consumidores de agua subterránea, padecer de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada por arsénico.

El arsénico al ser un metal que ubicua de manera natural y no uniforme en la corteza terrestre, puede presentar distintos niveles de concentraciones en las aguas subterráneas, y el presente estudio, demostró que existe mayor presencia de arsénico inorgánico en la urbanización Santa Adriana, puesto que, su valor máximo es 0.213 mg/L, y el valor máximo en la urbanización Niño San Salvador es de 0.139 mg/L; dicha diferencia aun es materia de investigación, sin embargo, Auge et al. (2013), menciona que, la contaminación de aguas subterráneas generalmente deriva de acciones artificiales o de origen natural, por lo que, se requiere de un

estudio hidrogeológico, para determinar el origen del arsénico inorgánico en las aguas subterráneas.

Por otro lado, el estudio demostró que 50 % de las muestras analizadas de agua subterránea presentan dureza en sus aguas, la cual, según, Vence et al. (2009) se vendría dando por la presencia de una proporción mayor de minerales disueltos como carbonatos dolomita y anhidrita. Para los autores Sawyer et al. (2001) la dureza en el agua no representa ningún tipo riesgo para la salud de los consumidores, pero si las concentraciones son superiores a 200 mg/L pueden afectar a las tuberías, los calentadores de agua, mayor uso de jabón, entre otros. Al momento de la toma de muestras, los dueños de los domicilios, de la urbanización Santa Adriana indicaban que, en cuanto a calidad de agua, ellos sentían un cierto sabor salino en el agua, además de que notaron que sus calentadoras, donde hervían agua a diario se dañaban, porque presentaban partículas blancas adheridas en los bordes.

Así también, el estudio realizado demostró, la presencia de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en un 82% de las muestras analizadas, lo cual indicaría la contaminación por materia fecal en las aguas subterráneas; los resultados obtenidos se asemejan, a los hallados en el estudio de Calsín (2016), el cual denoto la presencia de coliformes totales y coliformes fecales en 70 muestras analizadas, obtenidas del sector Taparachi III, del distrito de Juliaca, denotando así, la contaminación por materia fecal en las aguas subterráneas de dicho sector. La contaminación por materia fecal según Zegarra (2017) se vendría dando por las descargas directas de aguas residuales domesticas en el suelo, el nivel piezométrico y el tipo de suelo, los cuales influyen en las concentraciones y en la dispersión de contaminantes biológicos en el agua subterránea, dicha afirmación fue dada a partir de su investigación realizada en la zona sur del distrito de Juliaca.

Los niveles altos de contaminación por arsénico y bacterias en el agua subterránea son una problemática sanitaria y ambiental, que requiere ser atendida con urgencia, puesto que, se observó que la gran mayoría de las viviendas, no poseen redes de alcantarillado, ni agua potable; por lo que los habitantes de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, se ven en la necesidad de depositar en letrinas compartidas, además de realizar sus actividades domésticas con agua cruda sin tratamiento extraída del subsuelo. Así mismo, actualmente en la provincia de San Román, no existen reportes o estudios, que asocien al arsénico inorgánico con enfermedades crónicas que padecen los habitantes de los diferentes distritos que componen a

dicha provincia, por lo que también se requiere de estudios epidemiológicos y toxicológicos en toda la provincia, para determinar los daños asociados al consumo de agua subterránea no tratada; es importante destacar los aportes de Aragonés et al., (2001) quienes mencionan que los estudios de evaluación de contaminantes presentes en el agua subterránea, deberían de ingresar a una base de datos nacional, para preparar planes estratégicos, que ayuden a mitigar los daños causados por contaminante en la salud de las personas. Así mismo, se debe de implementar lo dispuesto en la Ley de Recursos Hídricos (2009), título VI Régimen económico por el uso del agua, artículo 94°, el cual indica el cobro de tarifa por el servicio de monitoreo y gestión de las aguas subterráneas, de los usuarios de aguas subterráneas, quienes deben realizar un pago con fines productivos y cuyos fondos se destinaran para monitorear el uso del agua, el nivel freático y gestionar su uso para hacer sostenible su disponibilidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

PRIMERA: El estudio revela que el agua subterránea de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, poseen arsénico en su totalidad, puesto que, el 100 % de las muestras analizadas, superan el Límite Máximo Permisible de 0.010 mg/L.

