UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PROCEDENTE DEL POZO TUBULAR EN EL ASENTAMIENTO HUMANO ALAN SISLEY, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI, 2021"

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

HENRY DÍAZ CASTILLEJOS

PUCALLPA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 101

En la Sala de Cómputo de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, siendo las 12:45 pm del día 12 de agosto de 2019, se reunieron los miembros del Jurado Calificador con Memorando Múltiple 151-2019-UNU-FCFyA-CGT conformando por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal	Presidente
Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano	Miembro
Ing. M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón	Miembro

Para evaluar la sustentación de tesis denominada: **"CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PROCEDENTE DEL POZO TUBULAR EN EL ASENTAMIENTO HUMANO ALAN SISLEY, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI"**, presentado por el Bach. **HENRY DIAZ CASTILLEJOS**, asesorado por la **Ing. M.Sc. GLADYS ELENA ROJAS GUTIERREZ.**

Terminada la sustentación se procedió a realizar las preguntas por parte del Jurado Evaluador, siendo absueltas satisfactoriamente por el sustentante, por lo que el Jurado Evaluador **APROBÓ** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO**. En consecuencia, el sustentante se encuentra apto para obtener el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, previamente subsanando las observaciones hechas por el Jurado Evaluador.

Siendo las 13:45 pm del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando los miembros del Jurado Evaluador en señal de conformidad.

Dr. Carlos Panduro Carbajal
Presidente

Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano
Miembro

Ing.M.Sc.Tedy Tuesta Torrejón
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su **APROBACIÓN** ante el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali integrada por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal

Presidente

Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano

Miembro

Ing. M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón

Miembro

Ing M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutierrez

Asesor

Bach. Henry Díaz Castillejos

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0263-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

"CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PROCEDENTE DEL POZO TUBULAR EN EL ASENTAMIENTO HUMANO ALAN SISLEY, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI"

Cuyo autor (es)	:	**DÍAZ CASTILLEJOS HENRY**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERIA AMBIENTAL.
Asesor(a)	:	Mg. ROJAS GUTIÉRREZ GLADYS ELENA

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 09/07/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, HENRY DIAZ CASTILLEJOS
Autor de la TESIS titulada:
CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PROCEDENTE DEL POZO TUBULAR EN EL ASENTAMIENTO HUMANO ALAN SISLEY, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - UCAYALI.

Sustentada el año: 2019
Con la asesoría de: ING. M.Sc. GLADYS ELENA ROJAS GUTIERREZ
En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Carrera Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 02 / 08 / 2021

Email: hdiazcastillejos@gmail.com
Firma:

Teléfono: 917483585
DNI: 46989941

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, cuidar de mí, por haberme dado las fuerzas para superar los problemas y adversidades en mi camino sin desmayar.

A mis padres Eduardo y Teresa, porque siempre me brindaron su gran amor incondicional, consejos, experiencias y apoyo con los recursos necesarios para ser una persona de bien y poder realizarme profesionalmente, con los valores y principios morales.

A mi hijo Luis Eduardo Henry Díaz Vásquez, porque es mi mayor motivo e inspiración de lucha y perseverancia.

A mi Hermana Leticia, porque siempre me motivo a seguir con este sueño y no desistir en el intento.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre celestial por haberme permitido salud para lograr mis objetivos y metas, además de su infinita bondad y amor.

A la Universidad Nacional de Ucayali y a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por acogerme en sus aulas.

A la Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez por sus orientaciones como asesor durante la realización de la presente investigación.

A los docentes por las enseñanzas vertidas durante mi formación profesional.

A mi pareja Erika B. por sus consejos y orientaciones, y motivarme a seguir con el cumplimiento de esta meta trazada.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA……..vi
AGRADECIMIENTO..... vii
ÍNDICE DE CONTENIDO..... viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS xi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 3
1.1.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.1.1.Problema general: 5
1.1.2.Problemas específicos: 5
CAPITULO II 6
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 6
2.1.1. Ubicación.....6
2.1.2Área de Influencia 8
2.1.3.Accesibilidad 8
2.1.4.Clima 8
2.1.5.Suelos 9
2.1.6.Geología.....10
2.1.7.Litología.....10
2.1.8.Napa freática 11
2.2.EL AGUA.....12
2.3.AGUA POTABLE.....13
2.4.CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....14
2.5.AGUA SUBTERRÁNEA 16
2.5.2.Características físicas del agua subterránea.....18
2.5.3.Características físicoquímicas del agua subterránea 20
2.5.4.Indicadores de contaminación microbiana de las aguas subterráneas 24
2.6.ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO. 25
2.7.SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....25
2.8.MARCO MORMATIVO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....27
CAPITULO III 33
3.1.MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN 33
3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA.....33
3.2.1.Población.....33
3.2.2.Muestra 34

3.3.PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....34
3.3.1.Ubicación de las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano. 34
3.3.2.Selección de parámetros.....35
3.3.3.Análisis de muestras 35
1.1.3.NTP 214.006:2010 36
3.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....39
3.4.1.Materiales.....39
3.4.2.Equipos. 40
3.4.3.Herramientas.....41
3.4.4.Indumentaria de Protección.....41
CAPITULO IV 42
4.1.PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL ASENTAMIENTO HUMANO “ALAN SISLEY”.....42
4.1.1.Parámetros físicos procedentes del sistema de abastecimiento de agua - AA. HH. Alan Sisley. 42
4.1.2.Parámetros químicos procedentes del Sistema de Abastecimiento de agua del AA. HH. Alan Sisley. 45
4.1.3.Parámetros microbiológicos del Sistema de Abastecimiento de agua - AA.HH. Alan Sisley.....46
4.1.4.Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua del asentamiento humano alan sisley relacionados con la calidad del agua para consumo humano.....47
4.2.DISCUSIÓN 53
4.2.1 Parámetros Físicos 54
4.2.2.Parámetros Químicos.....56
4.2.3.Parámetros Microbiológicos 58
CAPITULO V.....59
5.1.CONCLUSIONES.....59
5.2.RECOMENDACIONES 60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....61
ANEXOS 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo 9

Tabla 2. Datos meteorológicos de Pucallpa, promedio de últimos 10 años……...10

Tabla 3. Distribución de agua en la tierra 14

Tabla 4. Enfermedades de origen hídrico 29

Tabla 5. Valores permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos....32

Tabla 6. Valores permisibles de parámetros organolépticos, físicos y químicos ..33

Tabla 7. Valores permisibles de parámetros químicos inorgánicos 33

Tabla 8. Duración del tiempo de muestreo 40

Tabla 9. Frecuencia según estaciones de muestreo.....43

Tabla 10. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua del AA.HH. “Alan Sisley”.....47

Tabla 11. Parámetros químicos de las estaciones de muestreo.....49

Tabla 12. Parámetros microbiológicos de las estaciones de muestreo 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio.....8

Figura 2. Ubicación de estaciones de monitoreo.....8

Figura 3. Perfiles litológicos de pozos de Pucallpa y Yarinacocha.....12

Figura 4. Conductividad eléctrica según estaciones de monitoreo.....52

Figura 5. Sólidos Disueltos Totales según estaciones de monitoreo 53

Figura 6. Turbiedad según estaciones monitoreo 53

Figura 7. pH según estaciones de monitoreo 54

Figura 8. Temperatura según estaciones de monitoreo 54

Figura 9. Cloro residual libre según estaciones de monitoreo 55

Figura 10. Cianuro, cloruro, fluoruro, nitrato, nitrito y sulfatos a la salida del reservorio 55

Figura 11. Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro y Cadmio a la salida del reservorio. 56

Figura 12. Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno a la salida del reservorio 56

Figura 13. Níquel, plomo, selenio, sodio, uranio y zinc a la salida del reservorio 57

Figura 14. Coliformes totales según estaciones de monitoreo 58

Figura 15. Coliformes termo tolerantes según estaciones de monitoreo.....58

Figura 16. Solicitud de análisis de agua de consumo humano.....73

Figura 17. Vista panorámica del sistema de abastecimiento de agua del pozo tubular del Asentamiento Humano Alan Sisley.....74

Figura 18. Toma de muestra de agua en el grifo del lavatorio de la vivienda 74

Figura 19. Toma de muestra de agua en el grifo de la cocina de la vivienda 74

Figura 20. Muestra de agua a la salida del reservorio.....75

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar los parámetros físicos (conductividad, sólidos disueltos totales, turbiedad, temperatura, pH y cloro residual libre), parámetros químicos (cianuro total, cloruro, fluoruro, nitrato, nitrito, sulfato, aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio y molibdeno) y parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termo tolerantes) del sistema de abastecimiento de agua para consumo del pozo tubular ubicado en el AA.HH. Alan Sisley.

La metodología empleada para los procedimientos de toma de muestras, prevención, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, fue la establecida por el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2010-SA (MINSA, 2011).

Según los resultados, el valor de cloro residual libre encontrado, supera el límite máximo permisible establecido; asimismo, los valores de coliformes totales y coliformes termo tolerantes superan el límite máximo permisible establecido; mientras que los valores de parámetros físicos encontrados, no superan los límites máximos permisibles establecidos.

El estudio concluye que, el agua suministrada por el sistema de abastecimiento para consumo humano del pozo tubular del Asentamiento Humano Alan Sisley, no cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua, y por tanto; no es apta para consumo humano, indicando que existe riesgo de enfermedades en las personas que las consumen.

Palabras clave: Calidad del agua, sistema de abastecimiento de agua, gestión de la calidad del agua.

ABSTRACT

The research work aimed to determine the physical parameters (conductivity, total dissolved solids, turbidity, temperature, pH and free residual chlorine), chemical parameters (total cyanide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, sulfate, aluminum, antimony, arsenic , barium, boron, cadmium, copper, chromium, iron, manganese, mercury and molybdenum) and microbiological parameters (total coliforms and thermo-tolerant coliforms) of the water supply system for consumption of the tubular well located in the AA.HH. Alan Sisley.

The methodology used for the procedures for taking samples, prevention, conservation, transport, storage and reception of water for human consumption, was established by the Regulation of the quality of water for human consumption, approved by Supreme Decree No. 031-2010 -SA (MINSA, 2011).

According to the results, the value of free residual chlorine found exceeds the maximum permissible limit established; likewise, the values of total coliforms and thermo-tolerant coliforms exceed the maximum permissible limit established; while the physical parameter values found do not exceed the established maximum permissible limits.

The study concludes that the water supplied by the supply system for human consumption from the tubular well of the Alan Sisley Human Settlement does not meet the requirements established in the Water Quality Regulations, and therefore; It is not suitable for human consumption, indicating that there is a risk of diseases in the people who consume them.

Keywords: Water quality, water supply system, water quality management.

INTRODUCCIÓN

La lucha y competencia por el acceso y disposición de los satisfactores básicos como el agua es más que evidente, al grado de hablarse de una crisis alimentaria mundial. El agua para consumo humano (potable) se ha convertido en un indicador importante para determinar el nivel de bienestar social y explicar su comportamiento contemporáneo en los diferentes entornos territoriales (Iglesias, 2016).

Hacia el año 2006, se estimaba que había en el mundo 1 100 millones de personas que no tenían acceso al agua potable, y a finales de 2014 esta carestía creció a una tasa de 703.18%, equivalente a 8 835 millones de seres humanos sin dicho satisfactor (Iglesias, 2016).

En medios urbanos de américa latina, el problema es más latente, y se explica por la acelerada tasa de crecimiento demográfico, la transición productiva-sectorial, la modificación de los patrones de consumo, la alteración de los ciclos climáticos, la ubicación de las viviendas, las condiciones físico-geográficas del lugar, la traza territorial, la distribución del espacio, las condiciones de la infraestructura sanitaria, los costos de extracción y distribución, entre otros, que provocan que el acceso a dicho recurso sea cada vez más complejo (FEA, et al., 2006; INEGI, 2010).

Los recursos hídricos subterráneos han sido considerados una fuente importante para el suministro por su carácter económico y seguro, que brinda posibilidades de abastecimiento a la población y a diversas actividades de tipo agrícola,

industrial, etc., pero en efecto, ha sido abandonado a su suerte. Existe un deterioro generalizado del recurso, en especial en zonas indispensables para su producción. Este deterioro puede atribuirse a la intervención del hombre, en el desarrollo de actividades económicas, el mal uso de la tierra y la carencia de estrategias que permitan un uso y manejo eficiente del agua, particularmente las subterráneas, las cuales han sufrido impactos, muchas veces difíciles de detectar y mitigar.

En tal sentido, el objetivo del trabajo de investigación fue determinar los valores de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano Alan Sisley de Pucallpa.

La estructura del trabajo de investigación, empieza con el planteamiento del problema (Capítulo I), en donde se describe la situación actual del problema. El Capítulo II, corresponde al marco teórico, en la cual se incluye el desarrollo conceptual y las diferentes teorías y enfoques que dan pie a la investigación. El capítulo III, comprende la metodología, explicando cómo se ha desarrollado y qué técnicas se han empleado en la investigación. El capítulo IV, muestra los resultados y discusión, confrontando trabajos similares o relacionados. Finalmente, el capítulo V, presenta las principales conclusiones y recomendaciones a la cual, el trabajo de investigación, ha llegado.

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debemos reconocer el alto grado de desigualdad en la disponibilidad de un recurso tan preciado como el agua. Otra cuestión que dificulta el abastecimiento del agua es el crecimiento demográfico, en tanto el aumento del número de habitantes provoca una mayor demanda. Cuando se habla de abastecimiento adecuado de agua se hace referencia a la cantidad de líquido disponible y a su calidad. Por eso, es importante la implementación de programas de provisión de agua potable, que implican su obtención, su purificación y ponerla al alcance de los usuarios.

