

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO



=====
**“Evaluación de la Calidad del agua para
consumo humano en el Asentamiento Humano
San Isidro, Callería – Ucayali, 2020”**
=====

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y
RESPONSABILIDAD SOCIAL**

LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ

**PUCALLPA – PERÚ
2022**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Escuela de Posgrado



ANEXO N° 4

ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la sala virtual Ms Teams de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 09:00. horas, del día 04 de febrero del 2022, ante el **Jurado** de Tesis o trabajo de investigación constituido por:

Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL	Presidente
Dr. JORGE ARTURO MORI VASQUEZ	Secretario
Mg. DAVID LEON MORENO	Vocal

El aspirante al GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social.

Mención:

Don; LUIS XAVIER GUIMARAES PEREZ,

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:
"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN ISIDRO, CALLERÍA – UCAYALI, 2020"

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones

- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
- d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación **las observaciones** siguientes:

Ninguna

Obteniendo en consecuencia el Maestría la **Nota** de QUINCE (15)

Equivalente a APROBADO por lo que se recomienda CONTINUAR CON LOS TRAMITES PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO.

(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman la presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 10:10 horas del 04 de febrero del 2022.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0555-2021

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis),
Titulado:
"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO
HUMANO SAN ISIDRO, CALLERÍA – UCAYALI, 2020"

Autor (a) : GUIMARAES PÉREZ, LUIS XAVIER
Escuela : POSGRADO
Maestría : MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL
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 10%**.

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 entrega la presente constancia.

Fecha: 15/12/2021



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, Luis Xavier Guimaraes Perez

Autor de la TESIS titulada:

Evaluación de la Calidad del agua para Consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Calleria - Ucayali, 2020.

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Ing M.Sc. Gladys Elena Rojas Gutierrez

Maestría en: Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, 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 que la tesis no infringe derechos de autor de terceras peruanas.

Tercero: autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

Parcial (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10/02/2022

Email: luisxavier_108@hotmail.com

firma: 

Teléfono: 942838759

DNI: 45982683

DEDICATORIA

A Dios, por estar presente en cada momento de mi vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Roger y Mila, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza y consejos para lograrlo.

A mi bebe hermosa, mi Krystal Arianna, quien es mi mayor motivación para no rendirme y lograr mis metas.

A mi querida esposa, Letty, por su comprensión, apoyo y cariño incondicional.

A mis hermanos, Rossana y Nick, por brindarme siempre su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental por haberme brindado el apoyo logístico y técnico para culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

A la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro y a los usuarios por brindarme las facilidades para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Ucayali por ser parte de mi formación profesional, ética y moral.

A la Ing. M. Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez, por su valiosa colaboración, quien con sus conocimientos y experiencias permitió que terminara este presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el área de influencia del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, durante el periodo de febrero a abril del 2021. El objetivo general fue evaluar si la calidad del agua que consume el Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano. Así mismo los objetivos específicos fueron determinar los valores de los parámetros físicos (conductividad, sólidos disueltos totales, turbiedad, pH, temperatura, cloro residual libre), parámetros químicos (aluminio, cobre, cromo, hierro, manganeso, selenio, arsénico, cadmio, mercurio, plomo) y parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) del agua para consumo humano y compararlos con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

El tipo de estudio fue descriptivo, no experimental del tipo transeccional. Se recolectaron 10 muestras de agua provenientes de la salida de la infraestructura del reservorio y 2 viviendas (vivienda intermedia y vivienda más alejada), utilizando los procedimientos establecidos en el Protocolo de procedimientos para toma de muestras, prevención, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (2015) y el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (2010). El análisis de los resultados consistió en encontrar una media aritmética para los parámetros físicos y microbiológicos, excepto para los parámetros químicos.

Los resultados obtenidos demostraron que el valor del parámetro físico: cloro residual libre no cumple con el valor del límite máximo permisible por ser menor de 0.5 mg/L, los valores de los parámetros microbiológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes no cumplen con el valor del límite máximo permisible por encontrarse por encima (haber presencia de estos) y los valores de los parámetros químicos cumplen con los valores de los límites máximos permisibles.

Se concluye que el agua que suministra la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro a la población no cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por lo tanto el agua No es Apta para el Consumo Humano, poniendo en riesgo la salud de las personas.

PALABRAS CLAVES: Calidad del agua, consumo humano, límite máximo permisible, riesgo sanitario.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the area of influence of the water supply system for human consumption of the Administrative Board of Sanitation Services (JASS) San Isidro, district of Callería, province of Coronel Portillo, during the period from February to April 2021. The general objective was to assess whether the quality of the water consumed by the San Isidro Human Settlement is suitable for human consumption. Likewise, the specific objectives were to determine the values of the physical parameters (conductivity, total dissolved solids, turbidity, pH, temperature, free residual chlorine), chemical parameters (aluminum, copper, chromium, iron, manganese, selenium, arsenic, cadmium, mercury, lead) and microbiological parameters (total coliforms, thermotolerant coliforms) of the water for human consumption and compare them with the maximum permissible limits established in the regulations on the quality of water for human consumption.

The type of study was descriptive, non-experimental of the transectional type. 10 water samples were collected from the outlet of the reservoir infrastructure and 2 dwellings (intermediate dwelling and furthest dwelling), using the procedures established in the Protocol of procedures for sampling, prevention, conservation, transportation, storage and reception. of water for human consumption (2015) and the Regulation of the quality of water for human consumption (2010). The analysis of the results consisted of finding an arithmetic mean for the physical and microbiological parameters, except for the chemical parameters.

The results obtained showed that the value of the physical parameter: free residual chlorine does not meet the value of the maximum permissible limit because it is less than 0.5 mg/L, the values of the microbiological parameters: total coliforms and thermotolerant coliforms do not meet the value of the maximum permissible limit for being above (their presence) and the values of the chemical parameters comply with the values of the maximum permissible limits.

It is concluded that the water supplied by the San Isidro Sanitation Services Administrative Board (JASS) to the population does not meet the requirements established in the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption, therefore the water is not suitable for Human Consumption, putting people's health at risk.

KEY WORDS: Water quality, human consumption, maximum permissible limit, health risk.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen los seres humanos en el mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. En nuestro país, el agua es un recurso muy abundante en la región selva pero escaso en la costa, dependiendo de los ciclos biogeoquímicos y de eventos climáticos como el fenómeno el niño.

El agua aparte de ser esencial para la vida, es el elemento que impulsa al desarrollo de una región, es por ello que el agua tratada, es decir aquella que no ocasiona enfermedades a las personas que la consumen, es vital para la salud pública, independientemente del fin que sea destinado para su uso, consumo humano, uso doméstico o producción de alimentos. El adecuado abastecimiento, el acceso al recurso y el saneamiento, tienen un impacto fundamental en el crecimiento económico de un país, así como, en la calidad de vida de su población. (1).

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide directamente sobre la calidad del agua (2), el cual se define como el transporte de agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria (3).

El agua considerada apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. El agua en el sistema de distribución puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios de distribución defectuosos, grifos con trincendios dañados, y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad (4).

En general los sistemas de agua para consumo humano han sido realizados por las comunidades a través de mingas con el apoyo económico de proyectos de cooperación. Los sistemas recibieron un apoyo económico y técnico para su construcción, pero ni las juntas ni los usuarios recibieron ninguna capacitación; y, luego de su construcción, no recibieron alguna clase de monitoreo y seguimiento, el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro no fue la excepción.

Frente a la situación expuesta, se decidió investigar: ¿La calidad del agua que consume la Población del Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano?, mediante la determinación de los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano, la comparación de los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano con los límites máximos permisibles del D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

INDICE

CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivo General y Objetivos Específicos	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Hipótesis	4
1.5. Variables e Indicadores.....	5
1.6. Justificación e Importancia.....	6
1.7. Viabilidad	7
1.8. Limitaciones.....	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1. Marco Legal.....	13
2.2.2. Autoridad Competente.....	14
2.2.3. Fuentes de Agua	15
2.2.4. Importancia de la Calidad del agua para consumo humano.....	16
2.2.5. Calidad del agua para el consumo humano	17
2.2.6. Contaminación del agua	28
2.2.7. Enfermedades producidas por la contaminación del agua	30
2.2.8. Sistemas de abastecimiento de agua	34
2.2.9. Vigilancia sanitaria y control de la calidad del agua para consumo humano	36
2.2.10. Desinfección de agua para consumo humano	38
2.2.11. Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)	39
2.3. Definiciones Conceptuales.....	41
2.4. Bases Epistémicas.....	43
CAPITULO III.....	46

MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1. Tipo de Investigación	46
3.2. Diseño y Esquema de la Investigación.....	46
3.3. Población y Muestra	47
Población	47
3.3.1. Muestra	48
3.4. Instrumentos de Recolección de datos	51
3.4.1. De la ficha de solicitud de análisis de aguas de consumo humano .	52
3.4.2. Del formulario de registro de la comunidad anexo y/o sector	52
3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos	52
3.5.1. Técnicas de recojo.....	52
3.5.2. Técnicas de procesamiento	55
3.5.3. Técnicas de presentación	56
CAPITULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Generalidades del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la junta administradora de servicios de saneamiento San Isidro.....	57
4.2. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) San Isidro	59
4.2.1. Parámetros Físicos.....	59
4.2.2. Parámetros Químicos	61
4.2.3. Parámetros Microbiológicos.....	62
4.3. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) San Isidro versus el D.S. 031-2010-SA – Reglamento de la calidad del agua para consumo humano	64
4.3.1. Parámetros Físicos versus el D.S. 031-2010-SA – Reglamento de la calidad del agua para consumo humano	64
4.3.2. Parámetros Químicos versus el D.S. 031-2010-SA – Reglamento de la calidad del agua para consumo humano	69
4.3.3. Parámetros Microbiológicos versus el D.S. 031-2010-SA – Reglamento de la calidad del agua para consumo humano	72
CAPITULO V	75
DISCUSIÓN	75

5.1. Parámetros Físicos	75
5.2. Parámetros químicos	80
5.3. Parámetros Microbiológicos	82
CONCLUSIONES	85
SUGERENCIAS	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables Independientes e Indicadores	5
Tabla 2. Variable Dependiente e Indicador	6
Tabla 3. Principales enfermedades transmisibles por el agua (ingestión)	30
Tabla 4. Enfermedades debido al agua (sin ingestión)	32
Tabla 5. Metales encontrados comúnmente en el agua para consumo humano y sus posibles fuentes	33
Tabla 6. Métodos de desinfección del agua	38
Tabla 7. Características de los compuestos de cloro	39
Tabla 8. Zonas abastecidas por la JASS San Isidro	48
Tabla 9. Puntos de monitoreo en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.....	49
Tabla 10. Técnicas de procesamiento para el análisis físico.....	53
Tabla 11. Técnicas de procesamiento para el análisis químico	54
Tabla 12. Técnicas de procesamiento para el análisis microbiológico	55
Tabla 13. Valores de los parámetros físicos de los 3 puntos de monitoreo	59
Tabla 14. Valores de los parámetros químicos de la primera vivienda.....	61
Tabla 15. Valores de los parámetros microbiológicos de los 3 lugares de monitoreo	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación de los puntos de monitoreo en el Sistema de abastecimiento de agua para consume humano de la JASS San Isidro	50
Figura 2. Comparación de los valores de la conductividad eléctrica de los lugares de monitoreo con el LMP	64
Figura 3. Comparación de los valores de los sólidos disueltos totales de los lugares de monitoreo con el LMP	65
Figura 4. Comparación de los valores de la turbiedad de los lugares de monitoreo con el LMP	66
Figura 5. Comparación de los valores del pH de los lugares de monitoreo con el LMP	67
Figura 6. Comparación de los valores de la temperatura de los lugares de monitoreo con el LMP	68
Figura 7. Comparación de los valores del cloro residual libre de los lugares de monitoreo con el LMP	69
Figura 8. Comparación de los valores de Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro y Cadmio de la primera vivienda con el LMP	70
Figura 9. Comparación de los valores de Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno de la primera vivienda con el LMP	71
Figura 10. Comparación de los valores de Níquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc de la primera vivienda con el LMP	72
Figura 11. Comparación de los valores de los Coliformes Totales de los lugares de monitoreo con el LMP	73
Figura 12. Comparación de los valores de los Coliformes Termotolerantes de los lugares de monitoreo con el LMP	74

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

La calidad del agua para consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, ya que sirve como vehículo de muchos microorganismos de orígenes gastrointestinales y patógenos al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua se tienen a las bacterias y virus y en menor cuantía a los protozoos y helmintos (2).

Siendo el agua indispensable para la vida, es necesario que los consumidores dispongan de un abastecimiento de agua satisfactorio, por lo que el abastecedor debe realizar el mayor esfuerzo posible para suministrar agua de la mejor calidad de acuerdo con las circunstancias. Esto se logra a través de la evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua suministrada y de las inspecciones sanitarias de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua (5).

En el 2010 con el objetivo de proteger y promover la salud y bienestar en la población la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) elaboro el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-SA en el cual se establece el marco normativo en la gestión de la calidad del agua; la vigilancia sanitaria del agua; así como los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano (6).

La autoridad de salud encargada de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano a nivel regional es la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, la falta de presupuesto, personal capacitado y coordinación con otras instituciones no permite que se monitoreen el total de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano ubicados dentro de la región de Ucayali.

El servicio de agua en la ciudad de Pucallpa es limitado, esto se debe a que la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A encargada de la distribución de este recurso no cuenta con suficientes redes de distribución, por tal motivo las zonas que no cuentan con el servicio municipal de agua potable se autoabastecen con sistemas de abastecimientos de fuentes de agua subterránea.

Tal es el caso del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro, cuyo objetivo es la prestación de servicios de agua para consumo humano desde el 22 de abril de 1999 dando atención a 145 familias, esta población consume el agua de la red de distribución de forma directa.

Las aguas que se captan no reciben un tratamiento adecuado de desinfección, asimismo no se realiza el debido control de la calidad física, química y microbiológica, el cual estaría exponiendo a las personas a un riesgo de enfermedades gastrointestinales y sustancias químicas.

Por lo que se consideró la necesidad de realizar una investigación sobre este problema. Los resultados de la presente investigación, contribuirán a que el consejo directivo de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro y las poblaciones abastecidas por esta, implementen las medidas preventivas y correctivas detalladas en las recomendaciones para mejorar la calidad del agua para consumo humano puesto que existe el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿La Calidad del agua que consume la Población del Asentamiento Humano San Isidro es apta para el Consumo Humano?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro?
2. ¿Estarán los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos dentro de los Límites Máximos Permisibles del agua de consumo en el Asentamiento Humano San Isidro?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar si la calidad del agua que consume el Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano.

1.3.2. Objetivo Específicos

1. Determinar los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de consumo en el Asentamiento Humano San Isidro.
2. Comparar los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de consumo en el Asentamiento humano San Isidro con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

1.4. HIPÓTESIS

General:

La calidad del agua que consume el asentamiento humano San Isidro es apta para el consumo Humano.

Específicos:

Los valores de la concentración de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua que consume la población del Asentamiento humano San Isidro cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

Los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro sobre pasarán los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

1.5. VARIABLES E INDICADORES

1.5.1. Variables Independientes:

Tabla 1. Variables Independientes e Indicadores

Variable	Indicador	Unidad
X ₁ : Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento.	✓ Conductividad	✓ uS/cm (microSiemens/centímetro)
	✓ Solidos disueltos totales	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Turbiedad	✓ UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
	✓ pH	✓ Valor de pH
	✓ Temperatura	✓ ° C (Grados Celsius)
	✓ Cloro residual libre	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Aluminio	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Cobre	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Cromo	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Hierro	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Manganeso	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Selenio	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Arsénico	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Cadmio	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Mercurio	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Plomo	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Coliformes totales	✓ UFC/100 mL (Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua)
	✓ Coliformes termotolerantes	✓ UFC/100 mL (Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua)

Fuente: Elaboración Propia

1.5.2. Variable Dependiente

Tabla 2. Variable Dependiente e Indicadores

Variable	Indicador	Unidad
Y = Calidad del agua para consumo humano	✓ Parámetros físicos.	✓ Agua apta para consumo humano.
	✓ Parámetros microbiológicos.	✓ Agua no apta para consumo humano.
	✓ Parámetros químicos.	

Fuente: Elaboración Propia

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La importancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano es que la inocuidad del agua abastecida asegura al consumidor su protección contra la presencia de agentes patógenos y compuestos físicos y químicos perjudiciales a su salud. La información que proveen los programas de vigilancia y control del agua para consumo humano, aparte del beneficio relacionado con la disminución de enfermedades transmitidas por vía hídrica, es un medio que permite el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

La calidad microbiológica del agua para consumo humano es de gran importancia y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el coliforme total y el termotolerante debe dársele la más alta prioridad dentro de la política del abastecedor de agua. De otra parte, la contaminación física y química también es importante, pero ello no está asociado con efectos agudos sobre la salud humana y por lo tanto debe tener una menor prioridad que la evaluación de la contaminación bacteriológica y que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades

relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia. Por lo tanto, este trabajo de investigación se justifica porque:

1. Los resultados de la presente investigación servirán para determinar si el agua que consumen las poblaciones abastecidas por el sistema de abastecimiento de la JASS San Isidro cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano es decir si es apta para el consumo humano.
2. Al difundir al consejo directivo de la JASS San Isidro los resultados de la calidad del agua para consumo humano les permitirá tomar las medidas correctivas que sean necesarias para adecuar los procesos de tratamiento haciendo uso de los insumos químicos necesarios de manera racional y adecuada.
3. Esta investigación se convertirá en un referente para las demás poblaciones de los distritos de la provincia de Coronel Portillo, quienes podrán hacer uso de estos lineamientos.

