UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

==========

“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi, Callería – Ucayali, 2017”

==========

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

LETTY LEONOR SANDOVAL MENDOZA

PUCALLPA – PERÚ
2018

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, LETTY LEONOR SANDOVAL MENDOZA

Autor(a) de la TESIS de maestría titulada:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SISTEMA DE AGUA TRATAMIENTO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) NUEVO BOLOGNESI, CALLERÍA - UCAYALI, 2017

Sustentada el año: 2018

Con la asesoría de: MSC. FERNANDO VELÁSQUEZ DE LA CRUZ

En la Escuela de Posgrado, Maestría: MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Mención: _____

Autorizo la publicación:

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

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

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 30 / 05 / 2023

Email: lettysandoval_18@hotmail.com
Teléfono: 966557608

Firma: _____
DNI: 47271342

CS Escaneado con CamScanner

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, María y Celso, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza y consejos para lograrlo.

A mi hermosa hija, **Krystal Arianna,** quien ha sido mi mayor motivación para no rendirme.

A mi compañero incondicional, Xavier, por su comprensión, apoyo y cariño.

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 Nuevo Bolognesi 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.

Al Dr. Fernando Velásquez y al Ing. Elmer Nieto por su valiosa colaboración, quienes con sus conocimientos y experiencias permitieron 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) Nuevo Bolognesi, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, durante el periodo de Octubre a Diciembre del 2017. Los objetivos fueron determinar los valores de los parámetros físicos (conductividad, solidos 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; compararlos con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano y determinar el riesgo sanitario del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.

El tipo de estudio fue descriptivo, no experimental del tipo transeccional. Se recolectaron 49 muestras de agua provenientes de la captación, salida de la infraestructura del reservorio y de 7 zonas abastecidas (14 viviendas), 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 y el riesgo sanitario.

Los resultados obtenidos demostraron que el valor del parámetro físico: cloro residual libre no cumple con el valor del límite máximo permisible, los valores de los parámetros microbiológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes no cumplen con el valor del límite máximo permisible y los valores de los parámetros químicos cumplen con los valores de los límites máximos permisibles. El riesgo sanitario determinado en los 4 componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano fue medio.

Se concluye que el agua que suministra la JASS Nuevo Bolognesi a las 7 zonas abastecidas 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) Nuevo Bolognesi, district of Callería, province of Coronel Portillo, during the period of October to December 2017. The 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 water for human consumption; compare them with the maximum permissible limits established in the regulation of water quality for human consumption and determine the sanitary risk of the water supply system for human consumption.

The type of study was descriptive, not experimental of the transectional type. 49 water samples were collected from the catchment, exit from the infrastructure of the reservoir and from 7 areas supplied (14 homes), using the procedures established in the Protocol of procedures for taking samples, prevention, conservation, transport, 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 in finding an arithmetic mean for the physical and microbiological parameters, except for the chemical parameters and the sanitary risk.

The results obtained showed that the value of the physical parameter: free residual chlorine does not comply with the value of the maximum permissible limit, the values of the microbiological parameters: total coliforms and thermotolerant coliforms do not comply with the value of the maximum permissible limit and the values of the Chemical parameters comply with the values of the maximum permissible limits. The health risk determined in the 4 components of the water supply system for human consumption was Medium.

It is concluded that the water supplied by the JASS Nuevo Bolognesi to the 7 supplied areas does not meet the requirements established in the Regulation of Water Quality for Human Consumption, therefore water is not suitable for human consumption, putting at risk people's health.

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 las personas alrededor del 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 no solo es 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 en ninguna etapa de su vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida, es vital para la salud pública, independientemente del fin que se le dé, 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 el nivel de riesgo sanitario presente en el agua (2), el cual se define como el riesgo de transportar 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 de calidad 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 contraincendios 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 algún clase de monitoreo y seguimiento, el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi no fue la excepción.