En general, los núcleos urbanos (Asentamientos Humanos, por ejemplo) se formaron inicialmente asociados a las posibilidades de obtener agua. Una posibilidad ampliamente difundida es la utilización de pozos artesanales. Pero, con el crecimiento de las ciudades, la provisión de agua potable se tornó problemática. Las fuentes tradicionales de aprovisionamiento se tornaron inadecuadas tanto en cantidad como en calidad. Los ríos se contaminan y los acuíferos subterráneos se agotan o se contaminan también. El abastecimiento de agua se torna más difícil y costoso. La explotación de acuíferos subterráneos se encarece por la necesidad de acceder a napas más profundas; se debe recurrir a ríos más lejanos, lo cual también implica el inconveniente de competir por el recurso, sea con otras poblaciones o por otros usos. Otra cuestión relacionada con la problemática del agua en los centros urbanos es la eliminación de residuos y efluentes (Conejeros, et al, 2012).

En ciudades de países desarrollados y algunos países no desarrollados, como Buenos Aires, se dispone de un sistema de alcantarillado que permite la recolección de efluentes domésticos e industriales, aunque

esto no siempre alcanza para evitar la disposición de efluentes a cielo abierto. Una gran cantidad de ciudades, en cambio, no disponen de infraestructura y los efluentes son directamente arrojados al suelo. La existencia de infraestructura para el suministro de agua influye directamente en los niveles de consumo, ya que los hogares que no están conectados a sistemas de conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, suelen consumir mucho menos que aquellos que si lo están. En resumen, tanto en países pobres como ricos, el crecimiento urbano genera cambios importantes en el ciclo natural del agua (Conejeros, et al, 2012).

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, seguro y accesible). La mejora del acceso al agua de consumo humano puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Se debe hacer el máximo esfuerzo para lograr que el agua de consumo humano sea tan segura como sea posible. El agua de consumo humano segura, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de toda una vida, teniendo en cuenta las vulnerabilidades diferentes que se pueden presentar en distintas etapas de la vida (https://www.who.int/water_sanitation_health/publications).

Los que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños pequeños, las personas debilitadas y los adultos mayores, especialmente si viven en condiciones antihigiénicas. Generalmente, los que están en situación de riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua pueden necesitar tomar medidas adicionales para protegerse contra la exposición a agentes patógenos en el agua, tales como hervir el agua que van a beber. El agua de consumo humano se requiere para todos los usos domésticos habituales, incluida el agua para beber, para la preparación de alimentos y para la higiene personal (https://www.who.int/water_sanitation_health/publications).

Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo humano representan una carga importante en la salud humana. Las intervenciones para mejorar la calidad del agua de consumo humano

proporcionan beneficios significativos para la salud. Los problemas más comunes que se han observa en el comité de agua, es que a través de las matrices que utilizan tubería PVC son rupturas, fallos en las uniones, como consecuencia de ello, el agua a veces llega con contaminantes (tierra) a los usuarios. Otro problema es la falta de abastecimiento relacionado con la situación geográfica de cada junta y épocas de estiaje, este último llevando a un manejo inadecuado del agua por parte de los usuarios y consecuentemente a la contaminación del agua.

Los resultados de la presente investigación, contribuirán a que los responsables de la administración del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, implementen medidas preventivas para mejorar la calidad e inocuidad del agua, puesto que existe el riesgo de contraer enfermedades de origen alimentario y recurrir a entidades públicas y privadas para mejorar la calidad del agua para consumo humano.

1.1.1. Problema general:

- ¿El sistema de abastecimiento de agua, a través de pozo tubular, del Asentamiento Humano Alan Sisley es apta para consumo humano?

1.1.2. Problemas específicos:

- ¿Qué valores tienen los parámetros físicos y químicos del sistema de abastecimiento de agua del Asentamiento humano Alan Sisley?

- ¿Qué valores tienen los parámetros microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua del Asentamiento Humano Alan Sisley?

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación

El estudio de investigación se realizó en el Asentamiento Humano Alan Sisley, el mismo que es abastecido por un sistema de agua de Tipo Pozo Tubular, que distribuye agua a todo el Asentamiento Humano. Se encuentra ubicado en el Km 6.800 de la Carretera Federico Basadre, margen derecha, del Distrito de Yarinacocha, en la provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali a 154 m.s.n.m.

Colindancias del AA.HH. Alan Sisley.

Por el Norte **:** Con el Asentamiento Humano Víctor Maldonado.

Por el Sur **:** Con la Carretera Federico Basadre y Terrenos de terceros.

Por el Este **:** Con el Asentamiento Humano Alipio Ponce y la Urbanización Alfonzo Ugarte.

Por el Oeste **:** Con el Asentamiento Humano Asociación la Palma.



Figura 1. Localización de la Zona de Estudio.

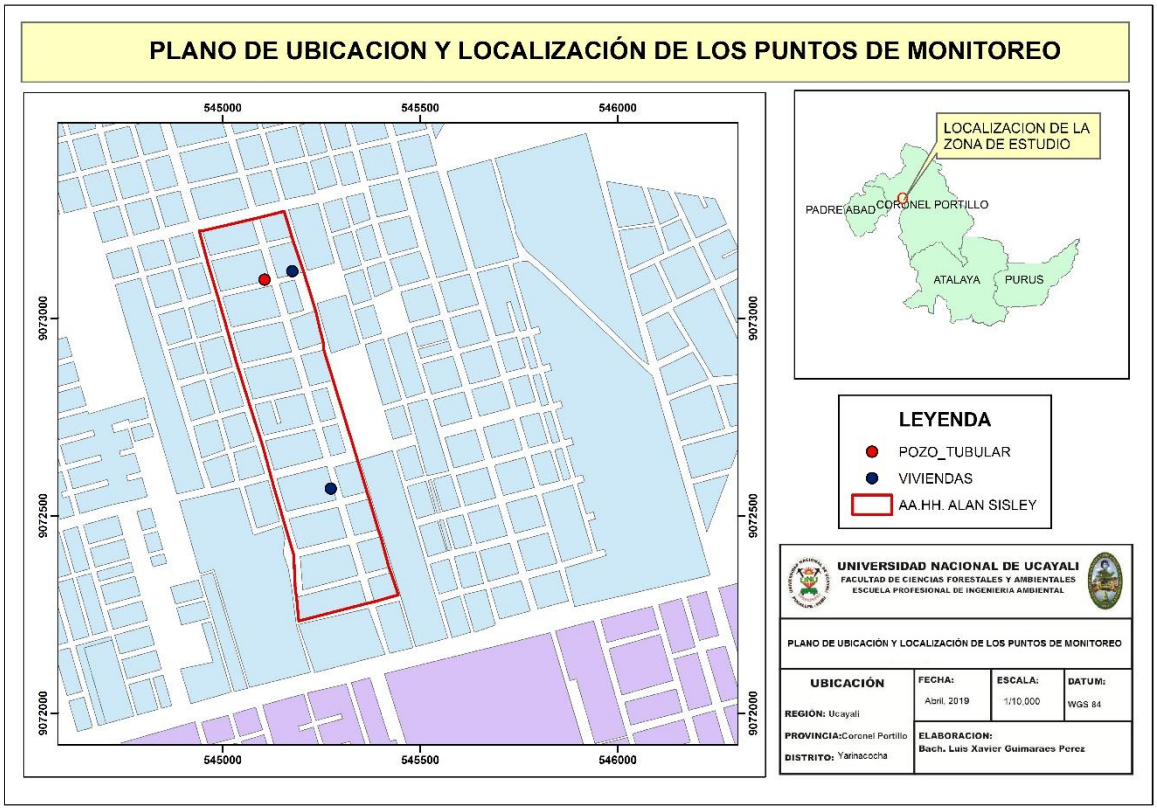


Figura 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo.

Las coordenadas UTM de los pozos de muestreo son:

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo

ID	Coordenadas UTM		
	Este	**Norte**	**Altura**
Pozo tubular	547338.118	9071958.887	148
Vivienda 01	547231.940	9072600.133	148
Vivienda 02	547335.909	9072445.583	148

2.1.2. Área de Influencia

Se denomina área de influencia del estudio, al área ocupada por el Asentamiento Humano Alan Sisley, que incluye a 50 familias según el padrón de usuarios del agua.

2.1.3. Accesibilidad

El Asentamiento Humano Alan Sisley, se ubica en carretera Federico Basadre (km 6.800), y al llegar se ingresa 1 km aproximadamente hacia el pozo tubular.

2.1.4. Clima

El clima es del tipo cálido-húmedo, con ligeras variaciones que conforman las llamadas época seca y lluviosa. El clima es tropical, con temperatura cálida todo el año, clasificada como clima ecuatorial según el sistema de Köppen.

La temperatura media es de 27.1 ºC. con valores máximos en el mes de setiembre que llegan a los 33.20 ºC; los valores mínimos ocurren en el mes de julio donde llega hasta los 20.60º C. La precipitación promedio anual promedio es de 1,768.80 mm. (Consorcio Inmaculada, 2015).

Tabla 2. Datos meteorológicos de Pucallpa, promedio de últimos 10 años (2003-2013)

Meses	Temperatura				PP	Horas	Nubes	Vientos	
	Máx.	**Mín.**	**Med.**	**Oscil.**	**Mn**	**Sol**	**Octavos**	**Vel. M/s**	**Direc.**
ENERO	32.20	22.90	27.60	9.30	175.80	121.20	157.80	1.80	N
FEBRERO	31.40	22.70	27.10	8.70	214.80	104.70	181.40	1.70	NW
MARZO	31.40	22.80	27.10	8.60	215.10	113.90	188.90	1.40	NW
ABRIL	31.90	22.70	27.30	9.20	205.00	144.60	170.40	1.50	NE
MAYO	31.40	21.60	26.50	9.80	134.50	160.10	146.10	1.50	SE
JUNIO	31.40	21.10	26.30	10.30	92.90	164.00	137.20	1.40	SE
JULIO	31.60	20.60	26.10	11.00	53.10	200.30	123.60	1.60	SE
AGOSTO	32.80	21.00	26.90	11.80	64.50	224.70	153.80	1.40	SE
SETIEMBRE	33.20	21.50	27.40	11.70	115.10	180.70	139.60	1.60	NE
OCTUBRE	33.10	22.60	27.90	10.50	159.10	159.30	163.20	2.20	NW
NOVIEMBRE	32.90	22.80	27.90	10.10	144.80	163.20	170.80	1.70	N
DICIEMBRE	32.30	22.90	27.60	9.40	194.10	129.40	153.90	1.70	N
PROMEDIO	**32.1**	**22.1**	**27.1**	**10**		**155.50**	**157.2**	**1.6**	
TOTAL					**1,768.80**	**2,021.60**			

Fuente: Estación Meteorológica de la UNU, Pucallpa, agosto 2013

2.1.5. Suelos

El tipo de suelo que se encuentra en el área de estudio es el Ultisol. En cuanto a color de suelo y contenido de nutrientes, COTESU y DGFF (sf) mencionan que los suelos de Pucallpa son pardos rojizos, ácidos, con elevado contenido de Aluminio cambiable y bajo contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y materia orgánica. Ellos son descritos en términos de taxonomía (US soil taxonomy) como suelos Ultisols, cuya principal característica es una baja fertilidad. Los ríos arrastran una enorme cantidad de sedimentos, que al ser depositados en la época de crecida, fertilizan los suelos con limo, constituyéndose así, en áreas útiles para la agricultura, cuya fertilización periódica natural permite una explotación continua (INP, citado por IIAP et al. 1999).

2.1.6. Geología

El área está conformada por depósitos cuaternarios representados por llanuras aluviales que dificultan la libre exposición de las secuencias litológicas subyacentes, la coloración es variable y está relacionada con los sedimentos subyacentes de donde provienen, los colores pueden variar entre marrón oscuro a marrón rojizo amarillento. Asimismo, la litología varia muy ligeramente, pero por lo general son de composición areno arcilloso a limosos y arcillosos. (GOREU, 2007).

2.1.7. Litología

Litológicamente, el área de estudio, está representado por una sucesión monótona de rocas sedimentarias del terciario superior que pertenece a la formación Ipururo llamado también Capas Rojas, las cuales se encuentran poco consolidadas y que están constituidos por lutitas grises y rojizas. En niveles inferiores hay capas de arenisca con cantos de areniscas cuarzosas y capas aisladas capas de conglomerados de buena permeabilidad. Estos depósitos terciarios se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios inconsolidados, constituidos por arenas, limos y arcillas que conforman las terrazas aluviales que se observan en las riberas de los brazos (ó caños) del río Ucayali, Manantay, Yumantay, en el sector del Barrio Iquitos y en la zona de captación de agua para Pucallpa.

La configuración del relieve y modelado actual se caracteriza por presentarse una topografía relativamente homogénea, plana o ligeramente ondulada representado por las terrazas aluviales cuaternarias antes mencionadas.

El análisis fisiográfico ha determinado las geoformas, las que son el resultado de la interacción de factores tectónico, orogénicos, litológicos, así como también factores erosivos y climáticos (INGEMMET, 2008).