1.7. VIABILIDAD

El presente trabajo de investigación es viable debido a que:

- Existe información bibliográfica validada y estudios previos a nivel internacional y nacional de la evaluación de la calidad del agua para consumo humano.
- Existe la metodología para los procedimientos de ejecución del trabajo de investigación basado en el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte,

almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA) y en la Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (Directiva Sanitaria N° 058-MINSA/DIGESA-V.01).

- Se cuenta con los equipos y medios necesarios para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano que suministra el sistema de abastecimiento de la JASS San Isidro.

1.8. LIMITACIONES

Este trabajo queda limitado a que el consejo directivo y los dueños de las viviendas abastecidas por la JASS San Isidro se reúsen a brindar información acerca del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y de la toma de muestras de agua.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

A nivel Internacional

En Ecuador, Inga y Vanegas, en el 2017, evaluaron la calidad de agua que es utilizada por los usuarios de las viviendas de los sectores Leg Tabacay y Oriente Alto de la parroquia Bayas del cantón Azogues. Los resultados obtenidos demostraron que tanto los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los dos sectores analizados están dentro de los límites permitidos de acuerdo con las normativas utilizadas como la Norma INEN 1108-2014, Norma INEN 1108-2006, NMX 44-093-SCFI-200 y AYSA, mientras que en los parámetros microbiológicos como los coliformes totales se encuentran dentro del rango establecido por la Norma INEN 1108-2006 (7).

En Costa Rica, Hernández, en el 2016, evaluó la calidad del agua para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón. Los análisis determinaron que las concentraciones de Manganeso en el agua tomada de los pozos fueron altas y muchas veces estaban por encima de lo máximo permitido. Detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas. Concluyo que los factores que influyen en la calidad del agua pueden deberse a varios motivos: desde razones naturales y geológicas, hasta acciones antropogénicas, entre estas la escasa planificación urbana (ubicación

pozo-letrina), una pobre inversión en infraestructura de fuentes, pocas medidas de higiene (8).

En Maracaibo, Gutiérrez, en el 2013, explicó la calidad del agua con fines de uso doméstico y riego de 32 pozos profundos de agua subterránea del Municipio Mirando del estado Zulia. Las aguas de los pozos presentaron incumplimiento al menos en los siguientes parámetros: hierro total, manganeso, sodio, sulfato, pH, color y turbiedad. El 6,2 % son clasificadas como aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes (subtipo 1A), el 93,8 %, aguas que pueden ser acondicionadas por procesos de potabilización no convencional (sub-tipo 1C) y el 34,4 % cumple para fines agropecuarios (9).

En El Salvador, Melgar et al, en el 2012, realizaron un estudio preliminar de la calidad de aguas de pozos de captación superficial para consumo humano del Caserío El Tamarindo”, Cantón Las Delicias, Municipio de San Miguel. Determinaron a través de muestreos de tres sectores del caserío conocidos como: Tamarindo Centro, Guacamaya y Ciénaga de manera descriptiva la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, y analizaron 18 parámetros por muestra, y lo compararon con los valores de la Norma Salvadoreña Obligatoria para Agua Potable. El agua de todos los pozos analizados mostró contaminación por Coliformes Totales y Fecales además las concentraciones de Mercurio y Plomo superan los valores de la Norma. Los resultados muestran el deterioro de la calidad del agua respecto a los parámetros químicos y microbiológicos que constituyen un factor de riesgo para la salud de la población (10).

A Nivel Nacional

En Puno, Chambi, en el 2015, determino la contaminación con bacterias Coliformes y Escherichia coli y el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Trapiche del Distrito de Ananea. Determinando que las aguas de pozos, acequias y piletas que son fuentes de abastecimiento de agua de consumo de los pobladores de Trapiche no son aptas para consumo humano. La infraestructura de abastecimiento de agua presentaba rajaduras y fugas de agua, existían charcos de agua y materia fecal en los alrededores de los pozos de captación, por consiguiente, la infraestructura influía en el abastecimiento en la calidad e inocuidad del agua de consumo (11).

En Tacna, Cutimbo, en el 2012, determino la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas usadas para el consumo humano en los centros poblados de La Yarada y Los Palos. Los indicadores usados para la determinación de la calidad bacteriológica del agua subterránea fueron: Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y Bacterias Mesófilas Heterótrofas. De los 46 pozos muestreados los que presentaron un agua para el consumo humano fueron: para recuento de bacterias heterotróficas 2%, para coliformes totales 54% y para bacterias termotolerantes 11%. De estos pozos, 21 (46%) se encontraron bacteriológicamente aptas para el consumo humano, 25 (54%) no aptas (12).

En San Martín, Chong, en el 2010, evaluó la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor La Libertad, distrito de San

Rafael. De los resultados obtenidos pudo concluir que las aguas del C.P.M. no son aptas para el consumo humano, por encontrarse contaminadas a través de residuos fecales. Pudo determinar que el suelo de esta comunidad es granular, de alto coeficiente de permeabilidad, lo que le llevó a colegir, que por tal motivo los residuos fecales llegan más fácilmente al torrente por infiltración. Respecto a la tasa de morbilidad, se verificó que cada año se van incrementando las enfermedades producidas principalmente por el consumo de aguas contaminadas por residuos fecales, lo que puso en alerta, ya que este resultado es la consecuencia del descuido en que se vive en dicho C.P.M (13).

A Nivel Regional

Guimaraes, en el 2015, evaluó la calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por EMAPACOP.S.A. en los AA.HH. Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica. Los análisis fisicoquímicos mostraron que los resultados de ambos pozos se encontraron por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano. Los análisis microbiológicos determinaron que el primer pozo se encuentra apto para el consumo humano, mientras que el segundo pozo no se encuentra apto. En cuanto a la cultura hídrica determinó que luego de realizar las charlas obtuvo como resultado de que el 90% había comprendido y asimilado sobre la cultura hídrica (14).

Santa Cruz, en el 2014, estableció el índice de calidad del agua (ICA) de tres pozos que abastecen a la comunidad nativa Pueblo Nuevo. Los coliformes fecales, el porcentaje de saturación de O.D. y la valoración de fosfatos estuvieron fuera de los límites permisibles establecidos y a pesar de que los otros criterios estuvieron dentro de los estándares contemplados para agua de uso directo, el ICA – NSF calculado para los pozos estableció que la categoría del agua de los pozos era del rango de 26 – 50 en la escala del color Naranja con un índice de calidad de 31.95 estableciéndose como de Mala Calidad. El pozo 1, manifestó los más bajos valores de calidad con un índice de 25.57 dentro de un rango de 0-25 en la escala del color Rojo con una categoría de Muy Mala (15).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Marco legal

- **Constitución Política del Perú (1993):** En el Título I, capítulo II de los derechos sociales y económicos, artículo 7º A, el Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. (16).

- **Ley General de Salud (Ley Nº 26842):** En el Título II, capítulo VIII de la protección del ambiente para la salud, el artículo 107º sostiene que “El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, re-uso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que

dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento” (17).

- **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA.):** Tiene por objeto establecer los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir el agua para consumo humano para proteger la salud pública (18).

2.2.2. Autoridad competente

Las entidades encargadas para la gestión de la calidad del agua para consumo humano a nivel nacional son las siguientes:

1. Ministerio de salud

A través:

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria:

Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano (18).

A nivel regional:

Dirección Regional de Salud, Gerencias Regionales de Salud o Dirección de Salud:

Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción (18).

2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados (18).

3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

Formular o adecuar las directivas, herramientas e instrumentos de supervisión de su competencia a las normas sanitarias establecidas para su aplicación por los proveedores de su ámbito de competencia (18).

4. Gobiernos locales, provinciales y distritales

Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano (18).

2.2.3. Fuentes de agua

- **Aguas pluviales:** Son las más puras que se encuentran en la naturaleza. Desde el punto de salud pública: son de buena calidad, si se captan o almacenan con toda precaución, para evitar su contaminación debido a materias extrañas que pueden encontrarse en las áreas de recojo o por un almacenamiento inadecuado en el recipiente (19).

- **Aguas superficiales:** Proceden en su mayor parte de la lluvia y son una mezcla del agua que corre por el suelo y de la que brota del subsuelo. Está constituida por los ríos, mares, reservorios

naturales, lagunas, etc., aunque sean cristalinas están generalmente contaminadas siendo peligroso usarlo en el consumo, mientras no se sometan a un tratamiento adecuado (19).

➤ **Aguas subterráneas:** Son aquellas formadas por el agua que se infiltra en las capas interiores de la superficie de la tierra y que afloran como manantiales, o son captadas por medio de galerías filtrantes, pozos, etc. Ofrecen ventajas en cuanto a:

- Suelen estar libres de bacterias y microorganismos patógenos.
- Comúnmente se usan sin ningún tratamiento.
- Su captación y distribución son prácticas y económicas en la mayoría de los casos.
- La capa acuífera de la que se extraen constituye generalmente un depósito natural en el punto de la toma. (19)

2.2.4. Importancia de la calidad del agua para consumo humano

El reconocimiento del agua como vehículo de dispersión de enfermedades data de hace mucho tiempo. Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico (2).

La calidad del agua no es suficiente para asegurar beneficios a la salud humana; es necesario que adicionalmente se satisfagan tres aspectos: cantidad, continuidad y costo razonable. Al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición, así como de la correcta disposición de excrementos (2).

2.2.5. Calidad del agua para consumo humano

Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso (20). A continuación, se tratan en detalle las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua:

1. Características físicas

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes: conductividad eléctrica, turbiedad, sólidos disueltos totales, color, cloro residual libre, olor, sabor, temperatura y pH (20).

- **Conductividad eléctrica:** La conductividad es la capacidad del agua para conducir electricidad y la resistividad eléctrica se define analógicamente como el inverso de la conductividad. Las unidades son microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para la conductividad; y para la resistividad Ohmio-m ($\Omega\text{-m}$). 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 aproximado del 2% en la conductividad (21).

- **Sólidos Disueltos Totales (SDT):** Es la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. Está relacionada con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $\text{TDS} = \text{C.E. (mmhos/cm)} \times 700$; mg/L para considerarse TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de dos micras. La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua (22).

- **Turbiedad:** La turbiedad en el agua de consumo está causada por la presencia de partículas de materia (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a

la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución. La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) (23).

- **pH:** Es un parámetro básico que indica el grado de acidez o basicidad del agua. Por lo general, un agua con pH menor de 6,0 es considerada agresiva y corrosiva para los metales. Un pH ácido en el agua no necesariamente indica la presencia de ácidos, pues algunas sales como las de aluminio pueden generar pH 4 por hidrólisis (20).

- **Temperatura:** Es el potencial calorífico en grados Celsius de un medio o cuerpo. En las aguas subterráneas este parámetro es muy poco variable y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar, algunos incrementos son producto de la actividad geotérmica (24).

- **Color:** Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente (20).

- **Olor y sabor:** Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la

actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales. En algunos casos, la eliminación de los olores puede realizarse mediante la aereación o la adición de carbón activado (20).

2. Características químicas

Pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor. A continuación, se sustentan las características e importancia de los principales parámetros químicos relacionados con las fuentes de abastecimiento (20).

- **Cloro residual libre:** El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores en el agua (25).

- **Aluminio:** Las fuentes más comunes de aluminio en el agua de consumo son el aluminio de origen natural y las sales de aluminio utilizadas como coagulantes en el tratamiento del agua. La presencia de aluminio en concentraciones mayores que 0,1–0,2 mg/l suele ocasionar quejas de los consumidores como consecuencia de la precipitación del flóculo de hidróxido de

aluminio en los sistemas de distribución y el aumento de la coloración del agua por el hierro (26).

- **Amonio:** Es el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas. El amoniaco es un micronutriente para microorganismos y algas en los sistemas de distribución. Este compuesto influye en los procesos de desinfección con cloro e incrementa su demanda debido a la formación de cloramidas (20).

- **Antimonio:** En el agua puede encontrarse bajo el estado de oxidación III o V. Las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales con antimonio son las descargas de la industria petrolera, cerámica, entre otras. Debido a que su comportamiento químico es parecido al del arsénico, su proceso de remoción es similar al de este (20).

- **Arsénico:** Es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural (26).

- **Bario:** Elemento altamente tóxico para el hombre; causa trastornos cardíacos, vasculares y nerviosos (aumento de presión arterial). La contaminación del agua por bario puede provenir

principalmente de los residuos de perforaciones, de efluentes de refinerías metálicas o de la erosión de depósitos naturales (20).

- **Boro:** Existen estudios que demuestran su influencia en el retardo del crecimiento de las plantas. Estudios realizados en plantas piloto han demostrado gran eficiencia de remoción de boro en los procesos de ablandamiento cal-soda a pH 8,5–11,3 (98%) y, en menor grado, en la coagulación con sulfato férrico (20).

- **Cadmio:** El cadmio es un metal que se utiliza en la industria del acero y en los plásticos. Los compuestos de cadmio son un componente muy utilizado en pilas eléctricas. El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa (26).

- **Cianuro:** La concentración de cianuro en aguas superficiales se debe, por lo general, a su contaminación mediante descargas industriales, en especial de galvanoplastia, plásticos, fertilizantes y minería. Los efectos del cianuro sobre la salud están relacionados con lesiones en el sistema nervioso y problemas de tiroides (20).

- **Zinc:** En el agua de suministro, el zinc proviene generalmente del contacto con accesorios y estructuras galvanizadas o de bronce. Por ser un elemento anfótero, el zinc puede estar en sus formas solubles tanto con pH ácido como alcalino. Debido a esto, su remoción es difícil, aunque hay poca información al respecto (20).

- **Cloruros:** Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas. Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos (20).

- **Cobre:** Con frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones menores a un mg/L. La presencia del cobre en el agua está relacionada principalmente con la corrosión de las cañerías en la vivienda, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera. En concentraciones altas, el cobre puede favorecer la corrosión del aluminio y el cinc y cambiar el sabor del agua. (26).

- **Cromo:** El cromo es un elemento distribuido extensamente en la corteza terrestre (referencia guía). La erosión de depósitos naturales y los efluentes industriales que contienen cromo (principalmente de acero, papel y curtiembres), se incorporan a los cuerpos de aguas superficiales (26).

- **Fenoles:** Su presencia en el agua está relacionada con la descomposición de hojas, materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, entre otros. Los compuestos fenólicos y los fenoles halogenados son tóxicos para el hombre a concentraciones altas. Los compuestos fenólicos son muy difíciles de remover con los tratamientos convencionales (20).

- **Fluoruros:** Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental. Si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar manchas en los dientes y dañar la estructura ósea. Las principales fuentes de concentraciones contaminantes de flúor en el agua son los efluentes de fábricas de acero y metales o de fábricas de plásticos y fertilizantes (20).

- **Hierro:** El hierro es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general, sus sales no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua (26).

- **Manganeso:** El manganeso es un elemento esencial para la vida animal; funciona como un activador enzimático. Su presencia no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al hierro. Hay manganeso de origen natural en muchas fuentes de aguas superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones anaerobias o de microoxidación, y es la fuente más importante de manganeso en el agua de consumo, aunque la mayor exposición proviene, habitualmente, de los alimentos (26).

- **Mercurio:** Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua. El mercurio es un metal pesado muy tóxico para el hombre en las formas aguda y crónica. La turbiedad desempeña un papel importante en la reducción de las concentraciones de mercurio en el agua, pues experimentalmente se ha demostrado que con turbiedades mayores de 100 UNT, la eficiencia crece sustantivamente. (26)

- **Nitritos y nitratos:** Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal. Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ion ferroso (Fe^{2+}) de la desoxihemoglobina y forma metahemoglobina, en la cual el hierro se encuentra en estado férrico (Fe^{3+}), por lo que es incapaz de transportar el oxígeno (20).

- **Plata:** Se considera que en las personas que ingieren agua con cantidades excesivas de plata pueden presentar decoloración permanente e irreversible de la piel, los ojos y las membranas mucosas. El proceso de floculación puede lograr una eficiencia de entre 70 y 80% mediante sulfato férrico con un pH entre 7 y 9 ó sulfato de aluminio con un pH entre 6 y 8 (20).

- **Plomo:** Las fuentes naturales por lo general contienen plomo en concentraciones que varían notoriamente. Se pueden encontrar desde niveles tan pequeños como trazas hasta concentraciones importantes que contaminan definitivamente el recurso hídrico. El

plomo es un metal pesado en esencia tóxico; puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas. (26).

- **Selenio:** El selenio está presente en la corteza terrestre, generalmente en asociación con minerales que contienen azufre. Su origen, por lo general, está ligado a descargas de residuos mineros, petroleros e industriales, pero también puede provenir de la erosión de depósitos naturales. (26).

- **Sulfatos:** Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas (20).

3. Características microbiológicas

La presencia y extensión de contaminación fecal es un factor importante en la determinación de la calidad de un cuerpo de agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de estos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano. El examen de muestras de agua para determinar la presencia de microorganismos del grupo coliforme que habitan normalmente en el intestino humano y de otros animales de sangre caliente, da una indicación (20).