Frente a la situación expuesta, se decidió investigar: ¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi?, 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, y la evaluación del riesgo sanitario del sistema de abastecimiento.

ÍNDICE

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.Objetivo Específicos 4
1.4.Hipótesis..... 5
1.5.Variables e indicadores 5
1.5.1.Variables Independientes 5
1.5.2.Variable Dependiente 7
1.6.Justificación e importancia 7
1.7.Viabilidad 8
1.8.Limitaciones 9
CAPITULO II 10
MARCO TEÓRICO 10
2.1.Antecedentes 10
2.2.Bases teóricas..... 14
2.2.1.Marco legal 14
2.2.2.Autoridad competente 15
2.2.3.Fuentes de agua..... 16
2.2.4.Importancia de la calidad del agua para consumo humano 17
2.2.5.Calidad del agua para consumo humano 18
2.2.6.Contaminación del agua..... 29
2.2.7.Enfermedades producidas por la contaminación del agua..... 31
2.2.8.Sistema 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..... 38
2.2.11.Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)..... 39
2.2.12.Evaluación del riesgo en sistemas de abastecimiento de agua 41
2.3.Definiciones conceptuales 44
2.4.Bases epistémicas 46
CAPITULO III 49

MARCO METODOLÓGICO 49
3.1.Tipo de investigación..... 49
3.2.Diseño y esquema de la investigación..... 49
3.3.Población y muestra..... 50
3.3.1. Población 50
3.3.2. Muestra 53
3.4.Instrumentos de recolección de datos 57
3.4.1. De la ficha de solicitud de análisis de aguas de consumo humano 57
3.4.2. Del formulario de registro de la comunidad anexo y/o sector 57
3.4.3. Del formulario de evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano 58
3.4.4. Del formulario de evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua 58
3.4.5. De las listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos que afectan a las cuencas de captación, tratamiento y red de distribución y la matriz de riesgos 58
3.5.Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos..... 59
3.5.1. Técnicas de recojo..... 59
3.5.2. Técnicas de procesamiento 61
3.5.3. Técnicas de presentación..... 63
CAPITULO IV 64
RESULTADOS 64
4.1. Generalidades del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la junta administradora de servicios de saneamiento Nuevo Bolognesi. 64
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) Nuevo Bolognesi. 67
4.2.1. Parámetros Físicos..... 67
4.2.2. Parámetros Químicos 72
4.2.3. Parámetros Microbiológicos 73
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) Nuevo Bolognesi versus el D.S 031-2010 S.A - reglamento de la calidad del agua para consumo humano. 76
4.3.1. Parámetros físicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 76
4.3.2. Parámetros químicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano..... 82
4.3.3. Parámetros microbiológicos versus el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano..... 84

4.4. Calidad del agua para consumo humano en base a los parámetros establecidos en la norma sanitaria D.S. 031-2010.SA reglamento de la calidad de agua para consumo humano. 86

4.5. Evaluación del riesgo sanitario del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi. 88

CAPITULO V 92

DISCUSIÓN 92

5.1.Parámetros Físicos 92

5.2.Parámetros Químicos 96

5.3.Parámetros Microbiológicos 97

5.4.Evaluación del riesgo sanitario 99

CONCLUSIONES 102

SUGERENCIAS 104

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 106

ANEXOS 110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables Independiente e indicadores 5
Tabla 2. Variables Dependiente e indicadores..... 7
Tabla 3. Principales enfermedades transmitidas por el agua 32
Tabla 4. Enfermedades debido al agua..... 33
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 Nuevo Bolognesi..... 51
Tabla 9. Puntos de monitoreo en el Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano 55
Tabla 10.Valores de los parámetros fisicos de los 9 lugares de monitoreo 67
Tabla 11. Valor de los parámetros quimicos de la captacion 72
Tabla 12. Valores de los parámetros microbiológicos de los 9 lugares de monitoreo..... 73
Tabla 13. Reporte de los resultados de la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la JASS Nuevo Bolognesi..... 86
Tabla 14. Resultado de la evaluación del riesgo sanitario de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano..... 88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Plano de ubicación del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi 52