SEGUNDA: Se halló la presencia de las bacterias *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes, en un 82 % de las muestras analizadas, de las aguas subterráneas, superando el límite máximo permisible de <1.8/100 mL.

TERCERA: Finalmente los estudios revelan que 50 % de las muestras analizadas poseen dureza en el agua, puesto que, sus valores superan superando el límite máximo permisible de 500 mg/L.

Por lo tanto, se concluye que las aguas subterráneas que se vienen utilizando como recurso primordial de vida, no son aptas para consumo humano, ya que, ponen en peligro la salud de los consumidores, debido a la toxicidad del arsénico y de las enfermedades que se relacionan con la presencia de bacterias *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes.

5.2. Recomendaciones.

1. Implementación de servicios de saneamiento básico, por parte de la autoridad competente, en las urbanizaciones que no tienen acceso a agua potable y desagüe.
2. Realizar estudios geológicos e hidrogeológicos en la ciudad de Juliaca, que permitan conocer el origen de contaminación por arsénico de las aguas subterráneas.
3. Desarrollar programas de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, en las urbanizaciones que vienen consumiendo aguas subterráneas, en el distrito de Juliaca, dicha tarea debe de ser realizada por la autoridad competente.
4. Implementar en la ciudadanía campañas proactivas y acciones, que protejan la calidad original del agua subterránea, para que no existan amenazas a la salud.
5. Implementar programas educativos, que permitan conocer a los ciudadanos el uso racional del agua, la calidad del agua y los derechos y deberes que tienen como consumidores.
6. Realizar estudios epidemiológicos y toxicológicos a los ciudadanos del distrito de Juliaca, que durante años vienen consumiendo aguas subterráneas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abernathy, C., Calderon, R., & Chappell, W. (1998). *Arsenic: Exposure and Health Effects*.
<https://doi.org/10.1007/978-94-011-5864-0>
- Apaza, R., & Benique, M. (2014). Contaminación natural de aguas subterráneas por Arsénico en la zona de Carancas y Huata, Puno. *Revista Investigación Altoandina*, 16(2306–8582), 51–58.
- APHA, AWWA & WEF. (2012). *Standar Methods for the examination of water and wastewater*. Washintong D.C: 22 ED.
- Apocalipsis. (1960). *Reina Valera*.
- Aragón, N., Palacios, M., Avello De Miguel, A., Gómez, P., Martínez, M., & Rodríguez, J. (2001). Nivel de arsénico en abastecimientos de agua de condumio de origen subterráneo en la comunidad de Madrid. *Rev. Esp. Salud Pública*, 5, 421–432.
- Auge, M., Espinosa Viale, G., & Sierra, L. (2013). Arsénico en el agua subterránea de la provincia de Buenos Aires. *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología T II*, April, 58–63.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3333.4245>
- Avila, J. C., & León, J. A. (2012). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo, La Libertad*, Universidad Nacional de Trujillo,
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3420/AvilaRodriguez_J - LeonOlortegui_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3420/AvilaRodriguez_J-LeonOlortegui_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Banco Mundial. (2006). *Protección de la Calidad del Agua Subterránea definición de estrategias y establecimiento de prioridades*. Banco Mundial
<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/804581468313863477/pdf/301000PAPE R0SPANISH0GWMATEBN0801PUBLIC1.pdf>

Banco Mundial. (2015). *América Latina: la región con más agua, la más castigada por la sed*.

Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/05/13/america-latina-la-region-con-mas-agua-la-mas-castigada-por-la-sed>

Banco Mundial. (2019). *Agua: Panorama general*

<https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

Bitton. (1983). *Los microorganismos como agentes contaminantes, origen*. Conceptos Básicos de La Microbiología. http://aguas.igme.es/igme/publica/pdflib8/4_microorg.pdf

Bocanegra, O., Bocanegra, E., & Alvarez, A. (2002). Arsénico en las aguas subterráneas: su impacto en la salud. *Groundwater and Human Development*, 1, 21–27.
http://cofes.org.ar/descargas/info_sector/Arsenico/Bocanegra2_Alvarez_pdAs_Estudio_Bocanegra.pdf

Calsín, K. (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*. Universidad Nacional del Altiplano.