Grupo coliforme. Los coliformes son bacterias que habitan en el intestino de los mamíferos y también se presentan como saprofitos en el

ambiente, excepto la *Escherichia*, que tiene origen intestinal. Los coliformes tienen todas las características requeridas para ser un buen indicador de contaminación. Este grupo de microorganismos pertenece a la familia de las enterobacteriáceas. Se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en un lapso de 24-48 horas y producir ácido y gas (20). Los siguientes géneros conforman el grupo coliforme:

- Klebsiella
- Escherichia
- Enterobacter
- Citrobacter
- Serratia

Coliformes totales. El «total de bacterias coliformes» (o «coliformes totales») incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de los coliformes totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas (26).

El grupo de los coliformes totales incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas (26).

Coliformes termotolerantes (fecales): Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes (20).

Se considera que *Escherichia coli* es el índice de contaminación fecal más adecuado. En la mayoría de las circunstancias, las poblaciones de coliformes termotolerantes se componen predominantemente de *E. coli*; por lo tanto, este grupo se considera un índice de contaminación fecal aceptable, pero menos fiable que *E. coli*. *Escherichia coli* (o bien los coliformes termotolerantes) es el microorganismo de elección para los programas de monitoreo para la verificación, incluidos los de vigilancia de la calidad del agua de consumo (26).

2.2.6. Contaminación del agua

El agua se considera contaminada, cuando se altera su composición o condición y resulta menos apta para la función que en su estado natural resultaría apropiada. En esta definición están las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Incluye también la descarga de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas, los cambios de temperatura debido a la descarga de agua caliente (25).

➤ **Actividades que originan la contaminación de agua:** Las fuentes de agua se contaminan por la descarga indiscriminada

de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales o agrícolas sin tratamiento. Esto puede causar la desaparición de muchas especies acuáticas, además de provocar la proliferación de malos olores que afectan al medio ambiente. Por esta razón, el agua dulce pierde su calidad (25).

➤ **Formas de contaminación del agua:** La contaminación puede ser accidental, pero más frecuentemente se debe a la evacuación sin control de aguas residuales y otros desechos líquidos procedentes del uso doméstico del agua, desechos industriales que contienen una gran variedad de contaminantes, efluentes agrícolas de instalaciones zootécnicas y drenajes de sistemas de riego y aguas de escorrentía urbana. Otra causa de contaminación es la aplicación deliberada de productos químicos al suelo para aumentar el rendimiento de los cultivos, o su adición al agua para controlar organismos indeseables (25).

➤ **Tipos de contaminantes:** Entre ellas figuran los detergentes, disolventes, cianuros, metales pesados, ácidos, minerales y orgánicos, sustancias nitrogenadas, grasas, sales, blanqueadores, colorantes y pigmentos, compuestos fenólicos, curtientes, sulfuros y amoniacos; muchos de estos compuestos son biocidas y tóxicos. El uso del agua como refrigerante aporta temperaturas superiores a las normales de los cursos de agua (25).

La concentración de contaminantes presentes en las aguas servidas originales suele alterarse cuando el agua se trata antes

de la descarga. El destino de los contaminantes después de su descarga a un agua natural dependerá generalmente de su naturaleza (solubilidad, biodegradabilidad) y de la masa de agua de que se trate (25).

2.2.7. Enfermedades producidas por la contaminación del agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por diferentes tipos de microbios, incluidas las bacterias, protozoarios, virus y lombrices, que pueden transmitir a los humanos, a través del agua infectada, otros humanos o los animales. La eliminación inadecuada de las excretas humanas contamina el agua, las manos y los alimentos, pues a través de estos tres medios los microorganismos ingresan por la boca, causan la enfermedad e incluso la muerte (25).

En las tablas 3 y 4 se muestran las principales enfermedades transmitidas por el agua y debido al agua (25).

Tabla 3. Principales enfermedades transmitidas por el agua (ingestión)

Nombre	Agente	Sintomas Principales	Reservorio
Salmonelosis	Bacteria	Dolores abdominales, diarreas, nauseas, vomitos, fiebre.	Animales domesticos, personas enfermas.
Colera	Bacteria	Fiebre, diarreas, malestar abdominal, vomitos.	El humano y animales domesticos.
Fiebre tifoidea	Bacteria	Fiebre, malestar general, anorexia.	El humano, paciente o portador.
Criptosporidiosis	Protozoario	Fiebre, diarreas.	Ser humano.
Shigelosis	Bacteria	Fiebre, diarreas.	Ser humano.
Disenteriasis	Protozoario	Diarreas, fiebre, vomito, colico.	El ser humano y animales domesticos.
Giardiasis	Protozoario	Asintomatica, asociada con diarreas.	El ser humano.
Hepatitis	Virus	Fiebre, nauseas, anorexia, malestar general.	El ser humano.

Fuente: Guía para los gobiernos locales, 2005.

Tabla 4. Enfermedades debido al agua (sin ingestión)

Nombre	Agente	Síntomas principales	Reservorio
Dengue	Virus	Fiebre alta y continuo dolor	Transportado por el mosquito que lo inyecta en la sangre.
Malaria	Protozooario	Anemia	Se transmite de la saliva y la picadura de un mosquito portador. Los parásitos se transportan en el torrente sanguíneo hacia el hígado humano donde se reproduce.
Esquistosomiasis	Protozooario	Infección	Se desarrolla en caracoles de agua dulce, que se encuentran en los lagos, canales de irrigación y campos agrícolas inundables.
Onchocerciasis (Ceguera de los ríos)	Larvas de lombrices	Picazones severas o dermatitis	Se desarrollan en moscas negras, las cuales los transmiten a los humanos mediante picaduras.

Fuente: Guía para los gobiernos locales, 2005

En la tabla 5 se describen brevemente algunos metales encontrados comúnmente en el agua para consumo humano.

Tabla 5. Metales encontrados comúnmente en el agua para consumo humano y sus posibles fuentes

Metal	Efectos de la ingestión a través del agua para consumo humano.	Posibles fuentes.
Arsénico	Daños a la piel, problemas en el sistema circulatorio, mayor riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales, subproductos de la minería, escorrentía de residuos de la producción de vidrio y dispositivos electrónicos. Corrosión de tuberías galvanizadas, erosión de depósitos naturales, descarga de refinerías de metal lixiviado de baterías desechadas y pinturas.
Cadmio	Daños al riñón.	
Mercurio	<u>Exposición a largo plazo:</u> Puede dañar permanentemente el cerebro, los riñones y el feto. Provoca irritabilidad, timidez, temblores, cambios en la visión o en el sistema auditivo y problemas de memoria.	El mercurio inorgánico (mercurio metálico y compuestos inorgánicos del mercurio) entra en el aire de depósitos del mineral, de la quema de carbón y de basura, y de algunas fábricas. Entra en el agua o el suelo a partir de depósitos naturales, de la deposición de basuras y de la actividad volcánica.
	<u>Exposición a corto plazo:</u> Puede causar efectos incluido daño al pulmón náuseas, vómitos, diarreas, aumento en la presión arterial o en el ritmo cardíaco, erupciones en la piel e irritación de ojos. <u>Infantes y Niños:</u> Retardo en el desarrollo físico o mental.	
Plomo	<u>Adultos:</u> Problemas renales, presión alta.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales.
Zinc	Rechazo de los consumidores por su sabor.	
Cobre	<u>Exposición a corto plazo:</u> Malestar gastrointestinal.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales, subproductos de minería.
	<u>Exposición al hígado o riñón:</u> Daños al hígado o riñón.	

Fuente: Guía para los gobiernos locales, 2005

2.2.8. Sistema de abastecimiento de agua

Un sistema de abastecimiento es un conjunto de estructuras que se construyen con el fin de suministrar un agua, desde una fuente de abastecimiento hasta el consumidor, conservando, mejorando la calidad de agua y haciéndola segura para la bebida. Tipos de Sistemas de Agua:

- **GST: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento:** Las fuentes de abastecimiento son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes. En estos sistemas, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo presenta buena calidad bacteriológica. Sus componentes son: Captación, Línea de conducción o impulsión, Reservorio, Línea de aducción, Red de distribución, Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas (27).

- **GCT: Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento:** Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento”. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda. Sus

componentes son: Captación, Línea de conducción o impulsión, Planta de tratamiento de agua, Reservorio, Línea de aducción, Red de distribución, Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas (27).

- **BST: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento:** Estos sistemas también se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final. Generalmente están constituidos por pozos. Sus componentes son: Captación, Estación de bombeo de agua, Línea de conducción o impulsión, Reservorio, Línea de aducción, Red de distribución, Conexiones domiciliarias (27).

- **BCT: Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento:** Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final. Sus componentes son: Captación, Línea de conducción o impulsión, Planta de tratamiento de agua, Estación de bombeo de agua, Reservorio, Línea de aducción, Red de distribución, Conexiones domiciliarias (27).

2.2.9. Vigilancia sanitaria y control de la calidad del agua para consumo humano

La vigilancia sanitaria puede definirse como *“el conjunto de acciones adoptadas por la autoridad competente para evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua suministrada por los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, así como para valorar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada con la calidad del agua”* (2).

En teoría, la vigilancia sanitaria tiene dos grandes componentes: (a) la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico a fin de determinar el impacto en la salud; y (b) el examen permanente y sistemático de la información sobre calidad del agua para confirmar que la fuente, el tratamiento y la distribución respondan a objetivos y reglamentación establecidos (2).

De ese modo, el examen permanente del sistema de abastecimiento conformado por la inspección sanitaria y la evaluación de la calidad del agua destinada al consumo humano, así como el análisis del perfil epidemiológico de la comunidad sirven al órgano responsable por la vigilancia sanitaria como instrumentos de evaluación del riesgo. El control de la calidad del agua puede definirse como *“el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor con el objetivo de verificar que la*

calidad del agua suministrada a la población cumpla con la legislación” (2).

Ello es posible a través de una combinación de mantenimiento preventivo y de buenas prácticas operativas apoyado por la evaluación continua de la calidad de las fuentes, de los procesos de tratamiento y del sistema de distribución juntamente con las inspecciones sanitarias lo que asegura la buena calidad del agua y la ausencia de su recontaminación en el sistema de distribución (2).

Elementos de vigilancia y control

La OMS ha definido tres elementos que todo programa de vigilancia debe contener. Los referidos elementos también resultan aplicables al caso de control de calidad:

- **Inspección técnica o inspección sanitaria.** La inspección sanitaria es una actividad que permite identificar los posibles problemas y fuentes de contaminación e intenta proporcionar un rango de información y la identificación de problemas potenciales de contaminación.
- **Evaluación física, química y microbiológica del agua de consumo humano.** Esta evaluación permite investigar las características de la calidad del agua y define la aceptabilidad de ella para consumo humano.
- **Evaluación institucional.** Está relacionada con los aspectos de gerencia y operacional del abastecedor y con el grado de apoyo a las actividades de control de calidad (2).

2.2.10. Desinfección de agua para consumo

La desinfección del agua podría definirse como el proceso de destrucción o desactivación de agentes patógenos y otros microorganismos indeseables presentes en el agua destinada al consumo humano (25).

✓ Métodos de desinfección

Los desinfectantes y el equipo de desinfección se deben seleccionar de modo que satisfagan en lo posible las condiciones específicas de la aplicación a que se destinen, y teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la fiabilidad, continuidad y eficacia de la desinfección. Los principales métodos de desinfección del agua se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Métodos de desinfección del agua

Físicos		Químicos	
Ebullición			Hipoclorito Sodio.
Tamices	Cloro		Hipoclorito de Calcio.
Sedimentos			
Filtros de arena			
Radiación solar (luz)	Yodo		Dicloro isocianurato de sodio

Fuente: Guía para gobiernos locales, 2005

✓ Hipocloritos

Pueden ser líquidos o sólidos. De amplio uso en pequeños sistemas de abastecimiento y en la desinfección domiciliar de agua para el consumo directo; tienen efecto residual. Existen también dosificadores por erosión de tabletas de hipoclorito de calcio de alta concentración (25).

✓ **La cloración como método de desinfección**

Para cualquier método de desinfección, incluida la cloración, la eficiencia de la desinfección está basada en la naturaleza y concentración de los microorganismos de interés, y en la naturaleza del agua a ser desinfectada. Por eso, antes de realizar la desinfección de agua es muy importante conocer la calidad bacteriológica y fisicoquímica del mismo, especialmente en lo que respecta a contaminación fecal y turbiedad (25).

✓ **Compuestos de cloro**

El cloro se encuentra a la venta bajo diversas formas y es relativamente económico y sencillo de aplicar al agua. Los compuestos de cloro de mayor uso en la desinfección del agua se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7. Características de los compuestos de cloro

Compuesto	Presentación	Aplicación
Hipoclorito de sodio (comercial)	Líquido	Solución
Hipoclorito de calcio	Sólido	Solución
Cal clorada	Sólido	Solución

Fuente: Guía para gobiernos locales, 2005

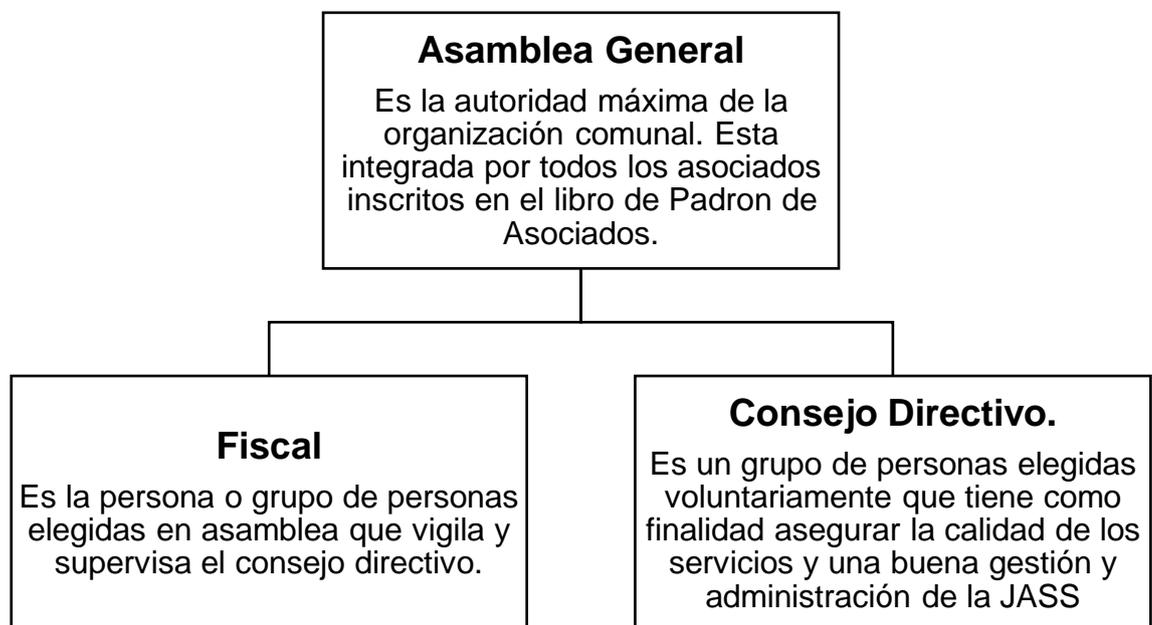
2.2.11. Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)

La JASS es una asociación que se encarga de la prestación de los servicios de saneamiento en los centros poblados y comunidades rurales. Se llama servicios de saneamiento a los

servicios de agua potable, disposición de excretas (letrinas) y eliminación de basura (28).

1. Importancia: La JASS es importante porque cuando está bien organizada, y cuando se administran, operan y mantienen eficientemente los servicios de saneamiento, se contribuye a mejorar la calidad de vida en la comunidad (28).

2. Organización



Fuente: Manual de organización y gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento – JASS, 2013.

3. Consejo directivo: Conformado por: presidente, secretario, tesorero, fiscal, vocal. Sus miembros son elegidos (as) por la Asamblea General por un periodo de 2 años (28).

4. Funciones:

- Administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento.
- Elaborar y evaluar el Plan Operativo Anual, el Presupuesto Anual y la propuesta de la Cuota Familiar y sus reajustes.
- Velar por el patrimonio de la JASS.
- Comprar o alquilar a nombre de la JASS los bienes que se requieran para la prestación de los servicios de saneamiento: insumos, herramientas, maquinaria y equipos.
- Seleccionar al personal necesario para realizar labores de operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento.
- Realizar las coordinaciones que fuesen necesarias, con la Municipalidad Distrital de su jurisdicción, instituciones de salud, educación y otras instituciones relacionadas con la prestación de los servicios de saneamiento (28).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agua cruda:** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento (6).
- **Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (6).
- **Agua tratada:** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano (6).
- **Análisis microbiológico del agua:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo

humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismo (6).

- **Análisis físico y químico del agua:** Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas (6).
- **Cloro residual libre:** Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (6).
- **Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (6).
- **Metal Pesado:** Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres humanos. Ejemplos de metales pesados son el cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), mercurio (Hg), arsénico (As), etc. (6).
- **Monitoreo:** Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua. (6).
- **Riesgo Sanitario:** Probabilidad de daño a la salud de las personas derivado de factores o condiciones relacionados a los sistemas de agua para consumo humano (6).
- **Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano:** 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 (6).

- **Vigilancia sanitaria:** Conjunto de actividades de observación y evaluación que realiza la autoridad de Autoridad de Salud competente para identificar y evaluar los 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 en cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (6).

2.4. BASES EPISTÉMICAS

➤ **La Preocupación Internacional por el Agua**

La conferencia de Naciones Unidas de 1977 en Mar de Plata prestó atención al suministro de agua potable y saneamiento básico. Su plan de acción “reconoció por vez primera el agua como un derecho humano y declaraba que ‘Todos los pueblos, cualquiera que sea su nivel de desarrollo o condiciones económicas y sociales, tienen derecho al acceso a agua potable en cantidad y calidad acordes con sus necesidades básicas. La Cumbre de las Naciones Unidas del año 2000 aprobó la Declaración del Milenio, estableciendo entre sus metas para el año 2015 la reducción a la mitad del porcentaje de personas sin acceso al agua potable. (30).