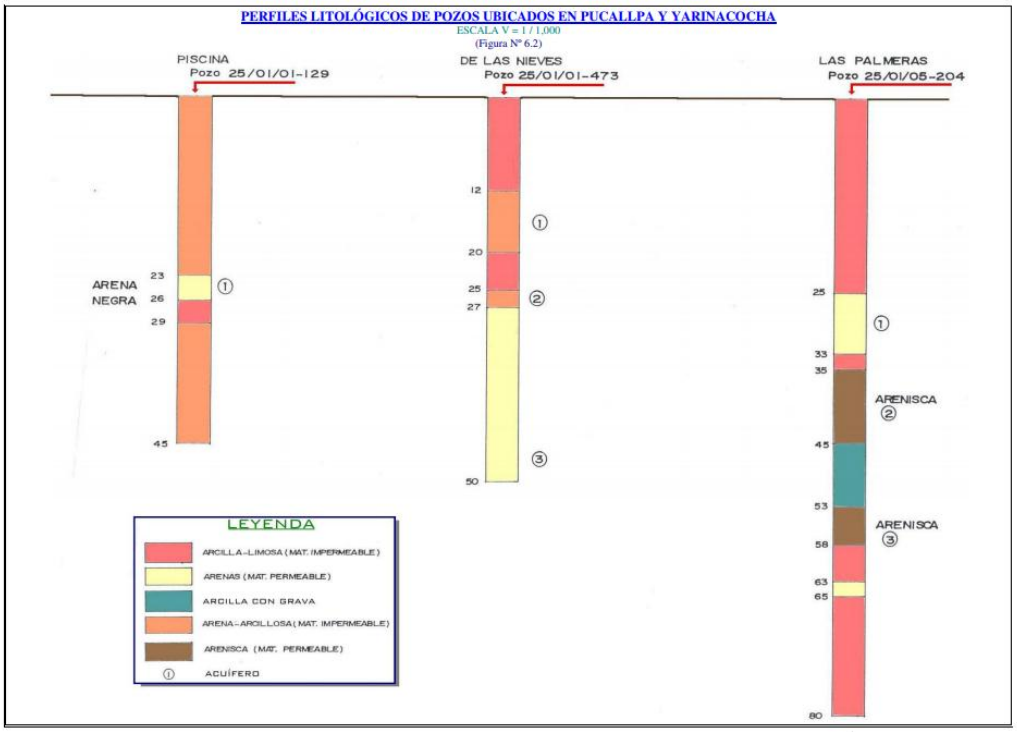


Figura 3. Perfiles litológicos de pozos de Pucallpa y Yarinacocha
Fuente: MINAGRI (1998). Inventario y Evaluación de las Fuentes de Agua Subterránea de la ciudad de Pucallpa y Yarinacocha

2.1.8. Napa freática

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico del Perú, Ucayali es una de las regiones con más sobreabundancia de agua subterránea y se caracteriza por poseer unos acuíferos continuos de extensión regional, conformados por depósitos sueltos del cuaternario reciente y de los terciarios superiores no consolidados de ambiente fluvial. Su capacidad específica promedio es muy alta y con más de 5 l/s/m. La profundidad de la napa freática a nivel de valle de Pucallpa varía entre 2 y 18 m. Según los parámetros hidráulicos obtenidos mediante la ejecución de una (01) prueba de bombeo, el acuífero es libre y superficial y presenta condiciones hidráulicas aceptables y buenas.

La conductividad eléctrica en el área de Pucallpa fluctúa de 0,015 a 0,97 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja mineralización.

De acuerdo a los resultados de los análisis bacteriológicos, en la mayoría de sectores del valle de Pucallpa, las aguas subterráneas no son aptas para consumo humano, requieren ser tratadas antes de consumirse. Se inventarió un total de 3 388 pozos. La explotación de la napa freática mediante las fuentes de agua subterránea (pozos) es de 3 731 792,26 m3 (3,73 MMC). La mayor extracción se produce mediante los pozos tubulares utilizados para uso doméstico (3 145 209,81 m3) seguido por los de uso industrial (566 258,20 m3). El nivel freático de los pozos evaluados se encuentra entre 1,45 a 6,5 metros, medido desde el nivel de la superficie del suelo. Asimismo, la profundidad total del pozo varía entre 4,20 a 7,5 metros, mientras que la columna de agua varía entre 0 a 3,54 metros, lo que implica que estos pozos tienen una reducida profundidad a tal punto que las columnas de aguas son pequeñas, razón por la cual se secan inmediatamente iniciadas las extracciones (MINAM, 2013).

2.2. EL AGUA

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71 %) de la superficie del planeta Tierra. Además, es una sustancia bastante común en el Sistema Solar y el universo, aunque en forma de vapor (su forma gaseosa) o de hielo (su forma sólida). En nuestro planeta, el agua se encuentra contenida principalmente en los mares y océanos (96,5 %)**,** en los glaciares y casquetes polares (1,74 %) y en depósitos acuíferos y permafrost (1,72 %). El resto del agua del planeta (0,04 %) queda repartido entre lagos, humedad de los suelos, vapor atmosférico, embalses, ríos y en el cuerpo mismo de los seres vivos. Las propiedades físicas y químicas del agua

son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas (https://www.iagua.es).

Tabla 3. Distribución del agua en la Tierra

Origen del agua	Volumen del agua kilómetros cúbicos	Porciento de agua total
Océanos	1,321,000,000	97.24%
Capas de hielo, Glaciares	29,200,000	2.14%
Agua subterránea	8,340,000	0.61%
Lagos de agua dulce	125,000	0.009%
Mares tierra adentro	104,000	0.008%
Humedad de la tierra	66,700	0.005%
Atmósfera	12,900	0.001%
Ríos	1,250	0.0001%
Volumen total de agua	1,360,000,000	100%

Fuente: Nace, Encuesta Geológica de los Estados Unidos, 1967.
El Ciclo Hidrológico (Panfleto), U.S. Geological Survey, 1984.

2.3. AGUA POTABLE.

Agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar; el agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable. Por acceso de la población al agua potable salubre se entiende el porcentaje de personas que utilizan las mejores fuentes de agua potable, a saber: conexión domiciliaria; fuente pública; pozo de sondeo; pozo excavado protegido; aguas pluviales (https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/).

2.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

La contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) alterando la calidad del agua. Las sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un curso de agua, al ser excedidos causan o pueden causar daños a la salud, y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente (MINAM, 2016).

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico del Perú, Ucayali es una de las regiones con más sobreabundancia de agua subterránea y se caracteriza por poseer unos acuíferos continuos de extensión regional, conformados por depósitos sueltos del cuaternario reciente y de los terciarios superiores no consolidados de ambiente fluvial. Su capacidad específica promedio es muy alta y con más de 5 l/s/m (MINAM, 2013).

El deterioro de calidad del agua subterránea que implica el hecho de la contaminación puede ser provocado. directa o indirectamente. por las actividades humanas. por procesos naturales o. lo que es más frecuente. por la acción combinada de ambos factores. En los epígrafes siguientes se tratará fundamentalmente de la Contaminación provocada por las actividades humanas. Las causas fundamentales de contaminación del agua subterránea pueden agruparse convencionalmente en cuatro grupos, en relación con el tipo de actividad humana que las produce: Contaminación urbana y doméstica, Contaminación agrícola, Contaminación industrial y Contaminación inducida por bombeo.

Se entiende por contaminación del agua, en general, la alteración de la calidad natural de la misma. debida a la acción humana, que la hace total o parcialmente inutilizable para la aplicación útil a la que se destinaba. La calidad natural del agua constituye el nivel de partida. Es evidente, sin embargo, que hay aguas de calidad natural no adecuada para ciertos usos: el agua del mar no sirve para beber y, no obstante, el

hecho de contener gran cantidad de sales disueltas no es motivo para considerarla contaminada. Un agua cargada de nitratos es excelente para riego, pero podría ser inaceptable para bebida. El límite o intensidad máxima de alteración de la calidad natural está marcado por las "normas de calidad" que definen la idoneidad de un agua para el uso a que se vaya a destinar. Es casi superfluo recordar que el agua subterránea captada en manantiales. pozos o sondeos tiene prácticamente sólo tres aplicaciones útiles: el abastecimiento urbano. el agrícola y el industrial. La primera de estas aplicaciones es, con mucho, la que. de verse afectada por la contaminación. puede comportar consecuencias más graves. En principio. los agentes contaminantes involucrados en la contaminación del agua subterránea no son distintos de los que ocasionan la del agua superficial, a saber: sales, nitratos, materia orgánica (biodegradable o no), compuestos tóxicos orgánicos o inorgánicos, metales pesados, microorganismos patógenos, elementos radioactivos, etc. Aunque el tipo de contaminante determina en cierta medida el tipo de características de la contaminación. las condiciones del flujo subterráneo. especialmente en los medios porosos. confieren a la contaminación de las aguas subterráneas ciertos rasgos que la diferencian de la de las aguas superficiales. Resumiendo, en tres conceptos fundamentales el problema de la contaminación de las aguas subterráneas y de su protección, éstos podrían ser los siguientes:

a) Las aguas subterráneas, se encuentran mejor protegidas frente a la contaminación que las aguas superficiales. Sin embargo, esta protección puede verse enormemente disminuida si, por ejemplo, se inyectan directamente productos contaminantes por debajo de la superficie saturada del acuífero.

b) Como contrapartida a este hecho favorable se produce el hecho de que, una vez incorporado el contaminante al flujo subterráneo, resulta muy difícil y costoso tanto el detectar su presencia como conocer su desplazamiento y evolución o detenerlo antes de su llegada a pozos y sondeos de explotación. Además, en muchos casos es prácticamente

imposible eliminarlo o extraerlo de la formación permeable en la que puede permanecer contaminando el agua durante largos períodos de tiempo. La contaminación del agua subterránea es, en muchos casos, un proceso muy difícilmente reversible debido a la dificultad de regeneración del acuífero aún cuando ésta sea económicamente viable.

c) Como consecuencia de los dos puntos precedentes hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas que puede causar la presencia de elementos nocivos en el agua subterránea es impedir la entrada de dichos elementos en el acuífero. Es decir, en este caso, como en tantos otros, es mucho mejor prevenir que curar. Y el método preventivo más eficaz es una adecuada ordenación del territorio que, en el caso concreto de las aguas subterráneas. se traduciría en la realización de una serie de estudios geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, de fuentes de contaminación, antes y durante el proceso de desarrollo agrícola. Industrial y urbano de una región, para poder recomendar los puntos o áreas más adecuados y menos peligrosos para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

2.5. AGUA SUBTERRÁNEA

Según la Sociedad Geográfica de Lima (2011), indica que la precipitación que cae en tierra es el origen de prácticamente toda el agua dulce. Parte de esta precipitación, después de mojar las hojas y el suelo, corre por la superficie terrestre a los cursos de agua constituyendo el escurrimiento superficial y otra se infiltra en el suelo. Mucha de esta última es retenida en la zona de las raíces de las plantas y parte de ella vuelve a la atmósfera por la evapotranspiración. El excedente percola de la zona de raíces hacia abajo por la fuerza de gravedad y continúa su descenso hasta ingresar a un reservorio de agua subterránea. El agua subterránea fluye a través de los materiales porosos saturados del subsuelo hacia niveles más bajos que los de infiltración y puede volver a surgir naturalmente como manantiales y caudal de base de los ríos. La mayoría

de estos devuelve el agua a los mares o la lleva a cuencas cerradas donde se evapora. De esta manera, el agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en cada momento en los continentes. Éstas están almacenadas en acuíferos, ubicados a diferentes niveles de profundidad, hasta sistemas confinados que están a varios kilómetros por debajo de la superficie. Se pueden encontrar aguas subterráneas en casi cualquier parte, trátese de zonas húmedas, áridas o semiáridas. El agua del subsuelo es un recurso importante, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.
Los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema hidrológico (Guevara y Cartaya, 1991).

Agua subterránea

Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales.

Acuífero

Un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua. El agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Se han realizado estudios que permiten calcular que aproximadamente el 30 por ciento del caudal de superficie proviene de fuentes de agua subterránea.

Pozo

Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el

petróleo. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe.

Explotación de aguas subterráneas

El volumen mundial de las aguas subterráneas representa el 96% del agua dulce líquida del planeta. Las aguas subterráneas (AS) proporcionan útiles funciones y servicios a los seres humanos y al medio ambiente. El 60% del agua extraída se utiliza para la agricultura en zonas de clima árido y semiárido, entre 25-40% del agua potable del mundo proviene de las AS, el 50% de las megaciudades y cientos de otras ciudades importantes depender de manera significativa el uso de las AS. Las aguas subterráneas son, a escala global, la fuente más importante de agua dulce para la sociedad, el AS es un recurso estratégico que puede conseguir "el alivio de la pobreza" y "la seguridad alimentaria", en especial en zonas áridas y semiáridas. Para el proceso de la explotación de las AS, se debe tener en consideración los aspectos siguientes: Certeza de la existencia de un acuífero, Parámetros hidráulicos del acuífero a explotar y Dimensiones del pozo (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

2.5.2. Características físicas del agua subterránea

La propiedad de los acuíferos de contener agua, está gobernada por varios factores: Porosidad, Permeabilidad, Transmisibilidad Especifica y Coeficiente de Almacenamiento.

Porosidad. Como las rocas no son completamente sólidas (poseen grietas o espacios intergranulares), y al conjunto de estas aberturas o intersticios se le llama porosidad. La porosidad no define la existencia del acuífero, sino que además se requiere de estos estén interconectados; característica que se ve afectada por los factores siguientes: Grado de comparación del material, forma y arreglo de las partículas y su gradación, las cuales son independientes del

tamaño de las mismas. El valor de “n”, varía de 0 a 50%, dependiendo de los factores mencionados.

Permeabilidad (K). Es la propiedad de las rocas de permitir o no el flujo del agua; es decir, un estrato geológico siendo poroso puede contener agua, pero si los espacios vacíos no se interconectan, el agua no circula. Esta libertad de movimiento depende de: Tamaño y forma de las partículas, gradación del material y viscosidad del agua. El coeficiente de permeabilidad de un material, se define como el volumen de agua que asa por unidad de tiempo, a través de una sección de acuífero de área unitaria (1 m2), cuando el gradiente hidráulico es unitario y la temperatura este en promedio de 15°C. La Permeabilidad tiene dimensiones de velocidad m/día ó m3 /día/m2 (Arocha, 1980).

Transmisibilidad o Transmisividad. Es una medida de la capacidad de un acuífero para conducir agua o transmitir agua, definiéndose como el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario, extendida en todo el espesor saturado, cuando el gradiente hidráulico es unitario y a una temperatura de 15°C (Arocha 1980).