Campos, V., Quesada, J., Ledezma, A., & Sandoval, J. (2010). Determinación de arsénico en abastecimientos de agua para consumo humano de la provincia de Cartago, Costa Rica. *Acta Médica Costarricense*, 52(2), 96–101.

Cenicacelaya, M. de las N. (2016). *Arsénico en el agua: un grave problema para la salud y una violación de derechos humanos*. 26, 103–128.
<http://www.unesco.org/water2><http://www.who.int/es>

Chambi, G. (2015). *Determinación de Bacterias Coliformes y E. Coli en Agua de Consumo Humano del Centro Poblado de Trapiche - Ananea - Puno* (Vol. 1) Universidad Nacional del Altiplano
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1922/Chambi_Choque_Guido.pdf

?sequence=1&isAllowed=y

Chávez, F. (2017). *“Estudio hidrogeológico para sustentar la disponibilidad hídrica subterránea para pozo tubular de reemplazo - Monsanto Perú - Villacuri - Ica.”*

Universidad Agraria la Molina.

Chow, V. Te. (1994). *Hidrología Aplicada*.

Condori, E. (2016). *Evaluación hidrogeológica de la microcuenca Mariño, Apurímac*,

Universidad Nacional del Altiplano

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2880/Loza_Tito_Juan_Carlos.pdf?
sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2880/Loza_Tito_Juan_Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Congreso Constituyente Democrático, 72 (1993).

<http://www4.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf>

Cortez, D. (2015). *Características físicoquímicas y biológicas de las fuentes de*

abastecimiento y de consumo humano en el distrito de Talavera, Andahuaylas -

Apurímac 2012. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Curo, M. (2015). Calidad bacteriológica y físicoquímica del agua de pozos con fines de

consumo humano en el distrito de Huata - Puno, 2016 [Universidad Nacional del

Altiplano]. In *Tesis UNA*. https://doi.org/10.1007/8904_2014_350

Protocolo de Procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte,

almacenamiento y recepción de agua para consumo humano., Pub. L. No. RD N° 160-

2015 DIGESA, 23 (2015).

Eclesiastés. (1960). *Reina Valera*.

Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 25.

<https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

Génesis. (1960). *Reina Valera*.

- George, C. M., Sima, L., Arias, M. H. J., Mihalic, J., Cabrera, L. Z., Danz, D., Checkley, W., & Gilman, R. H. (2014). Arsenic exposure in drinking water: an unrecognized health threat in Peru. *Bulletin of the World Health Organization*, 92(8), 565–572.
<https://doi.org/10.2471/BLT.13.128496>
- Gonzales, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, Distrito de Yarinachocha - Región Ucayalli - 2018*. Universidad Nacional de Ucayali.
- Gonzalez, L., Quintos, M., Reyes, M., Vazques, A., & Alvarado, A. (2014). *Efectos a la salud por la ingesta crónica de arsénico en agua*. 2014, 1–10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092562-2.50019-9>
- Harris, D. (2004). Determinación De Calcio Y Magnesio En Aguas Por Complexometria. *Ciencias Ambientales*, 1–6.
https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP2_0405.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Síntesis estadística*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1391/libro.pdf
- Isaias. (1960). *Reina Valera*.
- Leiva, P., Menjivar, J., & Orellana, R. (2013). *Determinación de coliformes totales, fecales y escherichia coli en el agua de los pozos artesanales del Caserio El Guayabal, Cantón San Antonio Chávez, municipio y departamento de San Miguel antes y después del tratamiento con Hipoclorito de sodio al 0.5%*. Universidad de El Salvador.
- Ministerio del medio ambiente, Pub. L. No. LEY N° 29338, El Peruano 37 (2009).
<http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, 20 (2005).