➤ **Situación de los servicios de agua potable y alcantarillado**

Primera etapa (1990-1993)

Antes de 1990 el servicio público de agua en zonas urbanas estaba a cargo del Servicio Nacional de Agua Potable y Alcantarillado - SENAPA,

organismo público descentralizado del entonces Ministerio de Vivienda y Construcción. En el ámbito rural, el organismo responsable era el Ministerio de Salud. La Constitución de 1979 estableció que los servicios públicos locales eran de competencia municipal, y su desarrollo legal se realizó a través de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 23853. (31).

Segunda etapa (1994-2002)

Hacia el año 2000, la Dirección General de Saneamiento del Ministerio de la Presidencia asumió el encargo de constituirse como ente rector, con sucesivos cambios hasta el 2002, año en que se asigna dicha responsabilidad a la Dirección Nacional de Saneamiento, parte del Viceministerio de Saneamiento, en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Por su lado, el Ministerio de Salud mantuvo sus funciones de vigilancia de la calidad del agua y, sobre todo, de cubrir vagamente el espacio de regulación y supervisión en el ámbito rural (31).

Tercera etapa (2003 en adelante)

Con la aprobación de la Reforma Constitucional del Capítulo XIV del Título IV sobre Descentralización, a través de la Ley N° 27680, se inició un nuevo proceso de descentralización. En este periodo, se pone algún énfasis en el ámbito rural, fundamentalmente a través de programas como PRONASAR, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, a cargo del ente rector en el Gobierno Central, y los proyectos implementados gracias a la iniciativa de la cooperación internacional como SANBASUR y PROPILAS (31).

➤ **El futuro del saneamiento**

En las zonas rurales el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda se ha enfocado en atender a la población más excluida. El programa trabaja para brindar oportunidades de mejora en la salud de las familias mediante servicios de agua potable, módulos sanitarios (baños) y fortalecer las capacidades de los comuneros en operación y mantenimiento de los servicios. En cada comunidad se hace un reservorio para captar el agua financiada por el proyecto. Las Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento (JASS) – quienes se encargan de administrar el agua en estas zonas –son capacitadas para realizar la cloración, dosificar el agua y cobrar entre S/.2 y S/.5 a los pobladores de acuerdo con las necesidades de la comunidad. (32).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

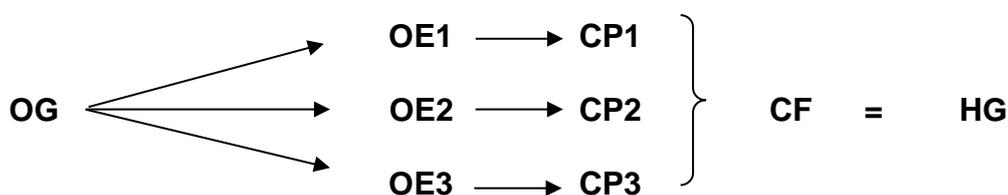
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los objetivos planteados, el presente estudio, fue del tipo aplicada, porque según Hernández, Fernández, & Bautista (2014) los aportes de este tipo de investigación están dirigidos a la solución de problemas de algún fenómeno o aspecto de la realidad perteneciente al dominio de estudio de una disciplina científica; se caracteriza por que busca la aplicación de conocimientos existentes (límites máximos permisibles D.S. N° 031-2010-SA) (33).

3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

Según el propósito de la investigación, este estudio corresponde a un diseño no experimental de tipo transeccional o transversal, es no experimental debido a que los datos fueron recolectados directamente de la realidad, sin modificar las variables. Y es del tipo transeccional debido a que se realizó tres mediciones de las variables en un periodo de tiempo determinado. La investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. El propósito de los diseños de investigación transeccional es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (33).

La investigación por su diseño será por “Objetivos”, conforme a los resultados que se obtendrán de acuerdo con el esquema que se acompaña:



Donde:

OG=Objetivo General.

OE=Objetivo Específico.

CP=Conclusión Parcial.

CF=Conclusión Final.

HG=Hipótesis General.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población:

La población en el ámbito de estudio del área de influencia del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS San Isidro, son los lugares o puntos posibles de toma de muestra, específicamente la **captación, salida de la infraestructura del reservorio y las 145 viviendas abastecidas** por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento San Isidro:

Tabla 8. Puntos de Monitoreo de la JASS San Isidro

Nº Puntos	Puntos de Monitoreo
01	Captación
01	Salida de la infraestructura del reservorio
145	Asentamiento Humano San Isidro
Total	147 Puntos de Monitoreo

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Muestra:

La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población. (33).

La muestra se determinó teniendo en cuenta los puntos de monitoreo que son abastecidas por la JASS San Isidro, y lo establecido en el Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA.

Se estableció puntos de monitoreo fijos; de acuerdo a sus características en cuanto al tipo de sistema de abastecimiento (bombeo sin tratamiento) de agua para consumo humano y patrones generales que se adaptan a los objetivos de esta investigación. Estos puntos son:

- **Salida de la infraestructura del reservorio**
- **02 viviendas (vivienda inicial y vivienda final).**

De esta manera la muestra (los puntos de monitoreo que conformaron la muestra) serán 3 (ver figura 1). Así mismo la frecuencia del monitoreo es de manera mensual durante 3 meses consecutivos, y la frecuencia por parámetro es la siguiente:

- ✓ Muestreo de parámetros de campo: se realizó 03 muestras al mes, una muestra en la salida del reservorio y dos muestras en las viviendas, lo cual cumple con lo indicado en la R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA.

- ✓ Muestreo de parámetros bacteriológicos: se realizó el análisis de 03 muestras al mes, lo cual no cumple con la R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA, que indica que se debe de realizar 08 muestras al mes, esto se debe a que en la norma sanitaria indican mas puntos de monitoreo, ya que se trata de un sistema de gravedad o bombeo con tratamiento, mientras que el tipo de sistema que cuenta la JASS San Isidro es de bombeo sin tratamiento, por eso es la razón de la disminución de 05 puntos de monitoreo.
- ✓ Muestreo de parámetros de metales pesados: se realizó 01 muestra por todo el periodo de monitoreo, lo cual cumple con el R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA, que indica que se debe realizar 03 muestras al año (01 muestra cada 04 meses), ya que la evaluación se desarrolló en un periodo de 03 meses consecutivos, le corresponde una (01) muestra de metales pesados.

Tabla 9. Puntos de monitoreo en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano

LUGAR DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM		
			ESTE	NORTE	ALTURA (msnm)
Salida de la infraestructura del reservorio	SR	Salida de la infraestructura del reservorio	545380	9071599	161
AA.HH San Isidro	VI-1	Vivienda inicial del AA.HH San Isidro	545404	9071557	160
	VF-2	Vivienda final del AA.HH San Isidro	545168	9072025	155

*Datum WGS 84, Zona 18L

Fuente: Elaboracion propia

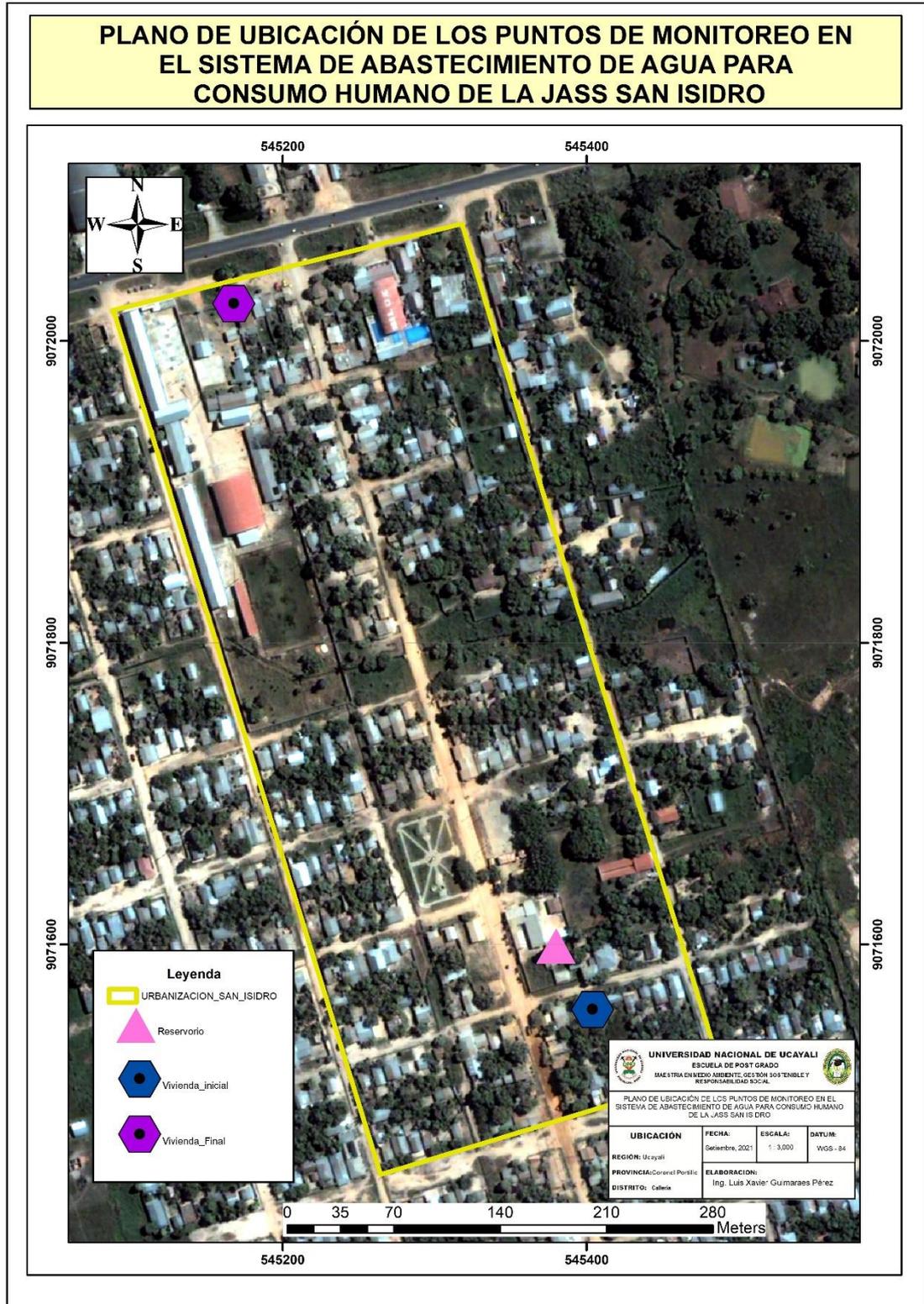


Figura 1. Plano de ubicación de los puntos de monitoreo en el Sistema de abatecimiento de agua para consumo humano de la JASS San Isidro.

Fuente: Elaboracion Propia

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados (33).

Se utilizaron como instrumentos la ficha de solicitud de análisis de agua del laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, los formularios, listas y la matriz de riesgos de la Directiva Sanitaria N° 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (PCC), con la finalidad de obtener información inicial sobre generalidades del sistema de agua u otros datos que relacionados a la calidad del agua, los formularios empleados son:

- ✓ Ficha N° 01: Solicitud de análisis de aguas de consumo humano: se utilizo esta ficha para indicar los parámetros a analizar por el laboratorio en las muestras de agua. Esta ficha es la ultima en utilizarse.
- ✓ Formulario N° 01: Registro de la comunidad anexo y/o sector: se utilizó este formulario para obtener información general sobre el Asentamiento Humano San Isidro, esta ficha se debe ser la primera en ser rellenada, antes de la realización del monitoreo.

Descripción de los instrumentos

3.4.1. De la ficha de solicitud de análisis de aguas de consumo

humano Es una ficha de registro de datos para el proceso de análisis físico, químicos y microbiológicos las cuales están sujetas a las muestras de agua obtenidas (Conductividad, pH, temperatura, turbiedad, cloro residual libre, Sólidos disueltos totales, coliformes totales y coliformes termotolerantes).

3.4.2. Del formulario de registro de la comunidad anexo y/o sector:

Este formulario permitió determinar la información general, el número y tipo de fuentes de agua, accesibilidad, servicios básicos, establecimientos educativos y autoridades locales

3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas de recojo

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron: la observación directa, documental o bibliográfica y la entrevista siendo estas unas poderosas técnicas de investigación científica. Esta fase se realizó siguiendo los procedimientos establecidos en el Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA, el cual es como sigue:

- **Toma, conservación y envío de muestras para el análisis físico y microbiológico:** Las muestras fueron recolectadas de un

grifo conectado directamente con la tubería de la salida de la infraestructura del reservorio y de los grifos de las viviendas. Los grifos se desinfectaron interna y externamente con alcohol al 70%. Se abrió la llave y se dejó que el agua fluya durante tres minutos antes de tomar la muestra. Se recolectaron en frascos de vidrio con capacidad de 1/2 litro y se llenó dejando un espacio de 2.5 cm para facilitar la agitación durante la etapa de análisis. Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (coolers) a temperaturas indicadas de 4 a 10 C°, se colocó dentro de la caja térmica gel refrigerante, el análisis se realizó en el laboratorio de control ambiental de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Ucayali (35).

- **Toma, conservación y envío de muestras para el análisis químico:** La muestra se recolecto directamente del grifo de la vivienda. Se recolecto en frascos de plásticos con capacidad de 1/2 litro. Se enjuago dos veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada. Se llenó hasta el límite del frasco. Se añadió 20 gotas de ácido nítrico (HNO₃) para preservar las muestras. Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (coolers) a temperaturas indicadas de 4 a 10 C°, se colocó dentro de la caja térmica gel refrigerante, el análisis se realizó en el laboratorio denominado Certificaciones del Perú – CERPER, el cual esta ubicado en Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao (35).

- **Análisis físico:** Estos análisis fueron realizados con los métodos que se indican a continuación:

Tabla 10. Técnicas de procesamiento para el análisis físico.

Parámetros	Métodos	Norma
Cloro residual libre	Colorimétrico de DPD (dietil-para-fenil-diamina)	NTP 214.030:2001 (revisada el 2016)
Sólidos totales disueltos	Eléctrico	-
Turbiedad	Nefelométrico	NTP 214.006:2010
Conductividad	Eléctrico	-
pH	Potenciométrico	NTP 214.029:2015
Temperatura	Calorimétrico	-

Fuente: NTP 214.

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 químico:** Para el análisis de mercurio, cadmio, hierro, plomo, manganeso, arsénico, cobre, cromo, selenio y aluminio se usaron los siguientes métodos:

Tabla 11. Técnicas de procesamiento para el análisis químico.

Parámetros	Métodos	Norma
Cadmio, Plomo, Cobre, Hierro, Manganeso, Cromo, Arsénico, Aluminio, Selenio	Espectrofotometría de absorción atómica	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
Mercurio	Espectrofotometría Atómica de Vapor Frío	EPA Method 245.7 (Val), Febrero 2005

Fuente: EPA Method.

- **Análisis microbiológico:** Estos análisis fueron realizados con los métodos que se indican a continuación:

Tabla 12. Técnicas de procesamiento para el análisis microbiológico.

Parámetros	Métodos	Norma
Coliformes Totales	Filtración por membrana	APHA. AWW.WEF. 9222B. 21 th Ed 2005.
Coliformes Termo tolerantes	Filtración por membrana	APHA. AWW.WEF. 9222B. 21 th Ed 2005.

Fuente: APHA, AWW, WEF 9222B. 21 th Ed. 2005.

3.5.2. Técnicas de procesamiento

✓ Análisis estadístico

El estudio corresponde a la estadística descriptiva. El análisis estadístico consistió en el cálculo de la medida de tendencia central: media aritmética; y de dispersión: desviación estándar y valores extremos de los valores obtenidos de los parámetros en los 3 muestreos de agua para el análisis e interpretación de los resultados (Anexo 10). Para ello, se utilizaron dos herramientas de softwares especiales para el procesamiento y síntesis de los datos: programa estadístico SPSS V.22 y el Microsoft Office EXCEL 2016.

Los parámetros físicos y microbiológicos: conductividad, temperatura, pH sólidos disueltos totales, turbidez, cloro residual libre, coliformes totales y coliformes termotolerantes fueron expresadas en medidas de tendencia central (Media aritmética) y de dispersión (desviación estándar y valores extremos). Los parámetros químicos: Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro,

Manganeso, Selenio, Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo fueron expresados en su único valor porque solo se realizó un análisis en el tubo que sale de la captación hacia el reservorio.

3.5.3. Técnicas de presentación

Finalmente, los datos de campo y los resultados de análisis de laboratorio obtenidos se contrastaron con el DS N° 031-2010-SA-Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos estadísticos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO SAN ISIDRO.

✓ **Administración del servicio de agua**

Razón Social: Junta Administradora de Servicios de Saneamiento San Isidro

Dirección : Av. Primavera s/n – AAHH. San Isidro.

Distrito : Callería

Provincia : Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de creación : 27 de abril de 1999.

✓ **Cobertura** : 145 viviendas.

✓ **Continuidad**

Horas al día : 24 Horas

Días a la semana : Lunes a Domingo

✓ **Antigüedad** : (1999) 22 años

✓ **Ente Ejecutor** : Fondo de Cooperación para el desarrollo social (FONCODES)

✓ **Tipo de sistema de abastecimiento:** Bombeo sin tratamiento.