Coeficiente de Almacenamiento. Se refiere al volumen que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico (o la presión) (Figura 11). Se define como el volumen de agua que puede ser liberado por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura la del espesor saturado, si se produce un descenso unidad del nivel piezométrico. En acuíferos confinados los valores típicos se encuentran entre 0.00005 y 0.005, mucho menores que la porosidad eficaz de un acuífero libre (ver abajo). Esto se debe a que en un acuífero confinado el agua no es liberada por el drenaje de los intersticios sino por la compresión del acuífero, en particular de las capas de arcillas y limos intercaladas,

(por eso también denominado coeficiente de almacenamiento elástico), y todo el material acuífero permanece saturado.

2.5.3. Características físicoquímicas del agua subterránea

El agua subterránea natural, como consecuencia de su composición química y de acciones naturales externas, presenta una serie de propiedades o características fisicoquímicas: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica, dureza, etc.

Turbiedad.

Es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, es decir, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbiedad en un agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían de tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc. (Romero, 1996).

Color

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficacia del proceso usado para su remoción; cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es el objetivo esencial del tratamiento. (Romero, 1996).

Olor y sabor.

Los olores y sabores en el agua frecuentemente ocurren juntos, muchas pueden ser las causas, entre las más comunes se encuentran: materia orgánica en descomposición (Quintero y Herrera, 2009).

Temperatura.

La temperatura del agua subterránea, en un punto y momento determinado, representa un estado de equilibrio entre los "aportes" y las "extracciones" caloríficas en ese punto. A efectos prácticos, puede considerarse que en los acuíferos existe una "zona neutra". de temperatura constante. por encima de la cual la influencia térmica más significativa es la de las variaciones diarias o estacionales de la temperatura ambiente. Por debajo de esta zona el factor preponderante es el "gradiente geotérmico" o variación de la temperatura con la profundidad que. en áreas continentales, se considera normal cuando es de 3"C/100 m. La distribución espacial de temperaturas en un acuífero depende de la conductividad térmica e hidráulica del medio, de la relación longitud/profundidad de la cuenca. configuración del nivel freático. distribución de la temperatura ambiente respecto a las zonas de recarga y descarga. etc. En cualquier caso, la temperatura de las aguas subterráneas es muy poco variable. Sin embargo, éste es un parámetro importante en lo que se refiere al control del quimismo de las aguas. en particular cuando entre áreas diferentes del acuífero existen notables diferencias de temperatura que pueden influir en la solubilidad de determinadas substancias, por ejemplo: carbonato de calcio (https://aguas.igme.es)**.**

Conductividad.

Como consecuencia de su contenido iónico, el agua se hace conductora de la electricidad. A medida que la concentración iónica aumenta, aumenta también hasta cierto límite la conductividad (C) o capacidad de un agua para conducir la corriente eléctrica. La unidad de medida de conductividad es elpS/cm (microsiemens/cm) o/rmho/cm (micromho/cm). ambas equivalentes. La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad. Para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en 1°C se traduce en un aumento de alrededor del 2% en la conductividad. Se denomina "residuo seco" (RS) a las substancias que permanecen después de la evaporación de un volumen determinado de agua, generalmente un litro, una vez eliminadas las que hubieran estado en suspensión. El total de sólidos disueltos (TSD) mide el peso de todas las substancias disueltas en el agua. sean o no volátiles. Aunque residuo seco y total de sólidos disueltos suelen tomarse como sinónimos. no son exactamente equivalentes debido a los procesos de deshidratación. pérdida de CO. etc. que se producen al calentar el agua, hasta 1 10°C por lo general. para determinar el residuo seco (https://aguas.igme.es**)**

pH.

El pH aumenta con el aumento de temperatura hasta en un 8% por lo que debe referirse a la temperatura de medida in situ. Por regla general el pH de las aguas naturales se mantiene entre 6.5 y 8, aunque excepcionalmente puede variar entre 3 y 11 El pH juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos de las aguas subterráneas naturales (equilibrio carbonatado. procesos redox. etc.). Es fácilmente alterable por lo que su determinación debe hacerse en el momento de la toma de muestra.

Alcalinidad. La alcalinidad de un agua determina su capacidad para neutralizar ácidos. Esta capacidad debe definirse. pues. para ciertos rangos de pH. Así la alcalinidad TAC mide la capacidad de neutralización hasta pH = 4.5 y la alcalinidad TA hasta pH = 8.3. En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones. otros ácidos débiles como el silícico. fosfórico. bórico y ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad. El valor de TAC está comprendido por lo común entre 1 O0 y 300 mg/l. de CaCO3 mientras el de TA suele oscilar entre O y 10 mg/l. de CaCO3.

Dureza. La dureza de un agua mide la capacidad de ésta para consumir jabón o producir incrustaciones. La dureza de las aguas subterráneas naturales varía generalmente entre 10 y 300 mg/l de CaCO3, pudiendo llegar a 2000 o más. Las aguas duras son. por lo general, incrustantes en tanto que las blandas suelen ser agresivas.

Demanda bioquímica de oxígeno.

La demanda química de oxígeno mide la capacidad de un agua para consumir oxidantes en procesos químicos (materia orgánica oxidable. Fe++, Mn+, NH4, etc.). En aguas naturales el valor usual de DQO varía desde 1 a 15 mg/l. La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno precisa para eliminar, por procesos biológicos aerobios, la materia orgánica contenida en un agua. Suele referirse a un periodo de cinco días. En aguas subterráneas por lo general la DBO, suele ser inferior a 1 mg/l de 02 (https://aguas.igme.es)

2.5.4. Indicadores de contaminación microbiana de las aguas subterráneas

Las bacterias constituyen el grupo más importante de agentes patógenos contaminantes del agua y la principal causa de brotes epidémicos registrados que han tenido su origen en la contaminación fecal son con frecuencia bacterias intestinales patógenas como Salmonella typhi, Salmonella paratyphi y también, en menor grado, Shigella spp., Vibrio cholerae, Clostridium spp y Bacillus anthracis. (Gesche, Vallejos, Sáez, 2003).

Las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección. El grupo más utilizado es el de las bacterias coliformes.

Los microorganismos aerobios mesófilos son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias. Este grupo incluye a las bacterias que crecen en aerobiosis con temperatura de incubación entre 15 y 40ºC, pudiendo detectar su presencia después de una incubación a 35ºC +/- 2ºC por 48 horas. (Madigan et al, 1999). La presencia de estos microorganismos se considera indicador del grado de contaminación de las aguas y como medio de transmisión de enfermedades.

2.6. ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO.

En América Latina y el Caribe, los riesgos epidemiológicos relacionados con el consumo de agua contaminada por gérmenes muy virulentos, como son los del cólera, las fiebres tifoideas o la hepatitis vírica; así como la existencia de otras enfermedades de origen hídrico resultantes de la contaminación microbiológica de las aguas de consumo humano causan un gran impacto en la población. Por ejemplo, en 1991 surgió una epidemia de cólera que se extendió a 21 países, ocasionando 1'207,000 casos hasta 1997 (http://cidbimena.desastres.hn)

Tabla 4. Enfermedades de origen hídrico

Enfermedades	Agentes
Origen Bacteriano	
Fiebres, tifoideas y paratifoideas	Salmonella typhi y paratyphi
	Samonella paratyphi A y B
Disentería bacilar	Shigella sp
Cólera	Vibrio cholerae
Gastroenteritis agudas y diarreas	Escherichia coli enterotoxinógena
	Campilobacter
	Yersinia enterocolitica
	Salmonella sp.
	Shigella
Origen vírico	
Hepatitis A y E	Virus hepatitis A y E
Poliemelitis	Virusa de la polio
Gastroenteritis agudas y diarreas	Virus de norwak
	Rotavirus
	Enterovirus
	Adenovirus
Origen parasitario	
Disentería amebiana	Entamoeba histolitica
Gastroenteritis	Giardia lambia
	Cryptosporidium

Fuente: http://cidbimena.desastres.hn

2.7. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Según Lossio (2012), la elaboración del diseño de un sistema de abastecimiento de agua exige como elementos básicos: fijación de las cantidades de agua a suministrar, que determinarán la capacidad de las diferentes partes del sistema; estudios sobre cantidad y calidad del agua

disponible en las diferentes fuentes; reconocimientos del suelo y subsuelo; reunión de informaciones y antecedentes indispensables para el diseño, para la justificación de las soluciones adoptadas, para la preparación de su presupuesto, etc.

Sistema de abastecimiento de agua por gravedad

En estos sistemas el agua cae por acción de la fuerza de la gravedad desde una fuente elevada ubicada en cotas superiores a las de la población a beneficiar. El agua fluye a través de tuberías para llegar a los consumidores finales. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua por su altura. Las ventajas principales de este tipo de sistema son: a) No tienen gastos de bombeo. b) El mantenimiento es pequeño porque apenas tienen partes móviles. c) La presión del sistema se controla con mayor facilidad. d) Robustez y fiabilidad. Incluso los sistemas bombeados suelen diseñarse para distribuir el agua por gravedad a partir de un punto determinado (Lossio, 2012).

Sistema de abastecimiento de agua por bombeo

En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento y regulación ubicados en cotas superiores al centro poblado. Generalmente los sistemas bombeados son diseñados para que el agua sea distribuida por la fuerza de la gravedad, saliendo desde un punto determinado. Estos sistemas ayudan a que se pueda distribuir una gran cantidad de agua para cada una de las personas, por un precio que puede ser pagado por toda la comunidad (Lossio, 2012).

2.8. MARCO MORMATIVO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

- Según la Constitución Política del Perú (1993), indica que el Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos.

- Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y 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; según lo establecido por la Ley General del Ambiente (Ley Nº 28611).

- Los gobiernos locales tienen la función de administrar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado o desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo (Ley Orgánica de Municipalidades (Ley Nº 27992).

- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, del agua para consumo humano, deben tener la concentración o los valores que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 5: Valores permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bactérias coliformes totales.	UFC/100 ml a 35ºC	0 (*)
2. *E. Coli*	UFC/100 mL a 44,5ºC	0 (*)
3. Bactérias Coliformes termotolerantes o fecales.	UFC/100 mL a 44,5ºC	0 (*)
4. Bactérias Heterotróficas	UFC/mL a 35ºC	500
5.Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Vírus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

Fuente: Anexo I del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2010.
UFC = Unidad formadora de colonias
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Tabla 6: Valores permisibles de parámetros organolépticos, físicos y químicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	μmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL^{-1}	1 000
8. Cloruros	mg Cl^{-} L^{-1}	250
9. Sulfatos	mg $SO_4^{=}$ L^{-1}	250
10. Dureza total	mg $CaCO_3$ L^{-1}	500
11. Amoniaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

Fuente: Anexo II del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-SA., 2010
UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Tabla 7: Valores permisibles de parámetros químicos inorgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L^{-1}	0,020
2. Arsénico **(nota 1)**	mg As L^{-1}	0,010
3. Bario	mg Ba L^{-1}	0,700
4. Boro	mg B L^{-1}	1,500
5. Cadmio	mg Cd L^{-1}	0,003
6. Cianuro	mg CN^- L^{-1}	0,070
7. Cloro **(nota 2)**	mg L^{-1}	5
8. Clorito	mg L^{-1}	0,7
9. Clorato	mg L^{-1}	0,7
10. Cromo total	mg Cr L^{-1}	0,050
11. Flúor	mg F^- L^{-1}	1,000
12. Mercurio	mg Hg L^{-1}	0,001
13. Niquel	mg Ni L^{-1}	0,020
14. Nitratos	mg NO_3 L^{-1}	50,00
15. Nitritos	mg NO_2 L^{-1}	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L^{-1}	0,010
17. Selenio	mg Se L^{-1}	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L^{-1}	0,07
19. Uranio	mg U L^{-1}	0,015

Fuente: Anexo III del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-SA., 2010
Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los planes de adecuación sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL^{-1}.
Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL^{-1}.

2.9. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Agua.** El agua es necesaria para el consumo doméstico y para llevar a cabo las diversas actividades económicas como: la agricultura, la ganadería, la industria o la minería. Está presente en todas las actividades humanas, necesitamos el agua para nuestra alimentación, higiene, para nuestros cultivos que aseguran nuestro alimento y para fabricar gran

cantidad de productos que hacen más confortable nuestra vida (Losio, 2012).

- **Acuífero**. Es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua. El agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Se han realizado estudios que permiten calcular que aproximadamente el 30 por ciento del caudal de superficie proviene de fuentes de agua subterránea (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

- **Agua subterránea.** Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

- **Calidad del agua.** Atributos que presenta el agua, de manera tal, que reuna criterios de aceptabilidad para diversos usos; incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua: físicos, químicos y biológicos (https://www.dspace.espol.edu.ec/).

- **Contaminación de aguas subterráneas.** La contaminación del agua subterránea no es distinta de los que ocasionan la del agua superficial, a saber: sales normales (Carbonatos, sulfatos, magnesio, sodio, potasio), nitratos, materia orgánica (biodegradable o no); compuestos tóxicos orgánicos o inorgánicos, metales pesados, microorganismos patógenos, elementos radioactivos, etc. (https://www.iagua.es).

- **Gestión de la calidad de agua de consumo humano.** Conjunto de acciones técnico administrativo u operativo que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con

los límites máximos permisibles establecidos (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

- **Límite máximo permisible.** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

- **Parámetros microbiológicos**. Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

- **Parámetros organolépticos**. Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

- **Pozo**. Es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el petróleo. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

- **Sistemas de abastecimiento de agua.** Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua (Losio, 2012).

- **Sistema de tratamiento de agua**. Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

- **Vigilancia sanitaria**. Es el conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud, para identificar y evaluar factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

CAPITULO III
METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación utilizada fue de tipo descriptivo comparativo, para lo cual se utilizó la metodología de inspección, verificación in situ, siguiendo los protocolos establecidos por DIGESA; sobre la que se busca especificar, analizar y comparar las propiedades y características del agua de consumo humano del AA.HH. Alan Sisley, referente a los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes).