- Congreso de la República, Pub. L. No. Ley N° 27867, El Peruano 43 (2003).
- Congreso de la República, Pub. L. No. Ley N° 27972, El Peruano 86 (2002).
- López, J. A., Fornés, J. M., Ramos, G., & Villarroya, F. (2009). *Las aguas subterráneas Un recurso natural del subsuelo*. Instituto Geológico y Minero de España.
https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/ObservatorioTendencias/FORMACION/educacion ambiental.pdf
- Malpass, D. (2019). *El deterioro de la calidad del agua reduce en un tercio el crecimiento económico en algunos países, según el Banco Mundial*. Banco Mundial.
<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/08/20/worsening-water-quality-reducing-economic-growth-by-a-third-in-some-countries>
- Marchand, E. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua consumo humano en Lima Metropolitana*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Mariscal, W., Sorroza, N., Alcivar, J., Villacrez, R., García, F., & Mariscal, R. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 3, 24.
- Mendoza, O., Sánchez, R., Barrón, J., Cuevas, H., Escalante, P., & Solano, R. (2017). Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima , México. *Salud Pública de México*, 59(1).
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Pub. L. No. D.S N° 031-2010-SA., 46 (2011).
- Muñoz, M. O., & Aguirre, J. Q. (2014). Distribución de arsénico geogénico en agua superficial y subterránea en el altiplano central boliviano. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 54–60.

- Navarro del Aguila, J. (2014). *Evaluación de la calidad comunidad de Manacamiri de la región Loreto* Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Ordoñez, J. (2011). *Ciclo Hidrológico*. Sociedad Geográfica de Lima.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf
- Guías para la calidad del agua potable, 38 WHO 104 (2011).
- Raffo, E. (2013). Tratado del agua y la legislación peruana. *Redalyc* , 16, 106–117.
<http://www.redalyc.org/pdf/816/81632390013.pdf>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). *Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento* (Ley N° 30165). 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Robles, E., Ramirez, E., Durán, Á., Martínez, M., & Gonzalez, M. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 4(1), 19–28.
- Rodriguez, K., Ita, Y., Mujica, A., Ramos, K., Medina, J., & Villanueva, J. (2017). *Estudio de los niveles de Arsenico (As) en agua de consumo humano en la ciudad de Arequipa 2015-2016*. 16(2015), 47–49.
- Salmos. (1960). *Reina Valera*.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edic).
- Sawyer, C., Mccarly, P., Parkin, G., & Agudelo, D. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental* (S. . Colombia : McGraw-Hill Interamericana (ed.); Cuarta Edi).
- Severiche, C, Castillo, M., Acevedo, R. (2013) *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas*. Colombia

- Smith, T., & Smith, R. (2010). *Ecología* (6ta Edició). Pearson Education.
- Ticona, J. (2016). *SEDA Juliaca: “En la Ciudad de los Vientos, 100 mil pobladores no tienen agua.”* Diario Correo. <https://diariocorreo.pe/peru/seda-juliaca-en-la-ciudad-de-los-vientos-100-mil-pobladores-no-tienen-agua-662083/>
- Valdivia, A. (2019). *Lambayeque: presencia de agua contaminada con arsénico persiste desde 2016 | Mórrope | PCM | contaminación | plomo| VIDEO | Sociedad - La República.* La República. <https://larepublica.pe/sociedad/1459088-lambayeque-presencia-agua-contaminada-arsenico-persiste-2016-morrope-pcm-contaminacion-plomo-video/>
- Valdiviezo, L. (2017). *Tratamiento químico en la reducción de la dureza de las aguas subterráneas provenientes de la Urb. Huerta de Nievería – Chosica, 2017.* Universidad Cesar Vallejo.
- Villena, J. (2018). Calidad del Agua y Desarrollo Sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 5. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- White, E. (1905). *Ministerio de la Curación.*
- Zegarra A (2017) Dispersión de contaminantes biológicos en las aguas subterráneas de la zona sur de la ciudad de Juliaca - 2017

ANEXOS

ANEXO A. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo general	Los valores de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles del agua para consumo humano, de origen subterráneo	Evaluación de agua subterránea	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN: Cuantitativo DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: No experimental – transversal NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN: Descriptiva
¿Cuáles serán las concentraciones de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, Puno 2019?	Evaluar las concentraciones de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, Puno 2019.			
Problemas específicos	Objetivos específicos			
¿Cuál será la precisión de los parámetros arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> , en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niños San Salvador?	Determinar los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> , en aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niños San Salvador.			
¿Como es la dispersión de contaminación por arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> en las aguas subterráneas, de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador?	Elaborar mapas de dispersión de contaminantes en el software ArcGIS, de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> , de las urbanizaciones Santa Adriana y Niños San Salvador.			
¿Qué resultados de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> , de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, estarán dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa e internacional vigente?	Comparar los resultados de los parámetros de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> de las urbanizaciones Santa Adriana y Niño San Salvador, con los límites máximos permisibles de la normativa nacional e internacional vigente.			