✓ **Fuentes de agua:** Subterránea (Pozo Tubular)

✓ **Profundidad del Pozo Tubular:** 100 metros

✓ **Calidad:** No se realiza el control del cloro residual libre, ni el análisis físico, químico y microbiológico.

- ✓ **Clima:** Es caluroso – húmedo, muy tropical propio de la subregión selva baja, se caracteriza por temperaturas regularmente constantes con promedios de 25°C, alcanzando temperaturas máximas de 33.7 °C y mínimas de 18.9 °C. Las lluvias son abundantes, el promedio anual de precipitaciones mínimas varía de 400 hasta 4,000 mm y el promedio anual de las precipitaciones máximas se dan entre los 2,000 hasta 8,000 mm. El ciclo estacional de las precipitaciones se presenta de la siguiente manera: (14)
 - Ciclo lluvioso: febrero, marzo, abril y mayo.
 - Ciclo semi seco: junio, julio y agosto.
 - Ciclo seco: septiembre, octubre y noviembre.
 - Ciclo semi lluvioso: diciembre y enero.

- ✓ **Vías de acceso:** La principal vía de acceso es a través de la Carretera Federico Basadre y Av. Túpac Amaru aproximadamente a 15 minutos del centro de la ciudad.

- ✓ **Topografía y tipo de suelo:** Zona casi plana con pendiente promedio de 2%. El suelo es de tipo arcilloso (14).

- ✓ **Sistema de alcantarillado:** Del total de la población abastecida solo la población del AA.HH. San Isidro cuenta con alcantarillado, el cual esta administrado EMAPACOP S.A

4.2. VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) SAN ISIDRO.

4.2.1. Parámetros Físicos

En la Tabla 13 se reportan los resultados de los parámetros físicos (Conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad, pH, Temperatura y Cloro Libre Residual) de los 3 puntos de monitoreo: salida de la infraestructura del reservorio, Primera Vivienda y Segunda Vivienda.

Tabla 13. Valores de los parámetros físicos de los 3 puntos de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO																	
	Salida de la infraestructura del Reservorio						Primera Vivienda					Segunda Vivienda						
	N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos	
					Min	Max					Min	Max					Min	Max
Conductividad (uS/cm)	3	137,00	±	85,77	85,00	236,00	3	203,00	±	201,80	84,00	436,00	3	209,60	±	202,95	90,00	444,00
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	3	68,50	±	42,89	42,50	118,00	3	101,50	±	100,89	42,00	218,00	3	104,83	±	101,48	45,00	222,00
Turbiedad (UNT)	3	5,27	±	3,92	0,94	8,58	3	5,32	±	3,16	1,68	7,42	3	2,69	±	0,58	2,33	3,36
pH (Valor de pH)	3	7,13	±	0,81	6,42	8,02	3	7,12	±	0,82	6,40	8,02	3	7,18	±	0,75	6,60	8,02
Temperatura (°C)	3	28,00	±	0,45	27,50	28,40	3	28,33	±	0,94	27,60	29,40	3	27,87	±	0,23	27,60	28,00
Cloro Residual Libre (mg/L)	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- ✓ **Conductividad:** Presentan un mayor valor de desviación estándar la segunda vivienda (202,95 uS/cm), lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 444,00 uS/cm, hacia adelante y en 90,00 uS/cm hacia atrás de la media.

- ✓ **Sólidos Disueltos Totales:** Presentan un mayor valor de desviación estándar la segunda vivienda (101,48 mg/L). Lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media del lugar de monitoreo en 222,00 mg/L hacia adelante y en 45,00 mg/L, hacia atrás de la media.

- ✓ **Turbiedad:** Presentan un mayor valor de desviación estándar la salida de la infraestructura del reservorio (3,92 UNT). Lo que indica mayor variación entre los datos de los muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 8,98 UNT, hacia adelante y en 0,94 UNT hacia atrás de la media.

- ✓ **pH:** Presentan un mayor valor de desviación estándar la primera vivienda (0,82 pH). Lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 8,02 pH hacia adelante y en 6,40 pH hacia atrás de la media.

- ✓ **Temperatura:** Presentan un mayor valor de desviación estándar la primera vivienda (0,94 °C). Lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 29,40°C hacia adelante y en 27,60°C hacia atrás de la media.

- ✓ **Cloro residual libre:** Los valores de desviación estándar determinados es igual a cero (0,00 mg/L) ya que, en ninguna de las muestras tomadas, se evidencio la presencia del cloro residual libre en el sistema de abastecimiento.

- ✓ Los valores extremos mínimos y máximos obtenidos en cada lugar de monitoreo por cada parámetro indica el rango de los resultados obtenidos desde el más bajo hasta el más alto.

4.2.2. Parámetros Químicos

En la Tabla 14 se reportan los resultados de los parámetros químicos (aluminio, cobre, cromo, hierro, manganeso, selenio, arsénico, cadmio, mercurio y plomo) de un solo lugar de monitoreo: Primera Vivienda.

Tabla 14. Valores de los parámetros químicos de la Primera Vivienda.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO	
	Captación	
	N	Valor
Aluminio Total (mg/L)	1	0,02911
Antimonio Total (mg/L)	1	<0,00020
Arsénico total (mg/L)	1	0,00153
Bario (mg/L)	1	0,1609
Boro (mg/L)	1	<0,010
Cadmio (mg/L)	1	<0,00005
Cobre Total (mg/L)	1	<0,00030
Cromo Total (mg/L)	1	<0,00050
Hierro Total (mg/L)	1	0,0821
Manganeso Total (mg/L)	1	0,1233
Mercurio Total (mg/L)	1	<0,00005
Molibdeno (mg/L)	1	0,00703
Níquel	1	<0,00035
Plomo Total (mg/L)	1	<0,00020
Selenio (mg/L)	1	<0,0010
Uranio (mg/L)	1	<0,00005
Zinc (mg/L)	1	<0,00050

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Parámetros Microbiológicos

En la Tabla 15 se reportan los resultados de los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) de los 3 lugares de monitoreo: salida de la infraestructura del reservorio, primera vivienda y segunda vivienda.

Tabla 15. Valores de los parámetros microbiológicos de los 3 lugares de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO														
	Salida de la Infraestructura del Reservorio				Primera Vivienda				Segunda Vivienda						
	N	Media ±	DE	Valores extremos		N	Media ±	DE	Valores extremos		N	Media ±	DE	Valores extremos	
Min				Max	Min				Max	Min				Max	
Coliformes Totales (UFC/ 100 mL)	3	39,33 ±	62,96	1,00	112,00	3	37,00 ±	35,51	2,00	73,00	3	39,33 ±	56,21	3,00	107,00
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	3	55,42 ±	32,00	0,00	96,00	3	18,00 ±	18,52	0,00	37,00	3	18,33 ±	25,93	0,00	48,00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- ✓ **Coliformes Totales:** Presentan un mayor valor de la desviación estándar en la salida de la infraestructura del reservorio (62,96 UFC/100 mL). Lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 1,00 UFC/100 mL, hacia adelante y en 112,00 UFC/100 mL, hacia atrás de la media.

- ✓ **Coliformes Termotolerantes:** Presentan un mayor valor de la desviación estándar en la salida del reservorio (32,00 UFC/100 mL). Lo que indica mayor variación entre los datos de los tres muestreos realizados, es decir que los datos se alejan de la media de cada lugar de monitoreo en 0,00 UFC/100 mL hacia adelante y en 96,00 UFC/100 mL, hacia atrás de la media.

- ✓ Los valores extremos mínimos y máximos obtenidos en cada lugar de monitoreo por cada parámetro indica el rango de los resultados obtenidos desde el más bajo hasta el más alto.

4.3. VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) SAN ISIDRO VERSUS EL D.S 031-2010 S.A - REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

4.3.1. Parámetros físicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

4.3.1.1 Conductividad Eléctrica (uS/cm)

En la Figura 2, se muestra los valores de la conductividad eléctrica de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la conductividad eléctrica oscilaron en un rango de 137.00 uS/cm a 209.67 uS/cm, encontrándose dentro del Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

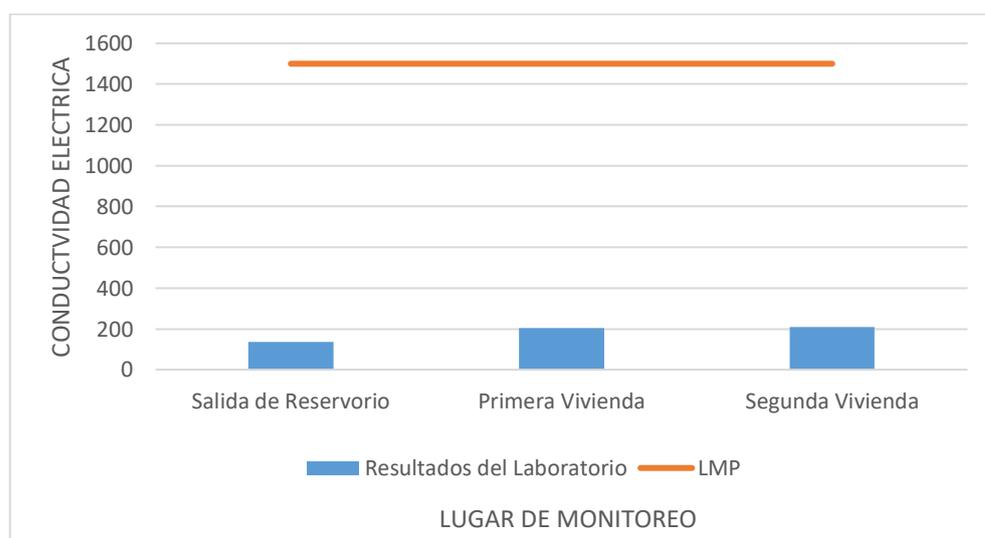


Figura 2. Comparación de los valores de la conductividad eléctrica de los lugares de monitoreo con el LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2. Sólidos disueltos totales (mg/L)

En la Figura 3, se muestra los valores de los sólidos disueltos totales de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de los sólidos disueltos totales oscilaron en un rango de 68.50 mg/L a 104.83 mg/L, encontrándose dentro del Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

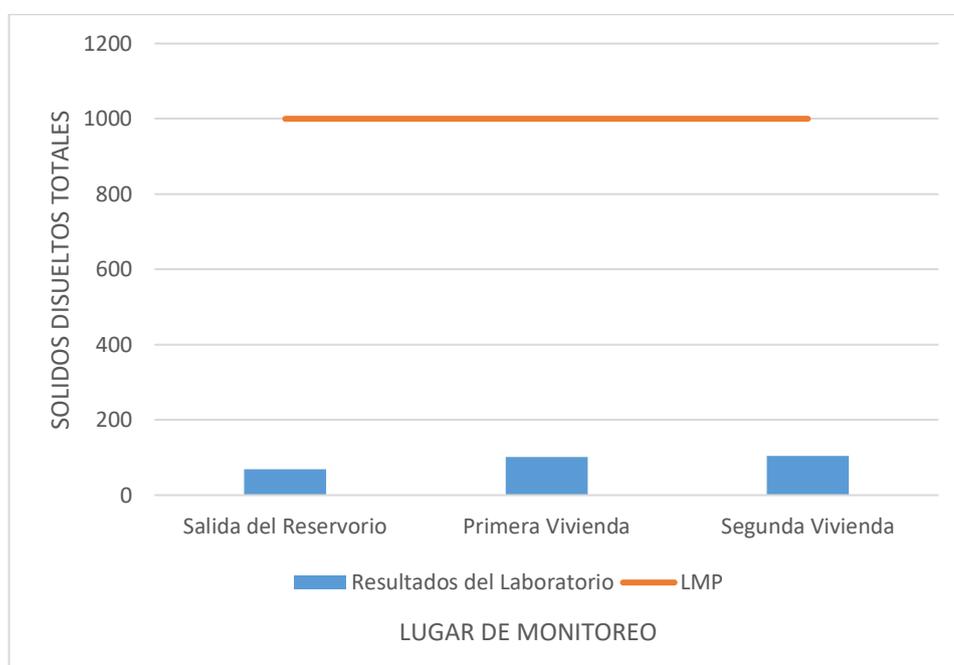


Figura 3. Comparación de los valores de los sólidos disueltos totales de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.3. Turbiedad (UNT)

En la Figura 4, se muestra los valores de la turbiedad de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la turbiedad oscilaron en un rango de 2.69 UNT a 5.31 UNT, no encontrándose dentro del Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

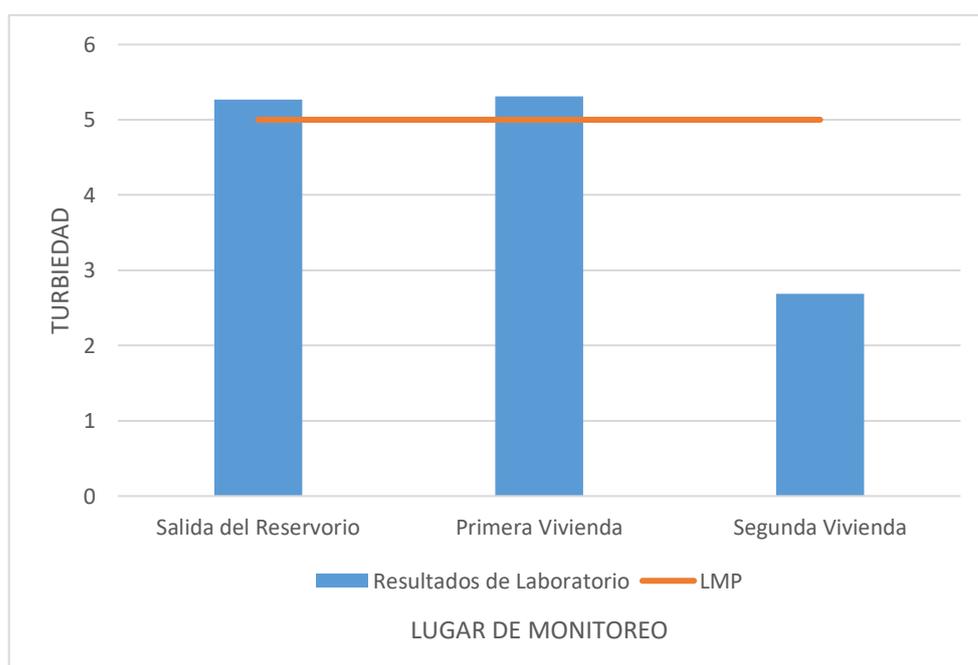


Figura 4. Comparación de los valores de la turbiedad de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.4. pH (Valor de pH)

En la Figura 5, se muestra los valores del pH de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores del pH oscilaron en un rango de 7.12 a 7.18, encontrándose

dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

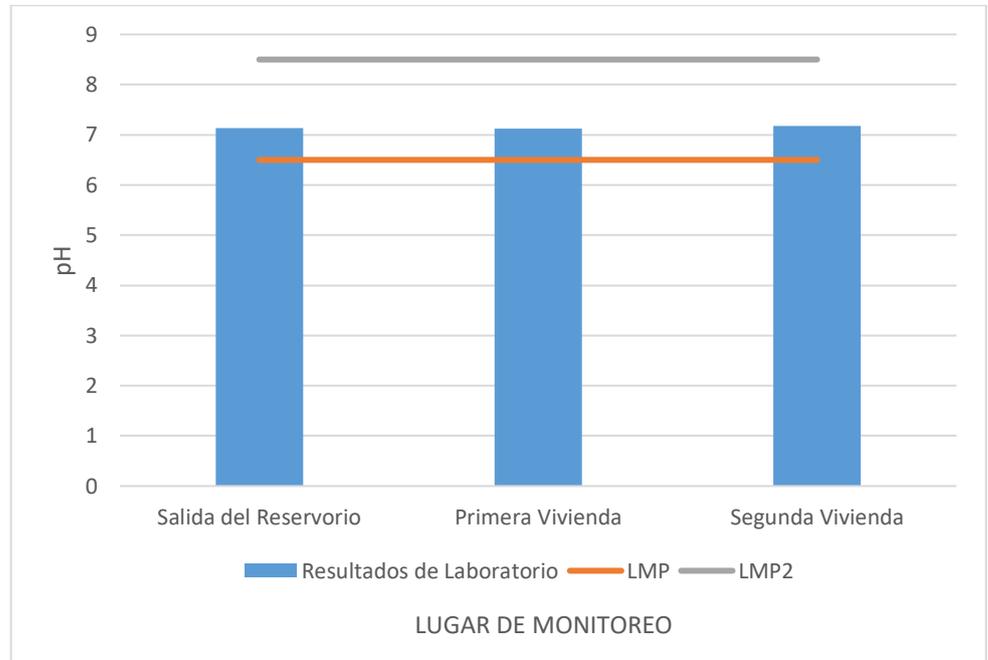


Figura 5 Comparación de los valores del pH de los lugares de monitoreo con los LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.5. Temperatura (°C)

En la Figura 6, se muestra los valores la temperatura de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la temperatura oscilaron en un rango de 27.86 °C a 28.33 °C. No está establecido un Límite Máximo Permissible de la temperatura en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