3.1.2. Nivel de investigación

El diseño de investigación fue no experimental de tipo transeccional o transversal (recolección de datos en un solo momento y único). Lo que se hizo en la investigación no experimental es observar tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Los diseños transeccionales tienen la ventaja de que se basan en la observación de objetos de investigación tal como existe en la realidad, sin intervenir en ellos ni manipularlas.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población estuvo conformada por el total de viviendas abastecidas y que corresponden al comité de abastecimiento de agua del AA.HH. Alan Sisley, que en total suman 50 viviendas.

3.2.2. Muestra

La metodología de muestreo fue de acuerdo a los lineamientos del Protocolo de Monitoreo de Aguas de DIGESA, aprobado según Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA; el cual indica los procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo. Las muestras de agua fueron analizadas en Laboratorio DESA de Ucayali.

Los puntos de muestreo fueron tres: una en reservorio y dos en viviendas. Se llevó a cabo durante tres meses, la frecuencia fue mensual, con un total de 10 muestreos.

3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Ubicación de las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano.

Los puntos de muestreo fueron tres: pozo o reservorio, captación en la vivienda 1 y captación en la vivienda 2. Se llevó a cabo durante tres meses, la frecuencia fue mensual, siendo un total de 10 muestreos: 1 muestreo de parámetros químicos y 9 muestreos de parámetros físicos y microbiológicos.

Ubicación de fuentes de agua subterránea:

ID	Coordenadas UTM		
	Este	Norte	Altitud
Pozo tubular	547338.118	9071958.887	148
Vivienda 01	547231.940	9072600.133	148
Vivienda 02	547335.909	9072445.583	148

3.3.2. Selección de parámetros

Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo al reglamento de la calidad de agua para consumo humano del Ministerio de Salud y son los siguientes:

Parámetros físicos	Temperatura, Color, Turbiedad, Dureza total, Sólidos disueltos totales.
Parámetros químicos	pH, cloro residual, Conductividad, , cianuro total, Cloruro, Fluoruro, Nitrato, Nitrito, Sulfato, Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc.
Parámetros microbiológicos	Coliformes fecales Coliformes termotolerantes

3.3.3. Análisis de muestras

Los análisis de muestras fueron realizados en el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental y Laboratorio de Certificaciones del Perú (CERPER), certificado por el Instituto Nacional de Calidad.

3.3.4. Tiempo de Muestreo.

La frecuencia y duración de las muestras (10 en total) de los parámetros en estudio, se realizaron empleando el Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano de DIGESA, establecido por Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA.

Tabla 8. Duración del tiempo de muestreo.

Parámetros	Ámbito	Repetición	Duración
Muestreo de parámetros microbiológicos	Urbano	1 x mes	3 meses
Muestreo de parámetros físicos	Urbano	1 x mes	3 meses
Muestreo de parámetros de químicos	Urbano	1 x mes	3 meses

Fuente: R.M. N° 907 – 2016/MINSA – Definiciones Operacionales.

Tabla 9. Frecuencia según estaciones de muestreo.

N°	Puntos de muestreo	Frecuencia			
		Parámetros químicos	Parámetros físicos y microbiológicos		
		Mes: 1		Mes: 2	Mes: 3
1	Salida de la infraestructura del reservorio	1	1	1	1
2	Vivienda 1 del comité Alan Sisley	-	1	1	1
3	Vivienda 2 del Comité Alan Sisley.	-	1	1	1
	Total de muestras por mes	1	3	3	3
	Total de muestras	10			

3.3.5. Técnicas de laboratorio

- **Análisis físicos:** Los parámetros físicos se realizaron con los métodos que se indican a continuación:

Parámetros	Métodos	NTP
Cloro residual libre	Colorimétrico de DPD (dietil-para-fenil-diamina)	214.030:2001 (revisada el 2016)
Sólidos totales disueltos	Nefelométrico	-
Turbiedad	Nefelométrico	**1.1.3. NTP 214.006:2010**
Conductividad	Conductimétrico	-
pH	Electrométrico	NTP 214.029:2015
Temperatura	Termometría	-

Cianuro total	Colorímetro	214.030:2001
Color	Espectrofotómetro	-
Dureza total	Titrimétrico.	-

- **Análisis químico:** Para el análisis parámetros químicos, emplearon los siguientes métodos:

Parámetros	Métodos	NTP
Cadmio, Plomo, Cobre	Espectrofotometría de absorción atómica por aspiración directa flama aire-acetileno	NTP 214.043:2012
Mercurio	Espectrofotometría Atómica de Vapor Frío	-
Arsénico	Espectrofotometría de absorción atómica	NTP 214.008
Cianuro, Fluoruro, Nitrato, Nitrito, Sulfato	Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía	NTP 300.0:1993
Cromo	Espectrofotometría de absorción atómica por aspiración directa flama aire-acetileno	NTP 214.043:2012
Aluminio	Espectrofotometría de absorción atómica	-
Antimonio, Bario, Boro, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Sodio, Uranio, Zinc.	Aplicación de espectrometría de masas de plasma de acoplamiento inductivo.	-
Hierro	Espectrofotometría de absorción atómica por aspiración directa flama aire-acetileno	NTP 214.043:2012

Manganeso	Espectrofotometría de absorción atómica por aspiración directa flama aire-acetileno	NTP 214.043:2012
Selenio	Espectrofotometría de absorción atómica	-

La metodología usada en los parámetros que no son establecidos por la NTP se basó en los métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales del American Public Health Association (APHA), del Water Pollution Control Association (WPCA) y del Water Pollution Control Federation (WPCF) de los Estados Unidos de América. Los resultados obtenidos están dentro del intervalo de confianza del 95%.

- **Análisis microbiológicos:** Los análisis de los parámetros microbiológicos se realizaron con los métodos que se indican a continuación:

Parámetros	Métodos	NTP
Coliformes Totales	Filtración por membrana	NTP 214.031
Coliformes Termo tolerantes	Filtración por membrana	NTP 214.032

a) <u>Para la calidad de Agua.</u>

Se aplicó la metodología indicada en la NTP 214.005 y la NTP ISO 5667-3, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

1. Limpieza del Grifo

Se retiraron del grifo, todos los dispositivos que puedan producir salpicaduras.

2. Apertura del Grifo

- Se abrió cuidadosamente el grifo y se dejó correr el agua en forma moderada durante 2 a 3 minutos. Luego, se realizó el análisis de cloro residual.

3. Toma de muestra

a) Se realizó en frascos estériles, con Tiosulfato para muestras con cloro residual (0.25 ml de TS al 3% para 250 ml).
b) Luego, se cerró parcialmente el grifo y se destapó el frasco teniendo cuidado de no tocar la boca del frasco ni la tapa.
c) Seguidamente, se sostuvo la tapa asegurando que no haya contaminación del mismo y se acercó el frasco al chorro de agua sin pérdida de tiempo.
d) Después, se dejó un espacio de aire en el frasco para facilitar la agitación en el momento del análisis.
e) Posteriormente, se aplicó Hipoclorito de Sodio (100 mg. para 1 litro) a la boca del grifo o flamear el mismo.
f) Finalmente, se colocó la tapa con el papel kraft protector y el pabilo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.4.1. Materiales

- Papel secante (tissue)
- Materiales de escritorio (Plumón indeleble, lapiceros, etc)
- Frascos esterilizados de vidrio de 250 ml con tapa rosca.
- Frascos de plástico de 1litro, con tapa rosca o hermética.
- Reactivos para preservar muestras: Ácido nítrico (HNO3).
- Agua destilada
- Caja térmica
- Ice pack
- Contador de colonias

- Tubos de Nessler
- Vasos de precipitación.
- Fiola.
- Pipeta.
- Bureta.
- Placas petri.
- Capsulas de porcelana.
- Insumos de laboratorio: Agar plate count, Caldo brilla, Caldo lauril sulfato triptosa, Caldo MFC, AGAR MFC, DPD en polvo para cloro libre en muestras de 5ml, KO_2PtCl_6, $CoCl_26H_2O$, HCl, reactivo para hierro.

3.4.2. Equipos.

- Cámara digital.
- GPS, empleada para la georreferenciación de los puntos de muestreo.
- Equipos y materiales de laboratorio para análisis físicos, químicos y microbiológicos:
  - Incubadora.
  - Horno.
  - Balanza analítica.
  - Destilador de agua.
  - Equipo de filtración de membrana, incluye: embudo, frasco matraz para filtración, bomba manual, mangueras, pinzas de acero inoxidable.
  - Estufa.
  - Bomba de vacío.
  - Baño de María.
  - Refrigeradora.
  - Autoclave.

3.4.3. Herramientas

- Fichas de Campo.
- Libreta de Campo.

3.4.4. Indumentaria de Protección

- Respirador N95
- Guantes
- Mandil.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL ASENTAMIENTO HUMANO “ALAN SISLEY”.

4.1.1. Parámetros físicos procedentes del sistema de abastecimiento de agua - AA. HH. Alan Sisley.

En la tabla 9, se muestran los datos de parámetros físicos encontrados (Conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad, pH, Temperatura y Cloro Residual Libre), los cuales provienen de los lugares de monitoreo, a la salida de la infraestructura del reservorio y a la llegada de la primera vivienda y segunda vivienda.

Tabla 9. Parámetros físicos del sistema de abastecimiento de agua - AA.HH. Alan Sisley.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO															
	Salida de la Infraestructura del Reservorio						Primera Vivienda						Segunda Vivienda			
	N	Media	±	DE	Valores Enteros		N	Media	±	DE	Valores Enteros		N	Media	±	DE	Valores Enteros	
					Min	Max					Min	Max					Min	Max
Conductividad	3	352.3333	±	16.28906	341.00	371.00	3	349.3333	±	23.28805	333.00	376.00	3	348.3333	±	12.85820	339.00	363.00
Sólidos Disueltos Totales	3	176.1667	±	8.14453	170.50	185.50	3	174.5000	±	11.75798	166.50	188.00	3	174.1667	±	6.42910	169.50	181.50
Turbiedad	3	0.7000	±	0.29138	0.38	0.95	3	1.5167	±	1.64986	0.28	3.39	3	0.5133	±	0.26764	0.29	0.81
Ph	3	8.0967	±	0.43016	7.80	8.59	3	7.8767	±	0.47920	7.60	8.43	3	7.9067	±	0.35796	7.70	8.32
Temperatura	3	27.6000	±	0.95394	26.60	28.50	3	28.2000	±	1.44222	26.60	29.40	3	28.2333	±	0.40415	27.80	28.60
Cloro Residual Libre	3	0.0000	±	0.00000	0.00	0.00	3	0.0433	±	0.07506	0.00	0.13	3	0.0567	±	0.09815	0.00	0.17

En la tabla 9, se observa que los datos de cconductividad, presenta un mayor valor de desviación estándar (primera vivienda: 23.28805 uS/cm). la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (23.28805 uS/cm).

Los datos de sólidos disueltos totales, presentan un mayor valor de desviación estándar (primera vivienda: 11,75798 mg/L). la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (11,75798 mg/L).

Los datos de turbiedad, presentan un mayor valor de desviación estándar: (primera vivienda: 1.64986 UNT). la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (1.64986 UNT).

Los datos de temperatura, presentan un mayor valor de desviación estándar (primera vivienda: 1.44222 °C), la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (1.44222 °C).

La información de cloro residual libre, presenta un mayor valor de la desviación estándar (segunda vivienda: 0.09815 mg/L), la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (0.09815 mg/L).

El dato de Ph, presenta un mayor valor de desviación estándar (primera vivienda: 0.47920 pH), la cual indica una mayor variación entre las demás muestras, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (0.47920 pH).

4.1.2. Parámetros químicos procedentes del Sistema de Abastecimiento de agua del AA. HH. Alan Sisley.

En la tabla 10, se detallan los parámetros químicos que provienen de las muestras de agua ubicadas a la salida de la infraestructura del reservorio del AA.HH. Alan Sisley.

Tabla 11. Parámetros químicos de los lugares de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DEL MONITOREO	
	Salida de la Infraestructura del Reservorio	
	N	Valor
Cianuro Total	1	<0.004
Cloruro	1	0.379
Fluoruro	1	0.539
Nitrato	1	0.195
Nitrito	1	0.320
Sulfato	1	0.976
Aluminio	1	<0.0025
Antimonio	1	<0.00020
Arsénico	1	0.00262
Bario	1	0.1427
Boro	1	<0.010
Cadmio	1	<0.000050
Cobre	1	<0.00030
Cromo	1	<0.00050
Hierro	1	0.09732
Manganeso	1	0.08419
Mercurio	1	<0.00005
Molibdeno	1	<0.00020
Níquel	1	<0.00035
Plomo	1	<0.00020
Selenio	1	<0.0010
Sodio	1	57.84
Uranio	1	<0.00005
Zinc	1	<0.00050

4.1.3. Parámetros microbiológicos del Sistema de Abastecimiento de agua - AA.HH. Alan Sisley.

En la tabla 11, se muestran los resultados de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes), provenientes de las muestras de agua que se ubican a la salida de la infraestructura del reservorio, de la primera y segunda vivienda del asentamiento en mención.

Tabla 12. Parámetros microbiológicos de los lugares de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO																	
	Salida de la Infraestructura del Reservorio						Primera Vivienda						Segunda Vivienda					
	N	Media	±	DE	Valores Enteros		N	Media	±	DE	Valores Enteros		N	Media	±	DE	Valores Enteros	
					Min	Max					Min	Max					Min	Max
Coliformes Totales	3	5.3333	±	5.50757	0	11	3	15.3333	±	14.57166	0	29	3	18.0000	±	18.73499	3	39
Coliformes Termotolerantes	3	1.0000	±	1.73205	0	3	3	5.6667	±	6.02771	0	12	3	5.6667	±	5.03322	1	11

- Los resultados de coliformes totales, indican que la segunda vivienda presenta el mayor valor de desviación estándar (18.73499 UFC/100 mL), siendo este valor mayor, entre las demás muestras realizadas, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (18.73499 UFC/100 mL).