ANEXO B. Matriz de la variable

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INDÍCE
Evaluación de agua subterránea	Análisis físico	Temperatura	°C
		Conductividad	μS/cm
		Dureza Total	mg/L
		pH	
	Análisis Químico	Arsénico	mg/L
	Análisis Bacteriológico	<i>Escherichia coli</i>	<1.8/100 mL
		Coliformes Termotolerantes	<1.8/100 mL

ANEXO C. Certificado de BHIOS LABORATORIOS S.R.L

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

BHIOS LABORATORIOS S.R.L

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Quiñones Mza. B Lote 6, Urb. Magisterial (2do Piso), distrito de Yanahuara, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 16 de febrero de 2018
Fecha de Vencimiento: 15 de febrero de 2020



MÓNICA NÚÑEZ CABAÑAS
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0104-2018-INACAL/DA
Contrato N° : 009-2018/INACAL-DA
Registro N° : LE-055

Fecha de emisión: 22 de marzo de 2018

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (ILAC) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) a International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

ANEXO D. Panel fotográfico

Fotografía 1. Monitoreo en la Urbanización Santa Adriana



Fotografía 2. Análisis de pH, temperatura y conductividad.



Fotografía 3. Envases de muestreo



Fotografía 4. Llenado de Cadena de Custodia



Fotografía 5. Monitoreo en la Urbanización Niño San Salvador



Fotografía 6. Análisis de pH, temperatura y conductividad.



Fotografía 7. Entrevista con los dueños del domicilio



Fotografía 8. Análisis de pH, temperatura y conductividad.



Fotografía 9. Toma de coordenadas	Fotografía 10. GPS GARMIN
	
Fotografía 11. Toma de muestra de pozo artesanal	Fotografía 12. Toma de muestra de pozo tubular
	

Fotografía 13. Análisis de pH, temperatura y conductividad.



Fotografía 14. Llenado de Cadena de Custodia



Fotografía 15. Toma de muestra de pozo artesanal



Fotografía 16. Toma de muestra de pozo tubular



ANEXO E. Informes de Ensayos del Laboratorio BHIOS

SOLICITA: Préstamo de equipos potenciómetro
y GPS

ING. RUTH CÁCERES MAMANI - JEFE DE LABORATORIOS DE LA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Yo, Tania Leslie Apaza Quispe, identificada con
DNI. N° 72127887, y N° código universitario
201421093 con domicilio en el Jr. Lambayeque
N° 1425 de esta ciudad de Juliaca, de su digna
dirección, a Ud. con respeto me presento y digo:

Que, por motivos de ejecución de tesis,
SOLICITO a usted me otorgue el préstamo de equipos potenciómetro y GPS para poder
medir los parámetros de pH, conductividad, temperatura y coordenadas satelitales en
campo; las muestras a analizar son en total 28 siendo de característica agua subterránea.
El horario de monitoreo será a partir de las 8 a.m. del día 4 de febrero.

POR LO EXPUESTO:

Pido a Ud. Acceder a mi petición por ser legal.

Juliaca 04 de febrero del 2019.



TANIA LESLIE APAZA QUISPE
DNI. N° 72127887



Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPEU FJ
04/02/2019

INFORME DE ENSAYOS N° 0490- 2019
PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : TANIA LESLIE APAZA QUISPE
DIRECCIÓN : Jr. Lambayeque N° 1425 - Juliaca - Puno
PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación adjunto
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Urb. Santa Adriana, Puno, San Roman, Juliaca -Fecha de muestreo: 04/02/2019
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 06 muestras de 1000 mL aprox c/u.(MB: 06 muestras de 500 mL aprox c/u. FQ: 06 muestras de 500 mL aprox c/u.)
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.9°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0187-2019
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/02/2019