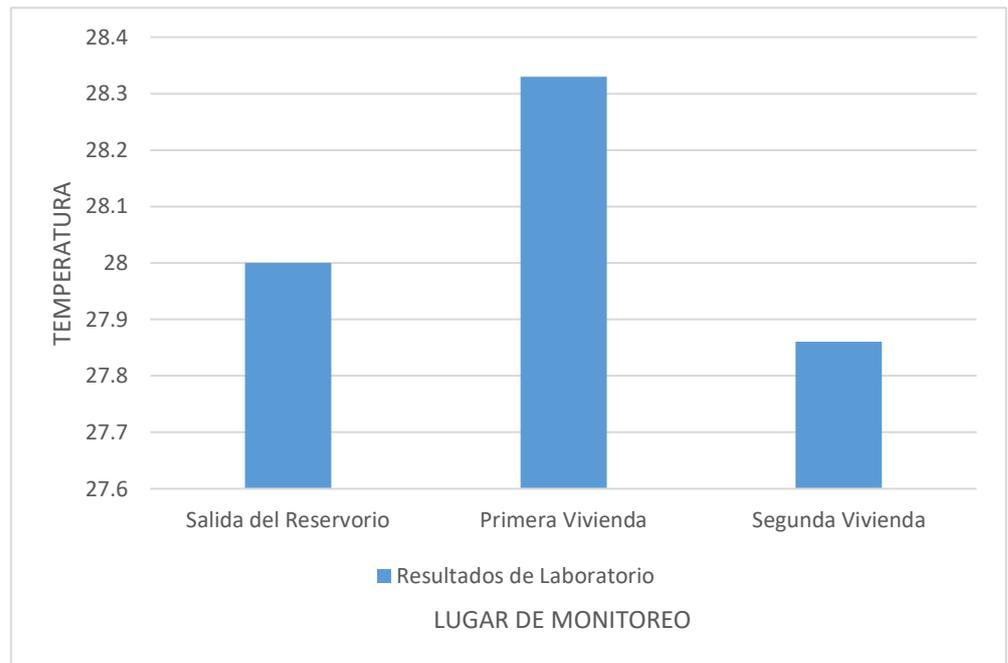


Figura 6. Valores de la temperatura de los lugares de monitoreo

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.6. Cloro Residual Libre (mg/L)

En la Figura 7, se muestra los valores del cloro residual libre de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que los valores del cloro residual libre están en 0 ppm, los cuales no cumplen con el Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

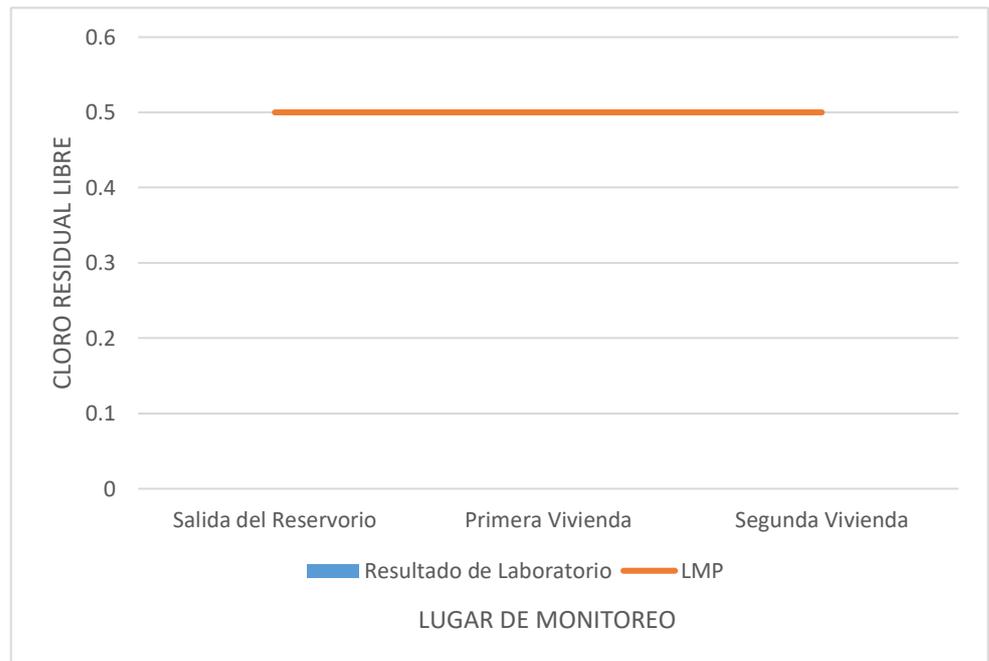


Figura 7. Comparación de los valores del cloro residual libre de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Parámetros químicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

4.3.2.1. Aluminio (mg/L), Antimonio (mg/L), Arsénico (mg/L), Bario (mg/L), Boro (mg/L), Cadmio (mg/L).

En la Figura 8, se muestra los valores del Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro y Cadmio de la primera vivienda. Se observa que los valores de los parámetros químicos están dentro del Límite Máximo Permisible

(LMP) establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

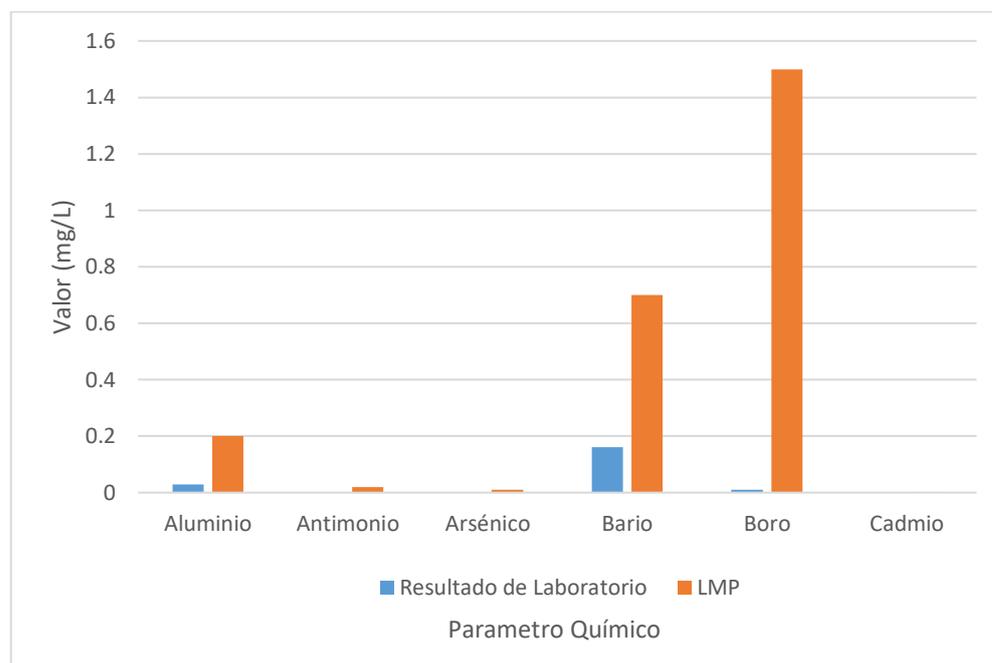


Figura 8. Comparación de los valores de Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro y Cadmio de la primera vivienda con los LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2. Cobre (mg/L), Cromo (mg/L), Hierro (mg/L), Manganeso (mg/L), Mercurio (mg/L) y Molibdeno (mg/L).

En la Figura 9, se muestra los valores del Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno de la primera vivienda. Se observa que los valores de los parámetros químicos están dentro del Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

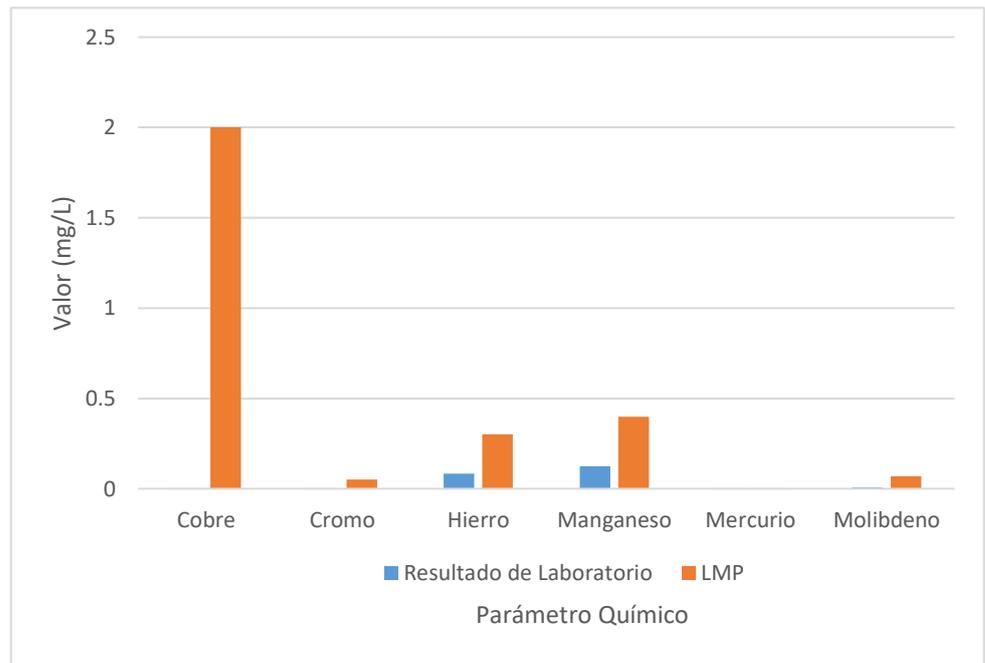


Figura 9. Comparación de los valores de Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio y Molibdeno de la primera vivienda con los LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.3. Niquel (mg/L), Plomo (mg/L), Selenio (mg/L), Sodio (mg/L), Uranio (mg/L) y Zinc (mg/L).

En la Figura 10, se muestra los valores del niquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc de la primera vivienda. Se observa que los valores de los parámetros químicos están dentro del Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

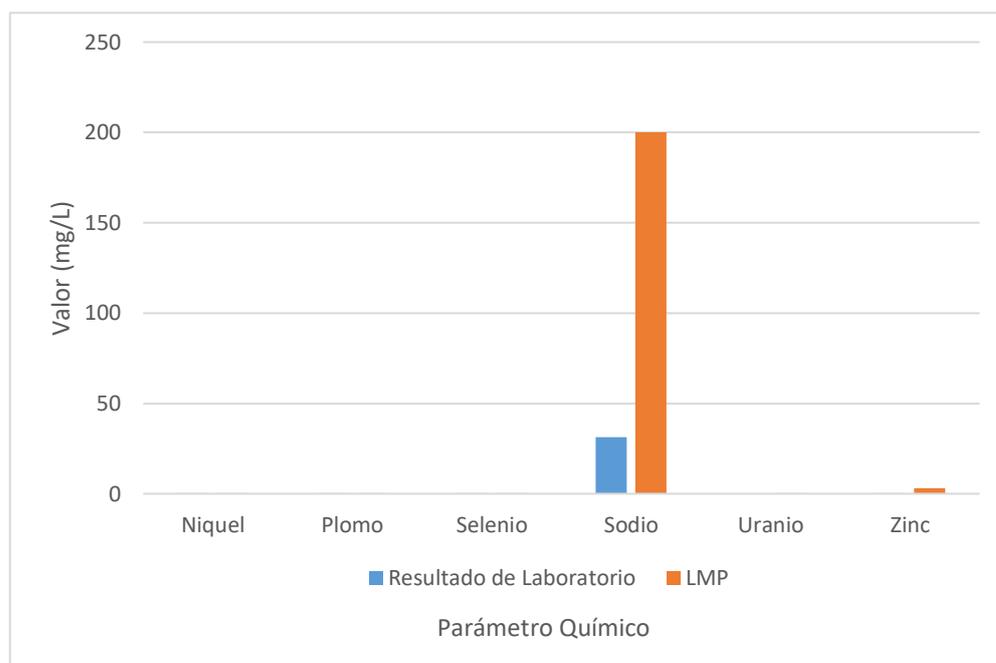


Figura 10. Comparación de los valores de Niquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc de la primera vivienda con los LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Parámetros microbiológicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

4.3.3.1. Coliformes Totales (UFC/ 100 mL)

En la Figura11, se muestra los valores de los coliformes totales de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que en los lugares de monitoreo los valores de coliformes totales oscilaron en un rango de 37.00 UFC/ 100 mL a 42.66 UFC/ 100 mL, los cuales no cumplen con el Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

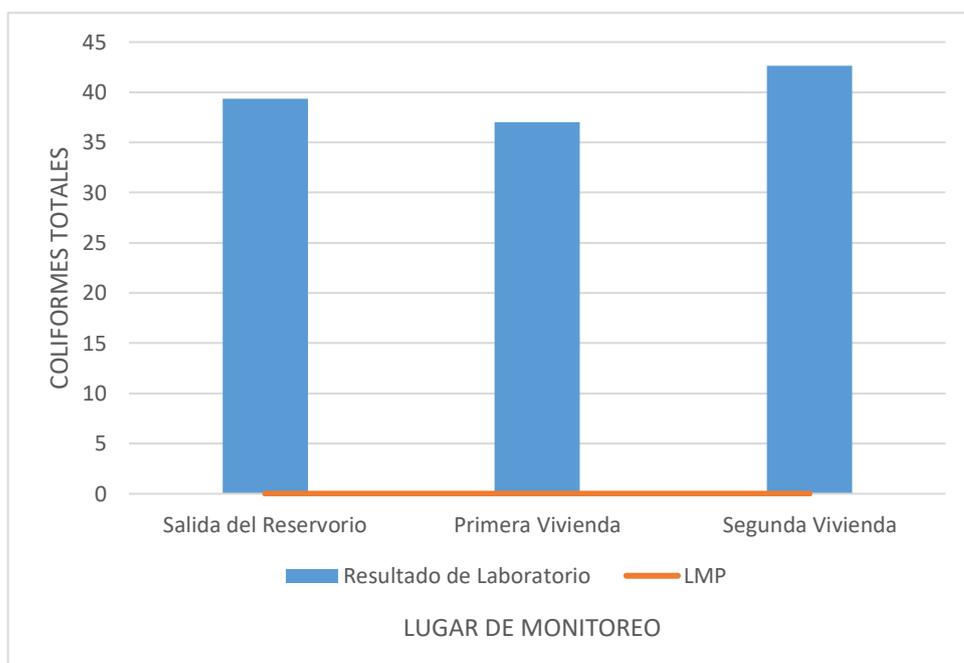


Figura 11. Comparación de los valores de los coliformes totales de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.2. Coliformes Termo tolerantes (UFC/100 mL)

En la Figura 12, se muestra los valores de los coliformes termo tolerantes de los 3 lugares de monitoreo. Se observa que en los lugares de monitoreo los valores de coliformes termo tolerantes oscilaron en un rango de 18.00 UFC/100 mL a 32.00 UFC/100 mL, los cuales no cumplen con el Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

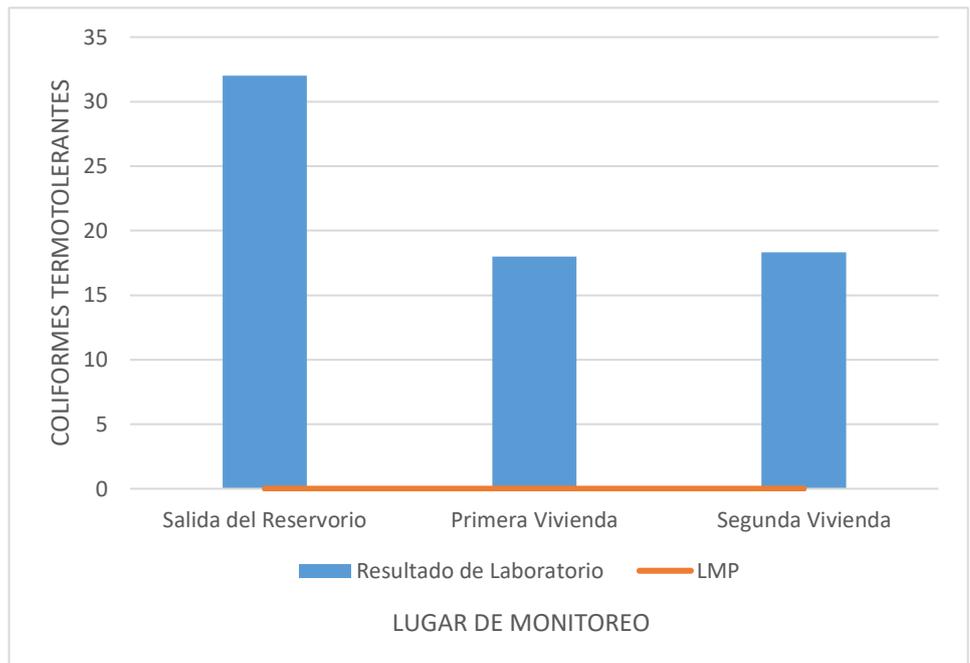


Figura 12. Comparación de los valores de los coliformes termo tolerantes de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

DISCUSIÓN

Los valores hallados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según el D.S. 031-2010.SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ha excepción del parámetro Cloro Residual Libre, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.

Según la Organización Mundial de la Salud (2006), las aguas subterráneas de acuíferos profundos y confinados son habitualmente inocuas desde el punto de vista microbiológico y químicamente estable si no existe contaminación directa; aunque siempre es preferible la desinfección como barrera de seguridad para prevenir contaminación durante el manejo del agua. (26)

5.1. Parámetros Físicos

➤ Conductividad Eléctrica

En la figura 2, se observa que los valores de la conductividad oscilaron entre 137.00 uS/cm como valor mínimo en la salida del reservorio y 209.66 uS/cm como valor máximo en Segunda Vivienda. En todos los casos los valores de la conductividad no superaron el límite máximo permisible del D.S. 031-2010.SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que establece como valor máximo 1500 uS/cm.