- Mientras que los resultados de coliformes termotolerantes, indican que la primera vivienda presenta mayor valor de desviación estándar presentan un mayor valor de la desviación estándar (5.6667 UFC/100 mL), siendo este valor el mayor entre las demás muestras realizadas, además, es evidente que los valores se alejan hacia atrás y hacia adelante de la media (5.6667 UFC/100 mL).

4.1.4. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL ASENTAMIENTO HUMANO ALAN SISLEY RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

4.1.4.1. Parámetros físicos.

En la Figura 4, se observa que los resultados de conductividad eléctrica oscilan entre 348.3 uS/cm y 352.3 uS/cm, muy por debajo del Límite Máximo Permisible (1500 uS/cm) establecido en el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

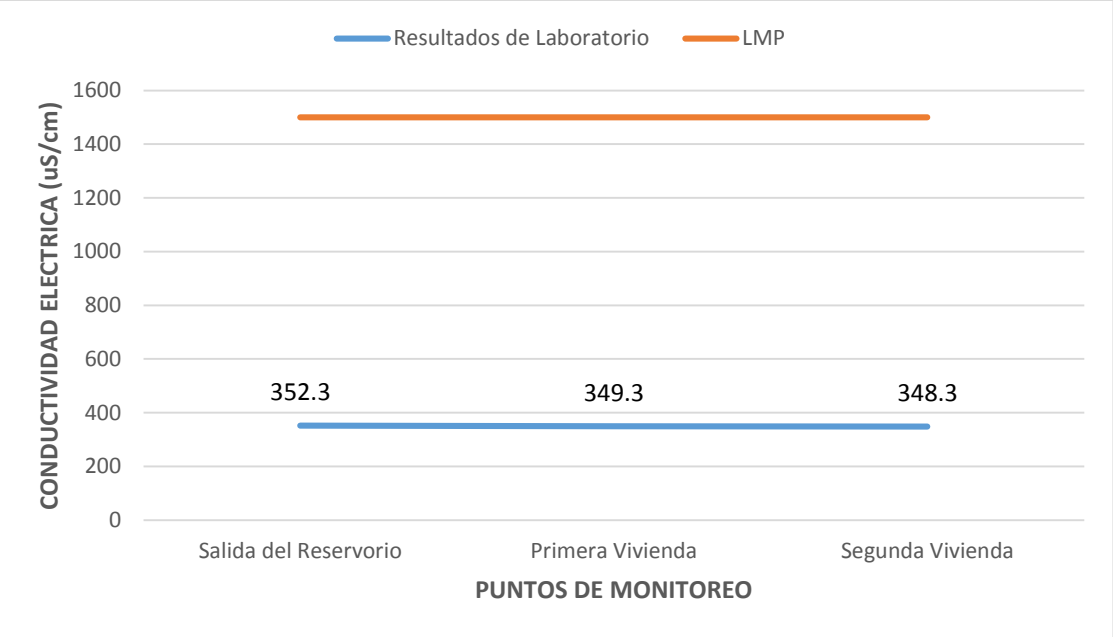


Figura 4. Conductividad eléctrica según estaciones de monitoreo

En la Figura 5, se muestran que los resultados de sólidos disueltos totales oscilan en un rango de 174.2 mg/L a 176.2 mg/L, observándose que se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible (1000 mg/L) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

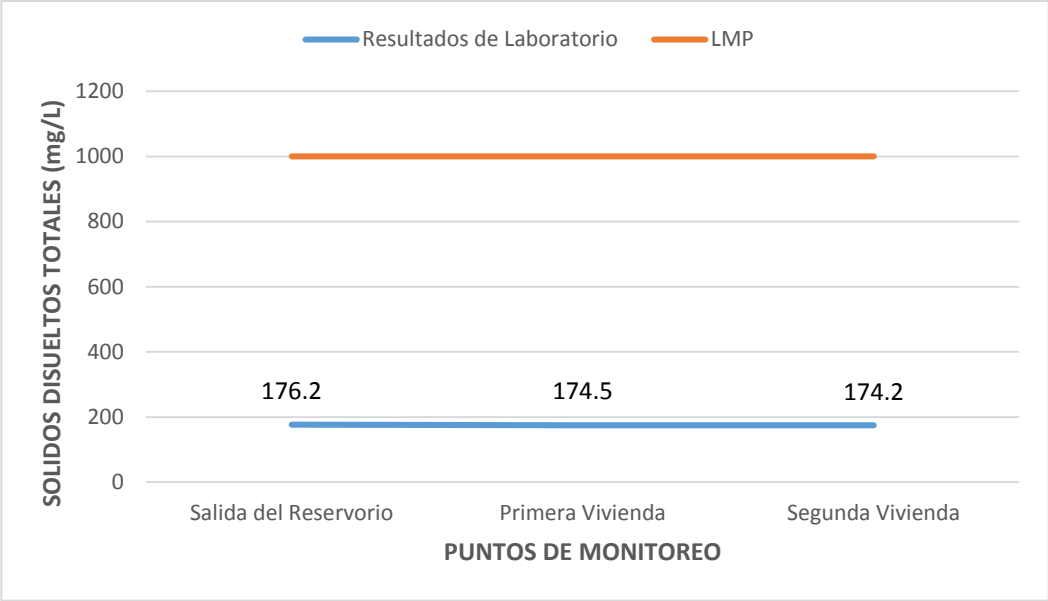


Figura 5. Sólidos disueltos totales según estaciones de monitoreo

En la Figura 6, se muestran que los resultados de turbiedad oscilan en un rango de 0.50 UNT a 1.50 UNT, encontrándose dentro del Límite Máximo Permisible (5 UNT) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

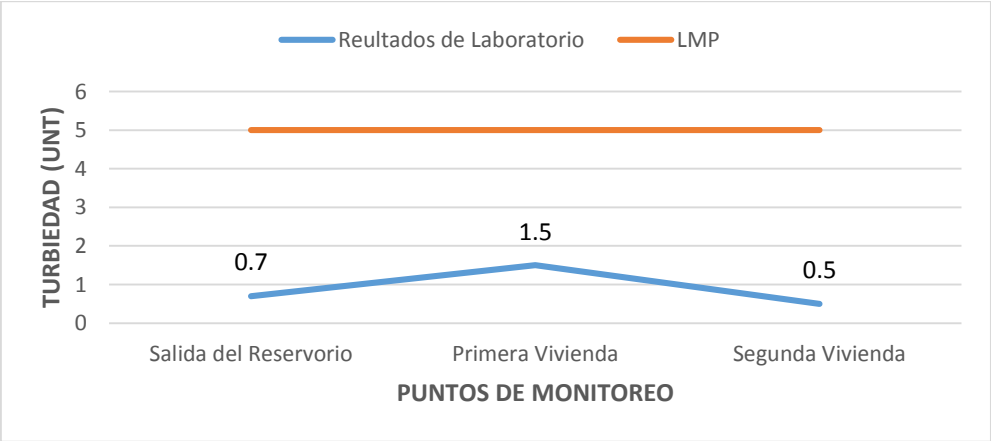


Figura 6. Turbiedad según estaciones de monitoreo.

En la Figura 7, se observa que los resultados de pH oscilan en un rango de 7.9 a 8.1, encontrándose dentro de los Límites Máximos Permisibles (8,0) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

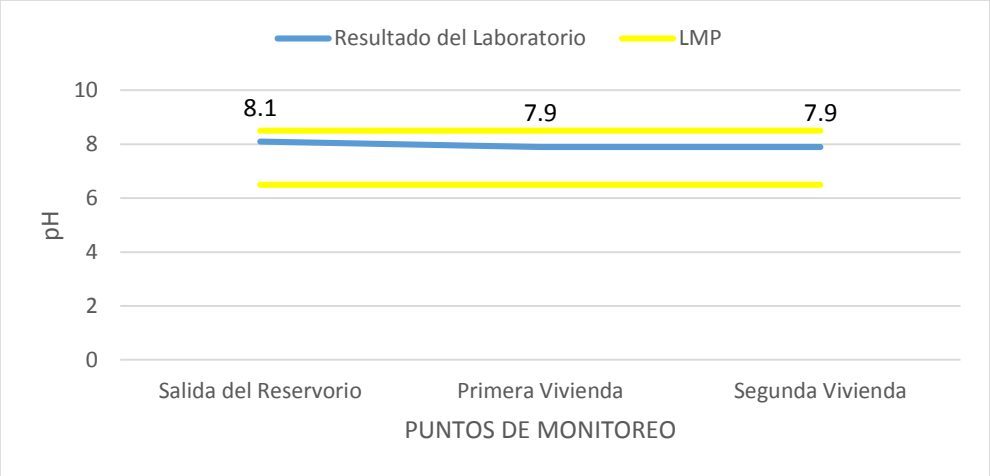


Figura 7. pH según estaciones de muestreo.

En la Figura 8, se muestra los resultados de temperatura de los puntos de monitoreo, los cuales oscilan en un rango de 27.60 °C a 28.20 °C. En el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA), no se establece un límite máximo permisible para este parámetro.

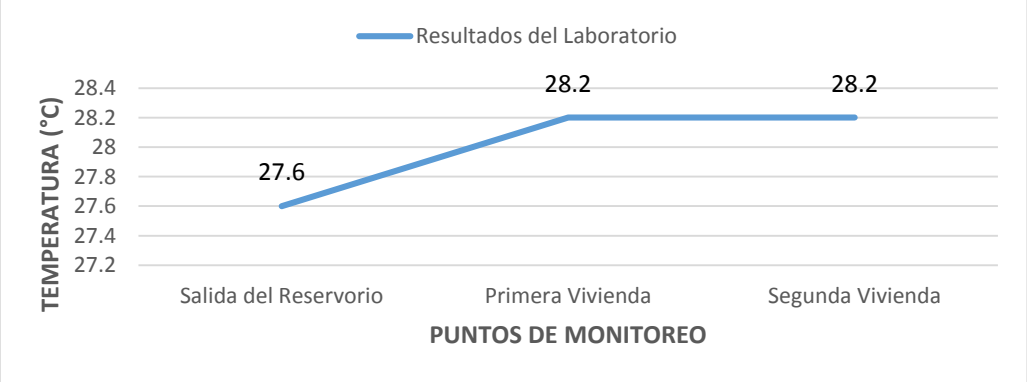


Figura 8. Temperatura según estaciones de monitoreo

En la Figura 9, se muestra que los resultados del cloro residual libre de los puntos de monitoreo oscilan en un rango de 0 ppm a 0.1 ppm, los cuales están por debajo del Límite Máximo Permisible (LMP), establecido (0.4 ppm) en el Reglamento de Calidad del Agua de Consumo Humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

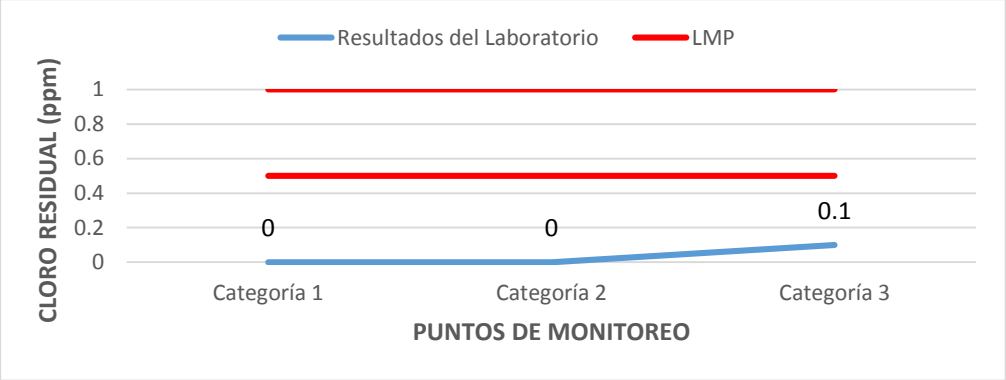


Figura 9. Cloro residual libre en estaciones de monitoreo**.**

4.1.4.2. Parámetros Químicos.

En la Figura 10, se muestran los resultados de Cianuro, Cloruro, Fluoruro, Nitratos, Nitritos y Sulfatos, observándose que éstos parámetros químicos están dentro del Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

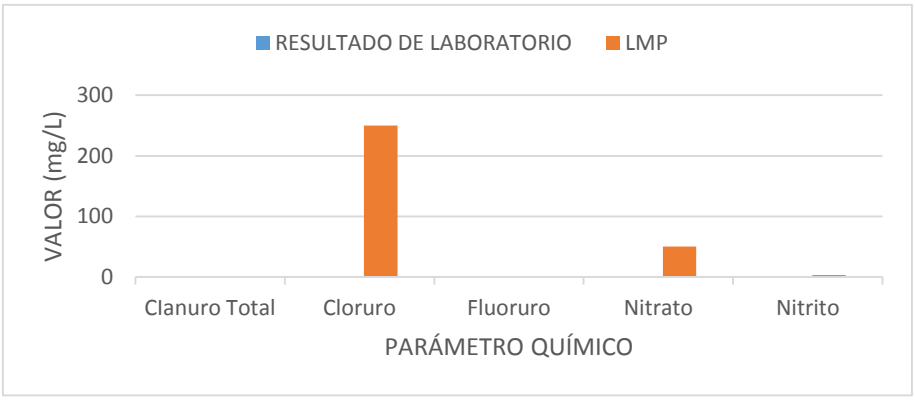


Figura 10. Cianuro, Cloruro, Fluoruro, Nitratos, Nitritos y Sulfatos a la salida del reservorio de agua.