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0490-2019

PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-01 Pozo Tubular -Coordenadas: E375937 N8288710, 3838 m -Hora de muestreo: 10:05 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	411.37	mg/L
FQ	Elemento As*	0.038	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-04 Pozo Tubular -Coordenadas: E375494 N8288364, 3837 m -Hora de muestreo: 11:14 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	69	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	69	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	573.31	mg/L
FQ	Elemento As*	0.186	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0490- 2019 PÁGINA 3 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-05 Pozo Tubular -Coordenadas: E375929 N8288257, 3841 m -Hora de muestreo: 11:37 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	3.6	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	502.90	mg/L
FQ	Elemento As*	0.183	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Méi Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-10 Pozo Tubular -Coordenadas: E3775800 N8288309, 3836 m -Hora de muestreo: 12:40 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	6.9	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	6.9	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	533.07	mg/L
FQ	Elemento As*	0.188	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Méi Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0490- 2019
PÁGINA 4 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-11 Pozo Tubular -Coordenadas: E375802 N6288329, 3836 m -Hora de muestreo: 13:07 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	599.46	mg/L
FQ	Elemento As*	0.189	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L	⋮	Miligramos por litro
NMP/100mL	⋮	Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO ₃)	Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
Elemento As	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes , Fecales	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP)	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-14 Pozo Tubular -Coordenadas: E376230 N8288673, 3833 m -Hora de muestreo: 13:54 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	16	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	16	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	402.32	mg/L
FQ	Elemento As*	0.213	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L	:	Miligramos por litro
NMP/100mL	:	Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO ₃)	Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
Elemento As	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes (Fecales	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP)	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/02/2019 al 08/02/2019

MB 05/02/2019 al 12/02/2019

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :

13/02/2019



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 0489- 2019
PÁGINA 1 DE 5

SOLICITANTE : TANIA LESLIE APAZA QUISPE
DIRECCIÓN : Jr. Lambayeque N° 1425 - Juliaca - Puno
PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación adjunto
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Urb. Santa Adriana, Puno, San Roman, Juliaca -Fecha de muestreo: 04/02/2019
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 08 muestras de 1000 mL aprox c/u.(MB: 08 muestras de 500 mL aprox c/u. FQ: 08 muestras de 500 mL aprox c/u.)
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.9°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0187-2019
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/02/2019

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0489- 2019 PÁGINA 2 DE 5

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-02 Pozo Artesanal -Coordenadas: E375876 N8288872, 3840 m -Hora de muestreo: 10:33 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	92	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	92	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	614.54	mg/L
FQ	Elemento As*	0.065	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-03 Pozo Artesanal -Coordenadas: E375580 N8288594, 3836 m -Hora de muestreo: 10:53 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	51	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	51	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	643.71	mg/L
FQ	Elemento As*	0.103	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0489- 2019 PÁGINA 3 DE 5

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-06 Pozo Artesanal -Coordenadas: E378064 N8288324, 3840 m -Hora de muestreo: 11:50 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	9.2	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	9.2	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	613.54	mg/L
FQ	Elemento As*	0.055	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-07 Pozo Artesanal -Coordenadas: E376046 N8288402, 3841 m -Hora de muestreo: 12:00 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	3.6	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	512.96	mg/L
FQ	Elemento As*	0.183	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0489- 2019 PÁGINA 4 DE 5

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-08 Pozo Artesanal -Coordenadas: E0375787 N8288397, 3835 m -Hora de muestreo: 12:22 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	5.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	5.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	326.89	mg/L
FQ	Elemento As*	0.155	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mé-
tode Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-09 Pozo Artesanal -Coordenadas: E375800 N8288298, 3832 m -Hora de muestreo: 12:37 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	633.35	mg/L
FQ	Elemento As*	0.145	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mé-
tode Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0489- 2019 PÁGINA 5 DE 5

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-12 Pozo Artesanal -Coordenadas: E375460 N8288823, 3835 m -Hora de muestreo: 13:24 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	69	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	69	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	368.12	mg/L
FQ	Elemento As*	0.093	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-13 Pozo Artesanal -Coordenadas: E375237 N8288710, 3838 m -Hora de muestreo: 13:44 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	422.44	mg/L
FQ	Elemento As*	0.205	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

NMP/100mL

: Miligramos por litro

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Elemento As

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/02/2019 al 08/02/2019

MB 05/02/2019 al 12/02/2019

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 13/02/2019




Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 0523- 2019
PÁGINA 1 DE 6

SOLICITANTE : TANIA LESLIE APAZA QUISPE

DIRECCIÓN : Jr. Lambayeque N° 1425 - Juliaca - Puno

PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.

CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación adjunto

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Urb. Niño San Salvador, Puno, San Roman, Juliaca Fecha de muestreo: 05/02/2019

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 09 muestras de 1000 mL aprox c/u. (MB: 09 muestras de 500 mL aprox c/u. FQ: 09 muestras de 500 mL aprox c/u.)

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 0192-2019

FECHA DE RECEPCIÓN : 06/02/2019

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0523- 2019 PÁGINA 2 DE 6

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-01 Pozo Tubular -Coordenadas: E0381130 N8285582, 3826 m -Hora de muestreo: 11:35 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	69	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	69	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	633.65	mg/L
FQ	Elemento As*	0.043	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes + Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-02 Pozo Tubular -Coordenadas: E0381255 N8285638, 3830 m -Hora de muestreo: 11:50 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	92	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	92	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	221.28	mg/L
FQ	Elemento As*	0.083	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes + Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin; Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0523 - 2019

PÁGINA 3 DE 6

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-06 Pozo Tubular -Coordenadas: E380931 N8285351, 3830 m -Hora de muestreo: 12:48 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	2.2	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	2.2	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	573.31	mg/L
FQ	Elemento As*	0.069	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-07 Pozo Tubular -Coordenadas: E380977 N8285440, 3832 m -Hora de muestreo: 13:00 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	2.2	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	2.2	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	684.95	mg/L
FQ	Elemento As*	0.056	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0523-2019

PÁGINA 4 DE 6

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-09 Pozo Tubular -Coordenadas: E380861 N8285453, 3833 m -Hora de muestreo: 13:26 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	92	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	92	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	563.25	mg/L
FQ	Elemento As*	0.062	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

: Miligramos por litro

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét. Volumétrico con EDTA.

Elemento As

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-10 Pozo Tubular -Coordenadas: E3880834 N8285514, 3831 m -Hora de muestreo: 13:42 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	3.6	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	482.78	mg/L
FQ	Elemento As*	0.095	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

: Miligramos por litro

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét. Volumétrico con EDTA.

Elemento As

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0523-2019 PÁGINA 5 DE 6

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-11 Pozo Tubular -Coordenadas: E0380905 N8285636, 3824 m -Hora de muestreo: 13:59 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	3.6	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	205.18	mg/L
FQ	Elemento As*	0.024	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin, Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-12 Pozo Tubular -Coordenadas: E0380845 N8285582, 3826 m -Hora de muestreo: 14:05 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	18	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	18	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	309.38	mg/L
FQ	Elemento As*	0.059	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin, Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0523- 2019 PÁGINA 6 DE 6

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-13 Pozo Tubular -Coordenadas: E0380675 N8265614, 3833 m -Hora de muestreo: 14:15 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	5.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	5.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	452.61	mg/L
FQ	Elemento As*	0.059	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

: Miligramos por litro

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Elemento As

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 06/02/2019 al 13/02/2019

MB 06/02/2019 al 13/02/2019

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/02/2019




Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 0522- 2019

PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : TANIA LESLIE APAZA QUISPE

DIRECCIÓN : Jr. Lambayeque N° 1425 - Juliaca - Puno

PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.

CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación adjunto

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Urb. Niño San Salvador, Puno, San Roman, Juliaca Fecha de muestreo: 05/02/2019

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 05 muestras de 1000 mL aprox c/u. (MB: 05 muestras de 500 mL aprox c/u. FQ: 05 muestras de 500 mL aprox c/u.)

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 0192-2019

FECHA DE RECEPCIÓN : 06/02/2019

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0522- 2019 PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-03 Pozo Artesanal -Coordenadas: E0381357 N8285571, 3828 m -Hora de muestreo: 12:00 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	141.21	mg/L
FQ	Elemento As*	0.139	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét. Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-04 Pozo Artesanal -Coordenadas: E0381356 N8285414, 3830 m -Hora de muestreo: 12:20 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	92	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	92	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	223.69	mg/L
FQ	Elemento As*	0.075	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét. Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 10. 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0522-2019 PÁGINA 3 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-05 Pozo Artesanal -Coordenadas: E381118 N8285248, 3833 m -Hora de muestreo: 12:34 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	5.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	5.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	462.67	mg/L
FQ	Elemento As*	0.021	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

: Miligramos por litro

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Elemento As

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M-08 Pozo Artesanal -Coordenadas: E380976 N8285566, 3829 m -Hora de muestreo: 13:13 hrs.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	69	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	69	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	502.90	mg/L
FQ	Elemento As*	0.072	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L

: Miligramos por litro

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃)

Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Mét
Volumétrico con EDTA.