La conductividad es la capacidad del agua para conducir electricidad y la resistividad eléctrica se define analógicamente como el inverso de la conductividad. Las unidades son microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para la conductividad; y para la resistividad Ohmio-m ($\Omega\text{-m}$). 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 aproximado del 2% en la conductividad (21), por lo que se entiende que los resultados de la muestra presentan niveles de conductividad bajo, el cual indica que su capacidad de conducir electricidad es poco probable.

➤ **Solidos Disueltos Totales**

En la figura 3, se observa que los valores de Solidos Disueltos Totales oscilaron entre 68.50 mg/L como valor mínimo en la salida del reservorio y 104.83 mg/L como valor máximo en la segunda vivienda. Los valores obtenidos no superaron el Límite Máximo Permisible según el D.S. 031-2010.SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que establece como valor máximo 1000 mg/L.

El agua para el consumo humano, con un alto contenido de solidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. Los análisis de solidos disueltos son también importantes como indicadores de la efectividad de procesos

de tratamiento biológico y físico de aguas usadas (22), por lo que se entiende que los resultados de la muestra son muy bajos, por lo que la presencia de estos sólidos es casi imperceptible para el paladar del ser humano, otorgando una ingesta mas agradable.

➤ **Turbiedad**

En la figura 4, se observa que los valores de la Turbiedad oscilaron entre 2.69 UNT como valor mínimo en la Segunda vivienda y 5.31 UNT en la primera vivienda como valor máximo. Los valores obtenidos superaron el Límite Máximo Permisible según el D.S. 031-2010.SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que establece como valor máximo 5 UNT.

Según la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Rio Naranja, los niveles elevados de turbiedad pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección, estimular el crecimiento de las bacterias y ejercer una demanda significativa de cloro. Por lo tanto, en todos los procesos en los que se utilice la desinfección, la turbiedad siempre debe ser baja, para conseguir una desinfección efectiva (23).

➤ **pH**

En la figura 5, se observa que los valores del pH oscilaron entre 7.12 como valor mínimo en la salida del reservorio y

7.18 como valor máximo en la segunda vivienda. Los valores obtenidos se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible D.S. 031-2010.SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que establece como valor un rango de 6.5 a 8.5.

Las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. La desinfección con cloro es más efectiva a un nivel bajo de pH. Esto se debe a la mayor efectividad del ácido hipocloroso comparado con el ion hipoclorito y al hecho de que el ácido hipocloroso predomina con valores de pH bajos (20).

➤ **Temperatura**

En la figura 6, se observa que los valores obtenidos en la determinación de la temperatura en los lugares de monitoreo se encuentran constantes, posiblemente debido a las condiciones ambientales. En los lugares de monitoreo se observa que los valores de la Temperatura oscilaron entre 27.86 °C como valor mínimo en la segunda vivienda y 28.33 °C como valor máximo en la primera vivienda. El valor del Límite Máximo Permisible de la Temperatura no se encuentra contemplado en el D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, pero fue tomado para dar a conocer como valor de referencia la temperatura de la zona.

Para Espinoza (2005), la temperatura de un agua subterránea es una de sus características más útiles. La mayoría de las veces es prácticamente constante durante el año y es considerablemente más baja que la temperatura media del aire durante el verano. Esto hace al agua subterránea particularmente deseable para muchos usos, incluyendo procesos industriales que requieren agua de una temperatura relativamente constante. Los principales factores que afectan la temperatura del agua subterránea son las variaciones estacionales del calor recibido del sol y su transferencia en el interior de la tierra (24).

➤ **Cloro residual libre**

En la figura 7, se observa que el valor del Cloro Residual Libre de los lugares de monitoreo es 0.00 mg/L. Los valores obtenidos no cumplen con el Límite Máximo Permisible según D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, que establece como valor ≥ 0.5 ppm. En la Captación el valor del cloro residual libre es absolutamente normal debido a que es la fuente de abastecimiento de agua y que aún no ha sido sometido al proceso de cloración.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2005) indica que el cloro es un bactericida y viricida eficaz en la mayoría de situaciones y proporciona un residual que puede medirse fácilmente. El residual de cloro en el agua desinfectada ayuda a proteger el agua contra la

recontaminación microbiana. Para los seres humanos y los animales, el cloro que contiene el agua no es nocivo en las concentraciones empleadas para la desinfección (25).

La Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria - DIGESA (2010) recomienda que la concentración de cloro en el agua de consumo humano sea de ≥ 0.5 ppm a 1 ppm. Valores por debajo del especificado ≥ 0.5 ppm pueden no resultar beneficiosos, mientras que valores por encima 1 ppm pueden dar lugar a un rechazo del agua por mal olor o sabor (18).

5.2. Parámetros químicos

En las figuras 8, 9 y 10, se observa que los valores obtenidos de Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sodio, Uranio y Zinc, en la primera vivienda no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, según el D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano. Así mismo los valores obtenidos en estos parámetros de acuerdo a lo indicado en el Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA, son valores referenciales y homogéneos para todo el sistema, siempre y cuando la muestra sea del mismo sistema de

abastecimiento de agua, por lo que se puede decir que estos valores no sobrepasan los Límites Máximos permisibles, según el D.S. N° 031-2021-Sa, para el Asentamiento Humano San Isidro.

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 (26).

El agua pura no tiene sabor, pero el agua es un disolvente natural. La mayoría de los minerales de las aguas subterráneas, incluyendo el hierro, serán absorbidos por el agua. Grandes cantidades de hierro en el agua potable pueden darle un sabor metálico desagradable. El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana, y los efectos sobre la salud, del hierro en el agua potable, pueden incluir evitar o disminuir la fatiga y la anemia (26).

El manganeso es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Hay manganeso de origen natural en muchas fuentes de agua superficial y subterránea, sobre todo en condiciones

anaerobias o de microoxidación, y es la fuente más importante de manganeso en el agua de consumo, aunque la mayor exposición proviene, habitualmente, de los alimentos. El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales, está presente de manera natural en muchos alimentos. Además, es esencial para la salud ósea, incluido el desarrollo y mantenimiento de los huesos. Combinada con los nutrientes calcio, zinc y cobre, es compatible con la densidad mineral ósea. Esto es particularmente importante en adultos mayores. No presenta riesgos para la salud en las concentraciones en las que se encuentra en el agua de pozo, municipal o subterránea, pero se ha descubierto que beber agua con altos niveles puede dañar el desarrollo del cerebro en bebés y niños pequeños, afectando la memoria, atención o problemas motores. El manganeso se absorbe más fácilmente en el cuerpo a través del agua potable. (26).

5.3. Parámetros Microbiológicos

➤ Coliformes Totales

En la figura 11, se observa que los valores de los coliformes totales de los lugares de monitoreo oscilaron entre 37.00 UFC/ 100 mL como valor mínimo en la primera vivienda y 42.66 UFC/ 100 mL como valor máximo en la segunda vivienda. En los 03 lugares de monitoreo (salida de la infraestructura del reservorio y 2 viviendas) los valores obtenidos sobre pasan el Límite Máximo Permisible según

D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, que establece como valor 0 UFC/ 100 mL.

La Organización Mundial de la Salud (2006) indica que debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una reproblicación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas (26).

➤ **Coliformes Termotolerantes**

En la figura 12, se observa que los valores de los coliformes termotolerantes de los lugares de monitoreo oscilaron entre 18.00 UFC/ 100 mL como valor mínimo en la primera vivienda y 32.00 UFC/ 100 ml como valor máximo en la salida del reservorio. En los 03 lugares de monitoreo los valores obtenidos sobre pasan el Límite Máximo Permisible, según D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, que establece como valor 0 UFC/ 100 mL.

Para la Organización Mundial de la Salud (2006) la presencia de coliformes termotolerantes es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de las

posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones de la integridad del sistema de distribución (26).

Toda agua inocua (apta para consumo humano) para la salud que cumple con los requisitos de calidad establecidos en el Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), no deberá exceder los límites máximos permisibles para cualquier parámetro, y lo contrario llevara a ser considerado agua no apta para consumo humano, por lo que los resultados determinados para la JASS San Isidro indica que no cumple con los Límites máximos permisibles para los parámetros de coliformes totales, coliformes termo tolerantes, cloro residual y turbiedad, por lo que se puede considerar que el agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la JASS San Isidro no es apta para el consumo humano.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano en el primer trimestre del año. Se aplicó desde la toma de muestras hasta la obtención de los resultados los procedimientos establecidos en la Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA.
2. Se realizó la comparación de los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, obteniéndose que están dentro de los límites para consumo humano: la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, sodio, uranio y zinc. Mientras que los siguientes parámetros no cumplen con los valores recomendados: cloro residual libre y la turbiedad, entre los que sobrepasan los límites para consumo humano: coliformes totales entre 37.00 – 42.66 UFC/100ml y coliformes termotolerantes entre 18.00 – 32.00 UFC/100ml, por lo que puede afectar la salud del consumidor.

Por este motivo a pesar que los valores de los parámetros físicos (turbiedad y cloro residual) y microbiológicos (Coliformes totales y coliformes termotolerantes) no cumplen con los valores

de los límites máximos permisibles, **la calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento San Isidro no es apta para el consumo humano.**

SUGERENCIAS

A la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, se le sugiere lo siguiente:

1. Implementar un programa de control y monitoreo de la calidad de agua para consumo humano, con el fin de verificar y garantizar si el agua es apta para el consumo humano. Así como el programa de limpieza y desinfección del reservorio. Así mismo este monitoreo debe de realizarse en temporada de verano, para poder verificar si la calidad del agua en ambas estaciones es similar o hay alguna diferencia.
2. Disponer las medidas correctivas necesarias en forma inmediata para que el agua distribuida contenga valores de cloro residual libre igual o mayor de 0.5mg/L en la red de distribución. Así mismo se deberá implementar el Programa de Adecuación Sanitaria (PAS) para los proveedores de agua para consumo humano Directiva Sanitaria N° 055-MINSA/DIGESA-V.01.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas C, Rojas R, Joseli J. Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano [internet]. Lima: CEPIS; 2012. [Consultado 17 de mayo del 2017]. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>.
2. 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/guia/calde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf.
3. L. Sabogal, El riesgo sanitario y la eficiencia de los sistemas de tratamiento en la selección de tecnologías para la potabilización del agua, Cali: Universidad del Valle, 2000.
4. Galal-Gorchev, H. Water Quality and Health. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark.
5. WHO. (1995). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. Segunda edición. WHO, Geneva, 1995.
6. Ser peruano [internet]. Lima: Agua para Consumo Humano, febrero del 2012. [Consultado el 15 de mayo del 2017]. Disponible en <http://www.serperuano.com/2012/02/agua-para-consumo-humano/>.
7. Inga A, Vanegas D. Evaluación de la calidad de agua del sector Leg Tabacay y Oriente Alto, de la parroquia Bayas del cantón Azogues. [Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2017. [Consultado el 18 de Julio del 2017]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27135/1/TESIS.pdf>
8. Hernández C. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón. [Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias]. Heredia: Universidad Nacional; 2016. [Consultado el 10 de Julio del 2017]. Disponible
9. Gutiérrez J. Calidad de agua subterránea del sector centro occidental del Municipio Miranda del Estado Zulia. [Trabajo de grado para optar el Grado Académico de Magister Scientiarum en Ingeniería Ambiental]. Maracaibo: Universidad del Zulia; 2013. [Consultado el 03 de octubre del 2017]. Disponible en: http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/80/TDE-2015-03-25T13:21:46Z-5637/Publico/gutierrez_beltran_janet_guadalupe.pdf.

10. Melgar M, Moya G, Polio M. Estudio Preliminar de la Calidad de Agua de Captación Superficial para Consumo Humano en El Caserío El Tamarindo, Cantón Las Delicias, Municipio de San Miguel. [Trabajo de investigación para optar al grado de maestra/o en gestión ambiental]. El Salvador: Universidad de El Salvador; 2012. [Consultado el 03 de octubre del 2012] Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/3383/1/50107801.pdf>.
11. Chambi G. Determinación de bacterias coliformes y e. coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche-Ananea – Puno. [Tesis para optar el título profesional de: Médico Veterinario y Zootecnista]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2015. [Consultado el 26 de mayo del 2017]. Disponible en: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/unap/1922/chambi_choque_guido.pdf?sequence=1.
12. Cutimbo C. Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y Los Palos del distrito de Tacna. [Tesis para optar el Título Profesional de: Biologo-Microbiologo]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2012. [Consultado el 10 de junio del 2017]. Disponible en: http://200.37.105.196:8080/bitstream/handle/unjbg/158/45_2013_cutimbo_ticona_ca_faci_biologia_microbiologia_2012.pdf?sequence=1
13. Chong A. Evaluación de la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor La Libertad, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, región San Martín – Perú. [Tesis para optar el grado académico de Magíster Scientiae en Gestión Ambiental]. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín; 2010. [Consultado el 10 de Julio del 2017]. Disponible en: <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/bitstream/11458/320/1/Abel%20Chong%20Rengifo.pdf>
14. Guimaraes L. Calidad de agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por EMAPACOP S.A. de nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental]. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali; 2014. [Consultado el 28 de junio del 2017]. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2451/browse?value=Guimaraes+P%C3%A9rez%2C+Luis+Xavier&type=author>.
15. Santa R. Índice de calidad de agua de tres pozos artesianos que abastecen a la comunidad nativa Pueblo Nuevo, Ucayali. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2013. [Consultado el 18 de Julio del 2017]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/365>.
16. 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>.

17. Perú. Ministerio de Salud. Ley General de Salud - Ley N° 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>.
18. 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.
19. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Tecnologías para abastecimiento de agua en Poblaciones dispersas [internet]. Lima: OPS, 2005. [Consultado el 5 de junio del 2017]. Disponible en: <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones%20dispersas.pdf>
20. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida [internet]. Lima: OPS/CEPIS; 2004. [Consultado el 28 de mayo del 2017]. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualIII/indice.pdf>
21. Collazo M, Montañó J. Manual de Agua Subterránea [internet]. Uruguay: Montevideo, 2012. [Consultado el 10 de enero del 2018]. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/manual_de_agua_subterranea-ilovepdf-compressed.pdf.
22. Universidad de Puerto Rico. Manual de Biología- Parte 2 [internet]. Mayagüez-Puerto Rico; 2002. [Consultado el 5 de diciembre del 2017]. Disponible en: <https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p1-intro.pdf>.
23. Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo – MANCUERNA. Manual de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento [internet]. Guatemala: 2013. [Consultado el 20 de enero del 2108]. Disponible: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5A82544C0887919A05257CF40070B2CA/\\$FILE/1_pdfsam_Guate_Administracion_operacion_y_mantenimiento_APS.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5A82544C0887919A05257CF40070B2CA/$FILE/1_pdfsam_Guate_Administracion_operacion_y_mantenimiento_APS.pdf).
24. Espinoza, C. Calidad de agua y contaminación de agua subterránea [internet]. 2005. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/CI51J/datos_ramo/.
25. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). Guía para gobiernos locales [internet]. Lima: OPS/CEPIS; 2005. [Consultado el 13 de Junio del 2017]. Disponible en:

- <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf>. -cloro residual
26. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición volumen 1 Recomendaciones [internet]. Suiza; 2006. [Consultado el 18 de diciembre del 2017]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf
 27. Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. [Consultado el 24 de mayo]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm>.
 28. Conza A; Flores Sh; 2013. Manual de organización y gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento – JASS. Primera Edición. Disponible en: <http://www.agualimpia.org/pdf/AGUALIMPIA%20Manual%20gestion%20JASS.pdf>. Accedido el 15 de junio del 2017.
 29. Amézquita C, Pérez R, Torres P. Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. EIA.Esc.Ing.Antioq [internet]. Enero-junio 2014, Volumen 11. [Consultado el 18 de Julio del 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n21/n21a14.pdf>.
 30. Damonte M. En la periferie de la ciudad y gobernanza. Un estudio de caso sobre la gestión local del agua y saneamiento en el Asentamiento Humano del Cerro Las Animas. [Tesis para optar el grado de Magister en Gestión de los Recursos Hídricos]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. [Consultado el 22 de mayo del 2017]. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7183?show=full>
 31. Oblitas L. Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito. [internet] Lima: 2010. [Consultado el 06 de junio del 2017]. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/lcw355.pdf;jsessionid=357465F64B584BF620C8F88EC171605D?sequence=1>. Accedido
 32. Integración [internet]. Lima: El agua bajo la lupa, abril del 2015. [Consultado el 15 de Julio del 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/266251351/El-agua-bajo-la-lupa>
 33. 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. Accedido.
 34. Perú. Ministerio de Salud. Directiva Sanitaria N° 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad. Diario

El Peruano, 2014. [Consultado el 17 de junio del 2017].
Disponible en:
ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/Transparencia/01InformacionInst/archivolegaldigital/Directiva2014/RM908_2014_MINSA.pdf

35. Perú. Ministerio de Salud. Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA. Diario El Peruano, 2015. [Consultado el 15 de mayo del 2017]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TITULO: Evaluación de la Calidad del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali. 2020. Tesista: Luis Xavier Guimaraes Pérez.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL:</p> <p>¿La calidad del agua que consume la Población del Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Evaluar si la calidad del agua que consume el Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano.</p>	<p>GENERAL:</p> <p>La calidad del agua que consume el asentamiento humano San Isidro es apta para el consumo Humano.</p>	<p>DEPENDIENTE:</p> <p>Y: Calidad del agua para consumo humano</p>	<p>Evaluación de la calidad del agua para consumo humano</p>	<p>- Agua apta para el consumo Humano.</p> <p>- Agua no apta para el consumo humano</p>	<p>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Diseño de la investigación: No experimental de tipo transeccional</p>
<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>-¿Cuáles serán los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro?</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Determinar los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua que consume la población del Asentamiento Humano San Isidro</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Los valores de la concentración de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua que consume la población del Asentamiento humano San Isidro cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.</p>	<p>X₁: Parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.</p>	<p>Evaluación de los parámetros físico, químicos y microbiológicos.</p>	<p>X₁:</p> <p>Coliformes totales. Coliformes termotolerantes Conductividad. Solidos disueltos totales. Turbiedad. pH. Temperatura. Cloro residual. Hierro Manganeso Aluminio Cobre Arsénico Cadmio Cromo Total Mercurio Plomo Selenio Zinc</p>	<p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población: La población es en total 147 puntos de monitoreo, las cuales están dentro del área de influencia del sistema de abastecimiento administrado por la junta administradora del agua del Asentamiento Humano San Isidro.</p> <p>Muestra: La muestra es de tipo No Probabilística y de acuerdo al Protocolo de procedimientos para toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano el número de muestras será de 3 viviendas y una muestra en el reservorio.</p>
<p>-¿Estarán los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos dentro de los Límites Máximos Permisibles del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro.</p>	<p>Comparar los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.</p>	<p>Los valores de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro sobre pasarán los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano</p>				<p>TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.</p> <p>Técnicas:</p> <p>- Formulario N° 01: Registro de la comunidad anexo y/o sector.</p> <p>- Formulario N° 02: Evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano.</p> <p>Prueba Estadística</p> <p>Se utilizará la prueba "t de Student", los datos a obtenerse serán procesados utilizando el programa estadístico SPSS V.22.</p>

Anexo 3: Resultados del Laboratorio Ambiental de la DESA.