En la figura 11, se muestran que los resultados de Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario y Cadmio a la salida del reservorio, se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

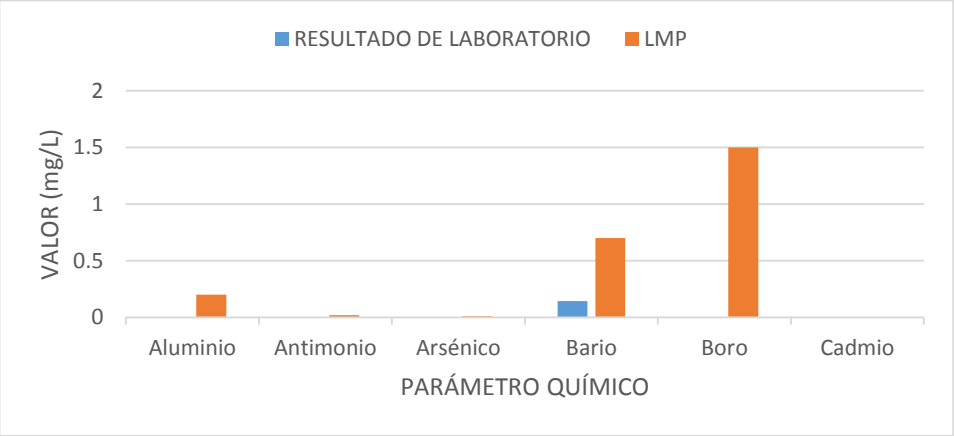


Figura 11. Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro y Cadmio a la salida del reservorio de agua.

En la figura 12, se muestran que los resultados del Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno a la salida del reservorio, se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

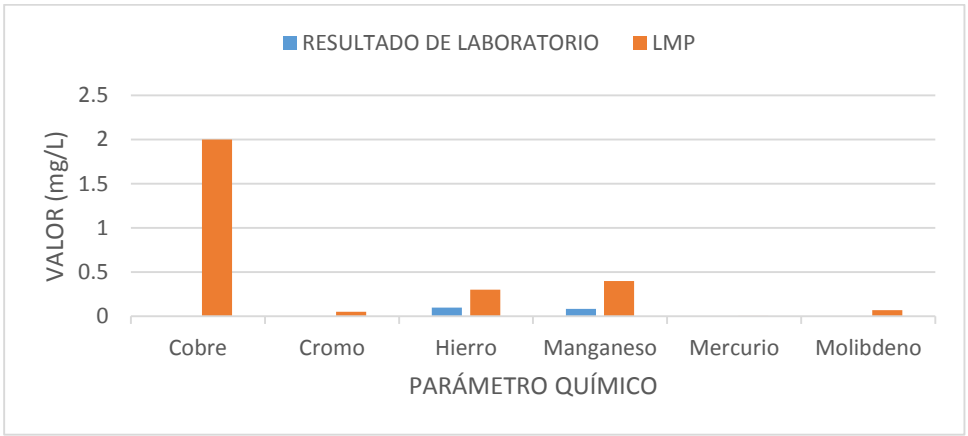


Figura 12. Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno a la salida del reservorio de agua.

En la figura 13, se muestra que los resultados del Níquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc a la salida del reservorio, se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible (200 mg/L) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

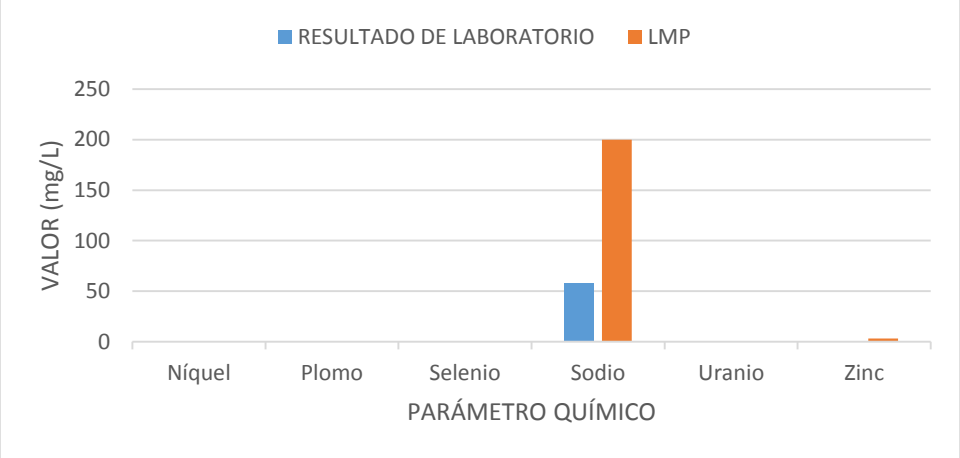


Figura 13. Níquel, plomo, selenio, sodio, uranio y zinc a la salida del reservorio de agua.

4.1.4.3. Parámetros Microbiológicos.

En la figura 14, se muestra que los resultados de coliformes totales de los puntos de monitoreo, oscilan en un rango de 5.00 UFC/ 100 mL a 18.00 UFC/ 100 mL, observándose que superan el Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

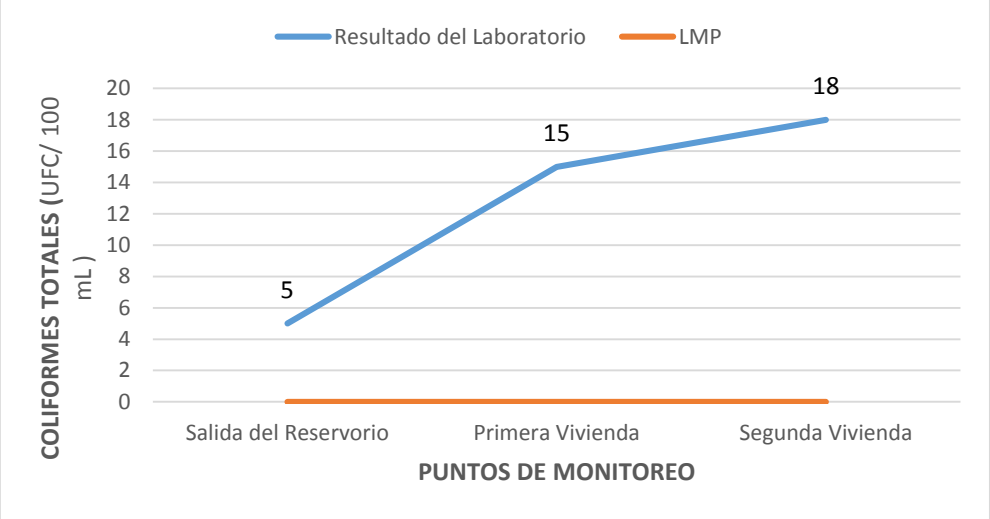


Figura 14. Coliformes totales según estaciones de monitoreo.

En la Figura 15, se muestra que los valores de coliformes termo tolerantes de los puntos de monitoreo oscilan en un rango de 1 UFC/100 mL a 6 UFC/100 mL, los cuales no cumplen con el Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

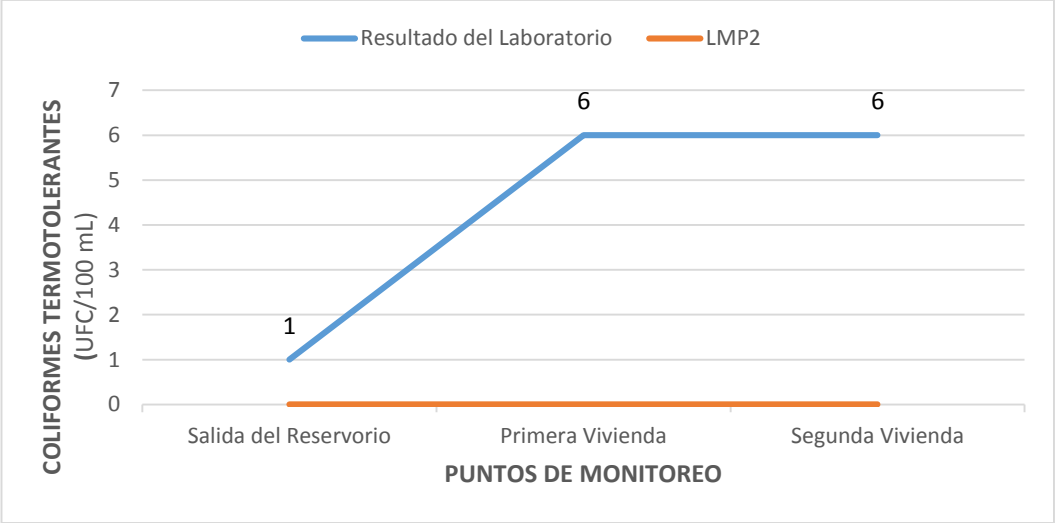


Figura 15. Coliformes termo tolerantes según lugares de monitoreo.

4.2. DISCUSIÓN

Todos los valores monitoreados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. 031-2010-SA), a excepción de cloro residual libre, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud recomienda que el agua para beber debe estar libre de colonias de coliformes por cada 100 ml (OMS, 2013). Por otro lado, Quintuña y Samaniego, mencionan que el cloro residual libre es un parámetro importante que dentro de los valores limites de referencia evitará el crecimiento de microorganismos, por lo que el cloro no solo es un importante desinfectante, sino que también reacciona con el amoniaco, hierro, manganeso y sustancias productoras de olores y sabores; por lo que, en general, mejora notablemente la calidad del agua (Quintuña & Samaniego, 2016).

4.2.1. Parámetros Físicos.

Los valores de conductividad encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, presentan que todos son menores al LMP (1500 µS/cm) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (figura 6). De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada a la salida de la infraestructura del reservorio con 352.3 µS/cm.

Según Barreneche (2019), la conductividad de una muestra de agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica, además que los valores de conductividad varia en conformidad con la temperatura del agua.

Los resultados de Sólidos Disueltos Totales (STD) encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan concentraciones menores al LMP (300 mg/L) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano por Decreto Supremo Nº 031-2010-SA. La composición de los STD esta dada por pequeñas cantidad de sales inorgánicas y materia orgánica (Ca^{+2} , Cl^{-} , NO_3 , Mg^{+2} , SO_4^{-2} , Na^{+} , HCO_3^{-} , K^{+}). Respecto a esto “Las normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958, sugierieron que las concentraciones de sólidos totales disueltos superiores qa 1500 mg/l afectan notablemente la potabilidad del agua. Por otro lado, en la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 1000 mg/l para los STD, basados en consideraciones gustativas (OMS, 1958).

Los resultados de turbidez encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan concentraciones menores al LMP (5 UNT (unidades nefelométricas)) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano por Decreto Supremo Nº 031-2010-SA. De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada en la primera vivienda con 1.5 UNT. Frente a estos

valores la Organización Mundial de la Salud, establece que para un correcto proceso de desinfección los valores de turbiedad del agua filtrada deben ser menor a 1 UNT, lo cual, si se cumple en todos los filtros, y a que si esto no sucediera la acción de los desinfectantes con niveles de turbidez y carga de coliformes elevada en el agua que sale de los filtros no va a ser segura, lo que estimula la proliferación de bacterias, aumenta la demanda de cloro y se pierda la eficiencia en el proceso. (OMS, 2015)

Los resultados de pH encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan concentraciones que oscilan entre 7.90 pH a 8.10 pH las cuales están dentro del LMP (entre 6.5pH a 8.5 pH) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano por Decreto Supremo Nº 031-2010-SA. De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada a la salida de la infraestructura del reservorio con 8.10 pH, dando a conocer que esta agua posee un pH alcalino. Frente a esto Technologies refiere que las aguas con pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de sustancias metálicas que se encuentren en contacto con ella, y las que poseen valores de pH mayores de 7 sin aguas básicas y pueden dar lugar a incrustaciones (Technologies, 2007).

Por otro lado, Quintuña y Samaniego (2016) en sus estudios mencionan que el pH de un agua cruda tiene un valor más alto debido a que es un agua no tratada, este va disminuyendo en las distintas etapas de tratamiento de sedimentación y filtración, esto debido principalmente al tratamiento que se da en la etapa de coagulación ya que se realiza la adición de sales con lo cual va a disminuir la concentración de iones de hidrogeno (Quintuña & Samaniego, 2016).

Los resultados de temperatura encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan valores que oscilan entre 27,6 °C a 28,23°C. De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada en la segunda vivienda con 28,23°C. Quintuña y Samaniego (2016) refieren que la temperatura del agua debe reflejar las

condiciones climáticas de la zona, además, la temperatura del agua cruda es mayor que el del agua en otras etapas de potabilización, ya que a medida que la temperatura del agua sube, el pH disminuye, lo contrario también es cierto que el agua más fría tiene un valor de pH más alto. Puesto que una mayor temperatura incrementaría el desarrollo microbiano. (Quintuña & Samaniego, 2016).

Los resultados de Cloro residual libre encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan valores que oscilan como mínimo 0 ppm y 0.10 ppm como máximo las cuales no están dentro de los valores recomendados por LMP (≥0.5 ppm) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano por Decreto Supremo Nº 031-2010-SA. De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada en la segunda vivienda con 0.10 ppm de cloro residual libre. Cabe resaltar que este parámetro es muy importante que se encuentre dentro de los niveles de referencia del LMP, porque se puede evitar el crecimiento de microorganismos, por lo tanto el cloro no solo es un importante desinfectante, sino también que reacciona con el amoniaco, hierro, manganeso y sustancias productoras de olores y sabores; por lo que, en general mejoran considerablemente la calidad del agua (Quintuña & Samaniego, 2016).

4.2.2. Parámetros Químicos.

De los parámetros químicos que se mencionan a continuación: Cianuro, Cloruro, Fluoruro, Nitratos, Nitritos y Sulfatos, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc; se puede resaltar que ninguno de los parámetros sobrepasa los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

Según la Organización Mundial de la Salud (2006), la principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de

origen natural Puede estar presente en el agua en forma natural. Las concentraciones de As en aguas naturales usualmente son menores de 10 µg/L. las fuentes de agua de consumo, particularmente las aguas subterráneas, pueden contener concentraciones altas de arsénico (OMS, 2006).