Elemento As

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method
C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Pag.3-32. 22nd
2012.

Numeración de Coliformes Termotolerantes
Fecales

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure.Pag 9
10. 22nd Ed. 2012.

Numeración de Escherichia coli (NMP)

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F
Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Usin
Fluorogenic Substrate Pag 10 a 11. 22nd Ed. 2012.

INFORME DE ENSAYOS N° 0522- 2019 PÁGINA 4 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE	UNIDADES
		M-14 Pozo Artesanal -Coordenadas: E0389871 N8267579, 3841 m -Hora de muestreo: 14:30 hrs.	
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	58.34	mg/L
FQ	Elemento As*	0.066	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

MÉTODOS UTILIZADOS :

Dureza Total (como CaCO₃) Norma Técnica Peruana 214.018 : 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
Elemento As Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000, Method C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method, Pag. 3-32, 22nd Ed. 2012.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure, Pag. 9-10, 22nd Ed. 2012.
Numeración de Escherichia coli (NMP) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate Pag. 10 a 11, 22nd Ed. 2012.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 06/02/2019 al 13/02/2019

MB 06/02/2019 al 13/02/2019

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :

16/02/2019




Bigo, Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO F. Autorización de muestreo

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - INGENIERIA AMBIENTAL

URB - Santa Adriana



N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DIRECCIÓN	TIPO DE POZO	DNI	FIRMA Y HUELLA
1	Perisaca Vilca Elizabeth	Jr. Sarsay huaman	Tub.		
2	Isabel Hilda C	Jr. Santiago Rios,	Art.		
3	Martha Mamani Zea	Jr. America N° 703	Tub.		
4	Quispe Ortiz Lizbeth	Jr. Andres Avelino Caceres	Tub.		
5	Turpo Mayta Cosme	Av. Caceres	Art.		
6	Mendoza Caceres Lucy	Av. Andres Avelino Caceres	Art.		
7	Condori Quispe Mery	Jr. Marcavalle	Art.		
8	Quispe Uda. Alono Teresa	Jr. Marcavalle, N°290	Art.		
9	Alanocca Quispe Catalina	Jr. Marcavalle	Tub.		
10	Alanocca Quispe Beatriz	Jr. Marcavalle	Tub.		
11	Mamani Mamani Hugo	Jr. Huallaga / Calle N°2	Art.		
12	Trono Vilca Dioselina	Jr. 24 de Mayo	Art.		
13			Art.		
14			Tub.		

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - INGENIERIA AMBIENTAL

Urb Niño San Salvador



N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DIRECCIÓN	TIPO DE POZO		DNI	FIRMA Y HUELLA
1	Alahacca Ramos Eptonia	Urb Copacabana 3	Tub			
2	Mamani Sacasira Rerña	Av. Tintaya Ue oi	Tub			
3	Puma Suño Juan	Urb. San Nicolás	Art.		994621663	
4	Turo Ponco Ana Luz	Urb. San Nicolás	Art.			
5	Yana calla Madolegne	Av. Modesto Borda	Art.			
6	Torres Quispe Natividad	Av. Modesto Borda	Tub		951538365	
7	Yangué Cealla Silvia	Jr. San Carlos	Tub			
8	Quispe Flores Salomon	Av. Tintaya con Jr. San Pedro	Art.		950804480	
9	García Marco Antonio	Jr. San Valentín 126	Tub		923016773	
10	Apaza Vilca Mercedes	Av. Tintaya	Tub		985333300	
11	Sucasu Maraza Juan Luis	Av. Julaca	Tub		926085299	
12	Apaza Vilca Elena	Av. Julaca 2166	Tub		957036623	
13	Ticona Coyta Gladys	Av. Perú	Tub		993512223	
14						