 MINISTERIO DE SALUD DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE UCAYALI		 LABORATORIO AMBIENTAL Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo - Ucayali	
INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 010-2021			
Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA			
Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO	Fecha y hora de:	
Propietario	JASS SAN ISIDRO	Fecha de toma muestra	08/02/2021 06:57 am
		Recepción	08/02/2021 11:50 am
DIRECCION	JR SAN ISIDRO S/N	Análisis	08/02/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	17/02/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-010-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	5	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	<1	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.
 NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS			
Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-010-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	µ S / cm	236	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	118	1000
TURBIEDAD	UNT	8.58	5
Ph	Valor de pH	8.02	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	28.1	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0.0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 ^o ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 ^o ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
 DN/SC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CCN: presencia de coliformes
 DN/SC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SR: presencia de coliformes
 UFC: Unidad formadora de Colonias


DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Dr. GASTÓN DOMÉACQ SÁNCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
2609

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
 Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 13: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la salida del reservorio de la primera repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 011-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE VIVIENDA	Fecha y hora de:	
Propietario	SEGUNDO VELA GONZALES	Fecha de toma muestra	08/02/2021 07:02 am
		Recepción	08/02/2021 11:50 am
DIRECCION	AV SAN ISIDRO MZ 38 LT6	Análisis	08/02/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	17/02/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-011-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	36	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	17	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

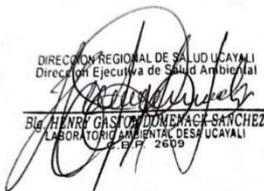
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-011-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	µ S / cm	436	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	218	1000
TURBIEDAD	UNT	7.42	5
Ph	Valor de pH	8.02	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	28.0	ND
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0.0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 ^{er} ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 ^{er} ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DUFS/C: Demasiado numerosas para ser contadas, COH: presencia de coliformes
DUFS/SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SB: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Bls. HENRY GASPAR DOMÉNIAC SÁNCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
26/09

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 14: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la primera vivienda de la primera repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 012-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE VIVIENDA	Fecha y hora de:	
Propietario	MARCIA SHUPINGAHUA M	Fecha de toma muestra	08/02/2021 07:08 am
		Recepción	08/02/2021 11:50 am
DIRECCION	AV. PRIMAVERA MZ 1 LT 3	Análisis	08/02/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	17/02/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-012-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	18	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	7	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-012-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	µ S / cm	444	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	222	1000
TURBIEDAD	UNT	3.36	5
Ph	Valor de pH	8.02	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	28.0	ND
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0,0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 th ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 th ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DUFS/C: Demasiado numerosas para ser contadas; COH: presencia de coliformes
DUFSC/SO: Demasiado numerosas para ser contadas; SRV: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Bls. HENRY GASTÓN DOMÉNIGUI SÁNCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
17.02.2021

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 15: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la Vivienda final de la primera repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 062-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE SALIDA DEL RESERVORIO	Fecha y hora de:	
Propietario	JASS SAN ISIDRO	Fecha de toma muestra	07/04/2021 11:15 am
		Recepción	07/04/2021 11:50 am
DIRECCION	AV SAN ISIDRO S/N	Análisis	07/04/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	19/04/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-062-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	112	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	96	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-062-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	µ S / cm	85	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	42.5	1000
TURBIEDAD	UNT	6.3	5
Ph	Valor de pH	6.96	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	27.5	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0,0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 th ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 th ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DN/PS/C: CO. Demasiado numerosas para ser copiadas. DQH presencia de coliformes
DN/PS/C/SC: Demasiado numerosas para ser copiadas. SN: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Big. HENRY GASTÓN DOMENEGUI SÁNCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
LABORATORIO 01/EF 2609

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 16: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la salida del reservorio de la segunda repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 063-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE VIVIENDA	Fecha y hora de:	
Propietario	SEGUNDO VELA GONZALES	Fecha de toma muestra	07/04/2021 11:25 am
		Recepción	07/04/2021 11:50 am
DIRECCION	AV SAN ISIDRO MZ 38 LT6	Análisis	07/04/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	19/04/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-063-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	73	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	37	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. Nº 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. Nº 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-063-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	$\mu S / cm$	89	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	44,5	1000
TURBIEDAD	UNT	6.85	5
Ph	Valor de pH	6.95	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	27.6	ND
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0,0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. Nº 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 ^{ra} ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 ^{ra} ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DNFSC/CO: Demasiado numerosas para ser contadas, COH: presencia de coliformes
DNFSC/SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SNH: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Blg. HENRI GASTÓN DOMÉNEZ SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
26/09

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 17: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la primera vivienda de la segunda repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 064-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE VIVIENDA	Fecha y hora de:	
Propietario	MARCIA SHUPINGAHUA M	Fecha de toma muestra	07/04/2021 11:35 am
		Recepción	07/04/2021 11:50 am
DIRECCION	AV. PRIMAVERA MZ 1 LT 3	Análisis	07/04/2021 12:10 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	19/04/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-064-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	107	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	48	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. Nº 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. Nº 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-064-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	$\mu S / cm$	95	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	47.5	1000
TURBIEDAD	UNT	2.484	5
Ph	Valor de pH	6.92	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	27.6	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0,0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. Nº 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 ^{ra} ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 ^{ra} ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DNFSC/CO: Demasiado numerosas para ser contadas; DON: presencia de coliformes
DNFSC/SC: Demasiado numerosas para ser contadas; SIN: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Big. HENRY GASPAR DONENAGA SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
LABORATORIO 2609

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 18: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la Vivienda final de la segunda repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 171-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO	Fecha y hora de:	
Propietario	JASS SAN ISIDRO	Fecha de toma muestra	15/07/2021 10:20 am
		Recepción	15/07/2021 12:05 pm
DIRECCION	JR SAN ISIDRO S/N	Análisis	15/07/2021 01:00 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	19/07/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-171-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	1	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	<1	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

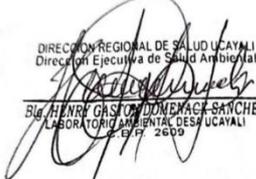
RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-171-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	$\mu S / cm$	90	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	45	1000
TURBIEDAD	UNT	0.94	5
Ph	Valor de pH	6.42	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	28.4	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0.0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21ª ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21ª ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DNFSC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CON presencia de coliformes
DNFSC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIN presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Blg. HENRY GASPAR DOMENEGUI SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
2021

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 19: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la salida del reservorio de la tercera repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 172-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SAN ISIDRO	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO DE VIVIENDA	Fecha y hora de:	
Propietario	SEGUNDO VELA GONZALES	Fecha de toma muestra	15/07/2021 10:30 am
		Recepción	15/07/2021 12:05 pm
DIRECCION	AV SAN ISIDRO MZ 38 LT6	Análisis	15/07/2021 01:00 pm
Muestra tomada por:	LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ	Emisión de Informe:	19/07/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-172-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	2	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	<1	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-172-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	µ S / cm	84	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	42	1000
TURBIEDAD	UNT	1.68	5
Ph	Valor de pH	6.40	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	29.4	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0.0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21ª ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21ª ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DN/SC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, COH: presencia de coliformes
DN/SC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIR: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Blg. HENRI GASTÓN DOMENEGH-SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
2021-07-26/09

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 20: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la primera vivienda de la tercera repetición.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 173-2021

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO – DESA

Localidad:	AAHH SANTA ANITA	Distrito	CALLERIA
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Departamento:	UCAYALI
Muestra:	AGUA DE CONSUMO HUMANO	Nº de muestras:	01
Toma de muestra:	GRIFO	Fecha y hora de:	
Propietario	MARCIA SHUPINGAHUA M	Fecha de toma muestra	15/07/2021 12:40 am
		Recepción	15/07/2021 12:05 pm
DIRECCION	AV. PRIMAVERA MZ 1 LT 3	Análisis	15/07/2021 01:00 pm
Muestra tomada por: LUIS XAVIER GUIMARAES PÉREZ		Emisión de Informe:	19/07/2021 09:00 am

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-173-2021	LMP (*)
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL a 35°C	3	<1
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL a 44.5°C	<1	<1

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

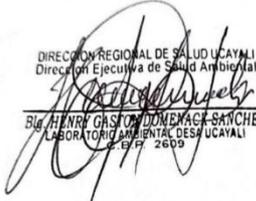
RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

Parámetros Analizados	Unidades	Código MW/FQ-173-2021	LMP (*)
CONDUCTIVIDAD	$\mu S / cm$	90	1500
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / L	45	1000
TURBIEDAD	UNT	2.33	5
Ph	Valor de pH	6.60	6.5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	28.0	ND
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg / L	0.0	> 0.5

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

Determinación de:	Metodología Empleada
Coliformes totales	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21 ^{ra} ed. 2005.
Coliformes termotolerantes	Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21 ^{ra} ed. 2005.
Conductividad	Eléctrico
Sólidos disueltos totales	Eléctrico
Turbiedad	Nefelométrico
Ph	Potenciométrico
Temperatura	Calorimétrico
Cloro residual libre	Colorimétrico

Abreviaturas
DNFSC: CC, Demasado numeroso para ser coradas, COH: presencia de coliformes
DNFSC/SC: Demasado numeroso para ser coradas, COH: presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonias

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

Big. HENRI GASPAR DOMENACH-SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
15.07.2021

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

Figura 21: Informe de ensayo correspondiente a los resultados de la Vivienda final de la tercera repetición.

Anexo 4. Resultados del Laboratorio Certificaciones del Perú.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



INACAL
D.A. - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-00082/21

Pág. 1/2

Solicitante : **DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI**

Domicilio legal : Jr. Agustín Cauper N° 225 - Calleria - Coronel Portillo - Ucayali

Producto declarado : **AGUA SUBTERRANEA**

Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 4,495 L
Muestra proporcionada por el solicitante

Identificación de la muestra : **P2: AA.HH. SAN ISIDRO
LUGAR DE MUESTREO: DISTRITO DE MANANTAY
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2021-02-08; 07:08**

Forma de Presentación : En frascos de plástico, cerrados y refrigerados

Fecha de recepción : 2021 - 02 - 19

Fecha de inicio del ensayo : 2021 - 02 - 19

Fecha de término del ensayo : 2021 - 02 - 27

Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / Físico Químico - Cromatografía / ICP-AA

Identificado con : **H/S 20007041 (EXMA-00056-2021)**

Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Físico Químico:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados	
Cianuro Total	0,004	mg/L	<0,004	
(*) Cloro Residual	0,05	mg/L	<0,05	
Color	1	UC	2,21	
Conductividad	-	uS/cm	354	
Dureza Total	1	mgCaCO ₃ /L	72,0	
Sólidos Disueltos	2,5	mg/L	217	
Turbiedad	1	NTU	<1	
(*) pH	-	-	3,88	
Aniones por Cromatografía Ionica	Cloruro	0,08	mg/L	0,799
	Fluoruro	0,002	mg/L	0,630
	Nitrato	0,009	mg/L	<0,009
	Nitrito	0,007	mg/L	0,024
Sulfato	0,08	mg/L	1,34	

LDM: Límite de detección del método
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Análisis Cromatografía-GC:

Ensayo	LCM	Unidad	Resultados	
Hidrocarburos Totales de Petróleo	Hidrocarburos Totales (C5-C10)	33,133	mg/L	< 33,133
	Hidrocarburos Totales (C6-C10)	2,376	mg/L	< 2,376

LCM: Límite de cuantificación del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 2655.
info@cerper.com - www.cerper.com

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

"EL USO INDEVIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Figura 22: Primera parte del Informe de ensayo correspondiente a los resultados químicos correspondiente a la primera vivienda.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-00082/21

Pág. 2/2

Análisis Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados	
Metales Totales ICP-Masa	Aluminio (Al)	0,0025	mg/L	0,02911
	Antimonio (Sb)	0,0002	mg/L	<0,00020
	Arsénico (As)	0,0005	mg/L	0,00153
	Bario (Ba)	0,00015	mg/L	0,1609
	Boro (B)	0,01	mg/L	<0,010
	Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,00005
	Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	<0,00030
	Cromo (Cr)	0,0005	mg/L	<0,00050
	Hierro (Fe)	0,01	mg/L	0,0821
	Manganeso (Mn)	0,00025	mg/L	0,1233
	Mercurio (Hg)	0,00005	mg/L	<0,00005
	Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	0,00703
	Niquel (Ni)	0,00035	mg/L	<0,00035
	Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	<0,00020
	Selenio (Se)	0,001	mg/L	<0,0010
	Sodio (Na)	0,01	mg/L	31,42
	Uranio (U)	0,00005	mg/L	<0,00005
	Zinc (Zn)	0,0005	mg/L	<0,00050

LDM: Límite de detección del método

MÉTODOS

Aniones por Cromatografía Iónica: EPA Method 300.0 1993 Determination of inorganic anions by ion chromatography

Hidrocarburos Totales de Petróleo: EPA Method 8015 D.2003.Nonhalogenated Organics Using GC/FID

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

Cianuro Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 CN-C,E, 23rd Ed.2017.Cyanide. Total Cyanide after Distillation/Colorimetric Method

(*) Cloro Residual: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL B, 23rd Ed.2017. Chlorine (Residual). Iodometric Method I

Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017.Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)

Conductividad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017.Conductivity. Laboratory Method

Dureza Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed.2017.Hardness. EDTA Titrimetric Method

Sólidos Disueltos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.2017.Solids. Total dissolved Solids Dried at 180° C

Turbiedad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.2017.Turbidity. Nephelometric Method

(*) pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF.Part 4500- H + B, 23 rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

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

Callao, 06 de marzo del 2021
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319.9000

info@cerper.com – www.cerper.com

"EL USO INDEVIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Figura 23: Segunda parte del Informe de ensayo correspondiente a los resultados químicos correspondiente a la primera vivienda.



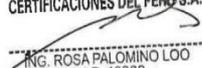
ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-00082/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

El ensayo de **pH y Cloro residual**, se emite **No Acreditado** por no cumplir con las condiciones de tiempo máximo de análisis (15 minutos), luego de la toma de muestras

Callao, 06 de marzo del 2021
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"EL USO INDEVIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA AUTORIDAD COMPETENTE"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

Figura 24: Tercera parte del Informe de ensayo correspondiente a los resultados químicos correspondiente a la primera vivienda

Anexo 5. Límites máximos permisibles de la calidad del agua para consumo humano

- Requisitos de calidad microbiológica

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Fuente: Anexo I del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-S.A, 2010

- Requisitos de calidad física y química

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas

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	mg L ⁻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. Manganeseo	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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Anexo II del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-S.A, 2010

Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico	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 1)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,700
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,700
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. Níquel	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	0,070
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota 1: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Fuente: Anexo III del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-S.A, 2010

Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos

Parámetro Orgánico	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
1. Trihalometanos totales		1,00000
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01000
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,50000
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,02000
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,01000
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,01000
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,00020
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,00100
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,00060
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,00200
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,00100
13. Heptacloro y Heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,02000
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,00900
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,03000
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,00050
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,00040
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,00030
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,00070
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03000
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04000
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07000
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,00400
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,00800
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,30000

29. 1,1- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03000
30. 1,2- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,05000
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02000
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,60000
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,30000
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,00060
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,20000
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02000
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,70000
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,50000
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,00200
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,00700
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03000
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,00060
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09000
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,00100
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,00040
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04000
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02000
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,10000
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,00600
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,00900
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,00900
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,00200
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01000
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01000
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,00600
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02000
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,00200
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,00900
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,00700
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02000
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03000
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,30000
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,00100
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01000
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06000
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,10000
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01000
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,20000
69. Cloruro de cianógeno	mgL ⁻¹	0,07000
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,10000
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05000
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02000
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,90000
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02000
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,20000
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,20000
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Fuente: Anexo III del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-S.A, 2010