Asimismo, la OMS señala que uno de los cuatro elementos más abundantes de la tierra (5%) es el hierro, pues este elemento se encuentra en muchos otros minerales. El hierro presente en el agua provoca precipitación y coloración no deseada con otros elementos, para eso existen técnicas de separación del hierro presente en el agua. En concentraciones superiores a 0,3 mg/l posee un color amarillento y a partir de 1 mg/l genera un sabor amargo (OMS, 2006).

Los nitratos y nitritos son elementos cuya presencia se debe a la descomposición de material orgánico y al uso de la mayoría de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol plaguicidas y herbicidas que contienen nitratos (Tuesca, 2015). El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2). El principal problema sanitario en el agua es la generación de metahemoglobinemia o síndrome del niño azul, que se producen en bebes de 4 meses al consumir agua con concentraciones superiores de 50 mg/l. También se ha relacionado el nitrato en la disminución de la glándula tiroidea y el bajo almacenamiento de la vitamina A. En el caso de los nitritos se pueden formar nitrosaminas que son cancerígenas (Tuesca, 2015 y Revista Ambiental, 2009).

4.2.3. Parámetros Microbiológicos.

Los resultados de Coliformes Totales encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan que oscilan entre 5.00 UFC/ 100 mL y 18.00 UFC/ 100 mL, las cuales superan los valores recomendados por el LMP (0 UFC/ 100 mL) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano. De las tres (03) muestras el valor máximo encontrado es en el lugar de monitoreo tomada en la segunda vivienda con 18.00 UFC/ 100 mL de Coliformes Totales. Mandujano (2012), refiere a los parámetros microbiológicos a la presencia de microorganismos patógenos de diferentes tipos: bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis, hepatitis, etc. Además, menciona que, estos microorganismos llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas y animales. Por eso, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos es el número de bacterias coliformes presentes en el agua (Mandujano, 2012).

Cabe resaltar que, de los organismos indicadores, las bacterias coliformes totales son las que se usan con mayor frecuencia. Este grupo incluye, por definición, todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan lactosa con formación de gases antes de 48 horas a 35 °C. El grupo de coliformes se compone de Escherichia coli (E. coli), Enterobacter aerogenes, Citrobacter fruendii y bacterias afines (Zumaeta, 2004).

Los resultados de Coliformes Termotolerantes encontrados en las tres (03) muestras del presente estudio, revelan valores que oscilan entre 5.00 UFC/ 100 mL y 6.00 UFC/ 100 mL los cuales superan los valores recomendados por el LMP (0 UFC/ 100 mL) establecido por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano. De las tres (03) muestras, el valor máximo encontrado (6.00 UFC/ 100 mL de Coliformes Termotolerantes) se registra en el lugar de monitoreo, tomada en la primera vivienda.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La calidad del agua que consume la población del Asentamiento Humano Alan Sisley no está afectada, en relación a los valores de las características físicas del sistema de abastecimiento (pH, solidos disueltos totales, conductividad y turbiedad), porque no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles establecidos a nivel nacional.

2. El cloro residual libre (0 ppm - 0.10 ppm) no se encuentra dentro de los niveles de referencia del LMP, lo que podría favorecer al crecimiento de microorganismos con mayor facilidad en el agua.

3. La calidad del agua que consume la población del Asentamiento Humano Alan Sisley no está afectada, debido a que los valores de las características químicas del sistema de abastecimiento (cianuro, arsénico, cadmio, cromo, plomo, cloruro, zinc, mercurio, fluoruro, boro, sulfatos, selenio, nitratos, hierro, sodio, nitritos, molibdeno, aluminio, uranio, bario, niquel, antimonio, manganeso y cobre) no superan los valores de los Límites Máximos Permisibles establecidos a nivel nacional.

4. Existe riesgo de contraer enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales, para las personas que consumen el agua del Asentamiento Humano Alan Sisley, porque los Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes sobrepasan los Límites Máximos Permisibles establecidos a nivel nacional.

5. El agua abastecida del pozo tubular del Asentamiento Humano Alan Sisley de Pucallpa, no es apta para consumo humano, en función de las características microbiológicas encontradas.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aumentar el número de muestras para futuros estudios, con la finalidad de encontrar mejor precisión en los resultados.

2. La Junta de Usuarios del agua del Asentamiento Humano Alan Sisley de la ciudad de Pucallpa, deberán disponer de un control adecuado en el proceso de desinfección, para eliminar todo microorganismo y dejar una cantidad de cloro residual (≥0.50.5 mg/L) a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica.

3. A los proveedores de agua para consumo humano del Asentamiento Humano Alan Sisley, se recomienda en lo posible, implementar un Programa de Adecuación Sanitaria (PAS) para cumplir con las normas técnicas y formales establecidas en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambiental. (2009). Recuperado el 22 de Febrero de 2021, de http://www.chib.org/cma/papers/nitrateFSSpanish.pdf.

Barreneche, A. (2009). Aspectos Fisicoquímicos de la Calidad del Agua. Recuperado el 20 de Febrero del 2021, de http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual1/tomo1/ma1_tomo1_cap1.pdf.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano [internet]. Lima: CEPIS; 2002. [Consultado el 20 de junio del 2017]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf.

Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación. Quinta edición [internet]. México: Mc Graw Hill; 2010. [Consultado el 16 de Junio del 2017]. Disponible en:

https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf.

Lloyd, B. Water Quality Surveillance. Waterlines, Pag. 19-23. 1982.

Losio A., Moira. 2012. Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del Distrito de Lancones. Universidad de Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, 169 pág. Piura.

Mandujano, M. A. (2012). Biología, Ecología e Investigación Sobre el Langostino de Río Macrobrachium carcinus.

Ministerio de Salud. 2010. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Ministerio de Salud, Decreto Supremo N° 031-2010-SA que aprueba el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, 46 pág. Lima, Perú.

Nivelo, S. Monitoreo de la calidad del agua en San Cristóbal, Galápagos. Quito, 2015. Disponible en: http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4696/1/112458.pdf

Organización Mundial de la Salud (2013). Guías para Calidad del Agua Potable. Ginebra. Tercera Ed.

OMS (1958). Normas internacionales para el agua potable. Primera Edición.

Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines4/es/

Perú. Constitución Política del Perú, 1993. [Consultado el 5 de Julio del 2017]. Disponible en: http://www4.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf

Perú. Ministerio del Ambiente. Ley General del Ambiente - Ley N° 28611. Diario El Peruano (15 de Octubre del 2005). [Consultado el 5 de Julio del 2017].Disponible en: http://cdam.minam.gob.pe/novedades/leygeneralambiente2.pdf.

Perú. Ministerio de Salud. Ley General de Salud - Ley Nº 26842. Diario El Peruano, 1997. [Consultado el 5 de Julio del 2017].Disponible en: http://www.minsa.gob.pe/renhice/documentos/normativa/Ley%2026842-1997%20-%20Ley%20General%20de%20Salud%20Concordada.pdf.

Perú. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales- Ley N° 27867. Diario El Peruano, 2002. [Consultado el 5 de Julio del 2017].Disponible en: http://portal.jne.gob.pe/informacionlegal/Documentos/Leyes%20Org%C3%A1nicas/LEY%20ORG%C3%81NICA%20DE%20GOBIERNOS%20REGIONALES.pdf.

Perú. Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano- Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. Diario El Peruano, 2010. [Consultado el 5 de Julio del 2017].Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf.

Quintana y Samaniego (2016). Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica del Agua Potable de la Planta Potabilizadora del Cantón Chordeleg. Ecuador. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas.

Romero Rojas, J.A. 1999. Calidad del agua. México D.F. Alfa Omega, S.A. Págs. 154 – 156.

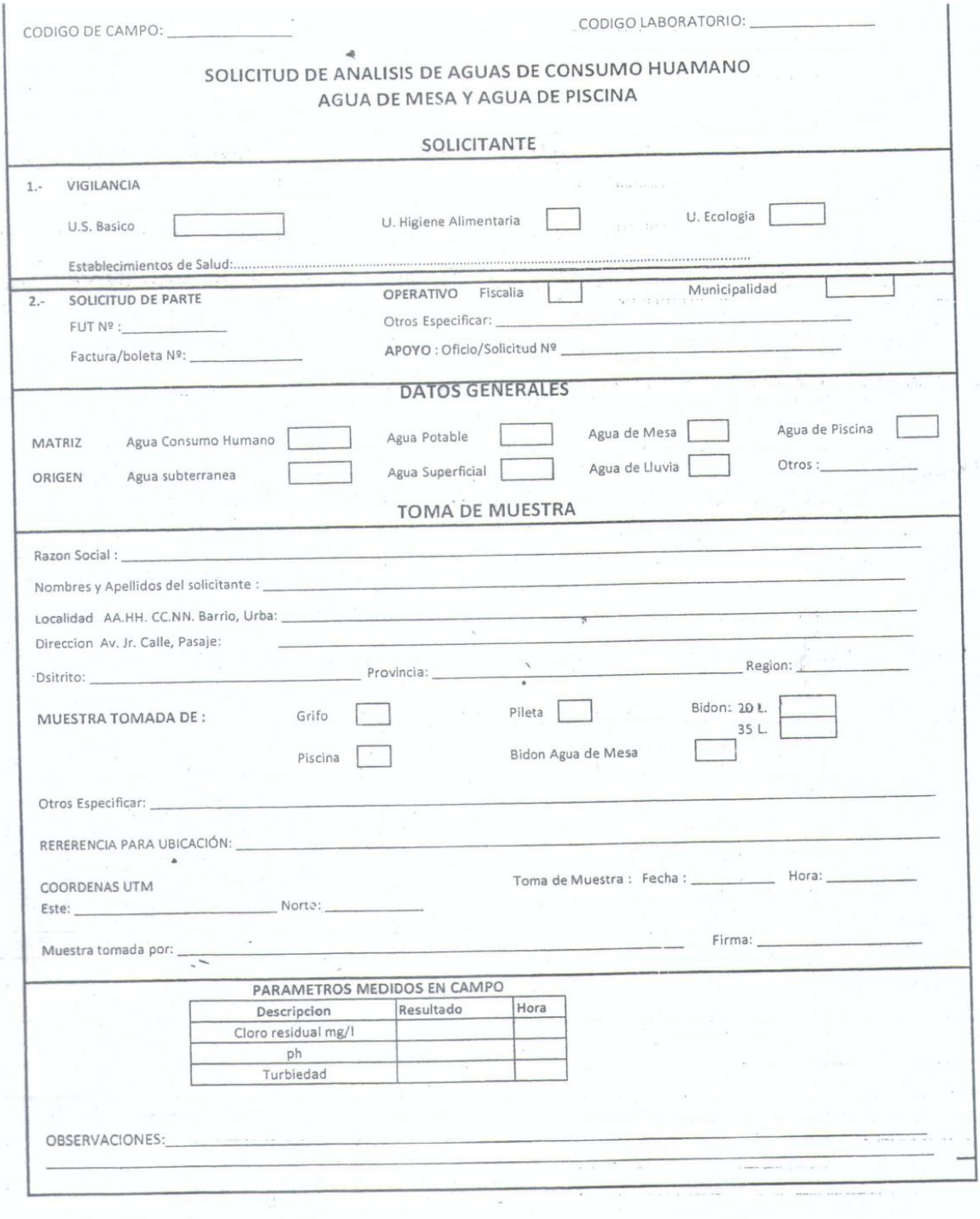
Technologies, W. (2007). Problemas Comunes con el Agua. Recuperado el 21 de Febrero del 2021, de http://www.excelwater.com/spa/b2c/about_4.php

Tuesca, R. (2015). Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano: Análisis de tendencia de variables para consolidar mapas de riesgo. En U. d. Norte (Ed.) Barranquilla, Colombia.

Zumaeta, M. A. (2004). Manual para Análisis Básicos de la Calidad del Agua. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS



CODIGO DE CAMPO: _____ CODIGO LABORATORIO: _____

SOLICITUD DE ANALISIS DE AGUAS DE CONSUMO HUAMANO
AGUA DE MESA Y AGUA DE PISCINA

SOLICITANTE

1.- VIGILANCIA

U.S. Basico ☐ U. Higiene Alimentaria ☐ U. Ecologia ☐

Establecimientos de Salud:.....

2.- SOLICITUD DE PARTE OPERATIVO Fiscalia ☐ Municipalidad ☐

FUT Nº :_____ Otros Especificar: _____

Factura/boleta Nº: _____ APOYO : Oficio/Solicitud Nº _____

DATOS GENERALES

MATRIZ Agua Consumo Humano ☐ Agua Potable ☐ Agua de Mesa ☐ Agua de Piscina ☐

ORIGEN Agua subterranea ☐ Agua Superficial ☐ Agua de Lluvia ☐ Otros :_____

TOMA DE MUESTRA

Razon Social : _____

Nombres y Apellidos del solicitante : _____

Localidad AA.HH. CC.NN. Barrio, Urba: _____

Direccion Av. Jr. Calle, Pasaje: _____

Dsitrito: _____ Provincia: _____ Region: _____

MUESTRA TOMADA DE : Grifo ☐ Pileta ☐ Bidon: 20 L. ☐ 35 L. ☐

Piscina ☐ Bidon Agua de Mesa ☐

Otros Especificar: _____

RERERENCIA PARA UBICACIÓN: _____

COORDENAS UTM Toma de Muestra : Fecha : _____ Hora: _____

Este: _____ Norte: _____

Muestra tomada por: _____ Firma: _____

PARAMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Descripcion	Resultado	Hora
Cloro residual mg/l		
ph		
Turbiedad		

OBSERVACIONES:_____

Figura 16. Formato de solicitud de análisis de agua de consumo humano.

Fuente: Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Ucayali

ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 17. Vista panorámica del sistema de abastecimiento de agua del pozo tubular del Asentamiento Humano Alan Sisley.



Figura 18. Muestra de agua en el grifo del lavatorio de la vivienda.



Figura 19. Muestra de agua en el grifo de la cocina de la vivienda.



Figura 20. Muestra de agua – Salida de la infraestructura del Reservorio