Figura 2. Plano de ubicación de los puntos de monitoreo en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi. 56

Figura 3. Comparación de los valores de la conductividad eléctrica de los lugares de monitoreo con el LMP 76

Figura 4. Comparación de los valores de los sólidos disueltos totales de los lugares de monitoreo con el LMP 77

Figura 5. Comparación de los valores de la turbiedad de los lugares de monitoreo con el LMP 78

Figura 6. Comparación de los valores del pH de los lugares de monitoreo con los LMP 79

Figura 7. Valores de la temperatura de los lugares de monitoreo 80

Figura 8. Comparación de los valores del color residual libre de los lugares de monitoreo con el LMP 81

Figura 9.Comparación de los valores de aluminio, cobre, cromo, hierro y manganeso de los lugares de monitoreo con los LMP 82

Figura 10.Comparación de los valores de selenio, mercurio, arsénico, cadmio y plomo de los lugares de monitoreo con los LMP 83

Figura 11.Comparación de los valores de los coliformes totales de los lugares de monitoreo con el LMP 84

Figura 12.Comparación de los valores de los coliformes termo tolerantes de los lugares de monitoreo con el LMP 85

Figura 13. Frontis de la oficina de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Nuevo Bolognesi…….. 131

Figura 14. Toma de puntos de monitoreo…… 131

Figura 15. Materiales usados para la toma de muestra de agua (Envases de vidrio esterilizados y cooler)…….. 131

Figura 16. Toma de muestra de agua – Salida de la infraestructura del Reservorio…… 131

Figura 17. Toma de muestra de agua – AA.HH Nuevo Bolognesi (Vivienda Final)……. 131

Figura 18. Toma de muestra de agua – AA.HH Monte de Hor (Vivienda Inicial)…….……. 131

Figura 19. Toma de muestra de agua – AA.HH Monte Hor (Vivienda Final)…….. 132

Figura 20. Toma de muestra de agua – AA.HH Santa Rosa (Vivienda Final)……..……..… 132

Figura 21. Toma de muestra de agua – AA.HH Jesús de Nazareth (Vivienda Final)…….… 132

Figura 22. Disposición inadecuada de materiales en desuso – JASS Nuevo Bolognesi…….. 132

Figura 23. Inexistencia de tapa sanitaria en la entrada del pozo tubular…… 132

Figura 24. Calamina del techo de la caseta de captación en mal estado……..…….. 132

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, como consecuencia de 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 Nº 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) Nuevo Bolognesi, cuyo objetivo es la prestación de servicios de agua para consumo humano desde 1995 dando atención a 319 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) Nuevo Bolognesi 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

- ¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son los 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) Nuevo Bolognesi?

2. ¿Los 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) Nuevo Bolognesi cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano?

3. ¿Existen riesgos sanitarios en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar la calidad del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi.

1.3.2. Objetivo Específicos

1. Determinar los 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) Nuevo Bolognesi.

2. Comparar los 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) Nuevo Bolognesi con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

3. Evaluar el riesgo sanitario del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi.

1.4. HIPÓTESIS

Hi: "La calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi es apta para el consumo humano".

H0: "La calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi no es apta para el consumo humano".

1.5. VARIABLES E INDICADORES

1.5.1. Variables Independientes:

Tabla 1. Variables Independientes e Indicadores

Variable	Indicador	Unidad
	✓ Conductividad	✓ uS/cm (microSiemens/centímetro)
	✓ Solidos disueltos totales	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ Turbiedad	✓ UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
	✓ pH	✓ Valor de pH
X_1: Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento.	✓ 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)
X_2: Límites Máximos Permisibles (LMP) de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.	✓ LMP Conductividad	✓ uS/cm (microSiemens/centímetro)
	✓ LMP Solidos disueltos totales	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Turbiedad	✓ UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
	✓ LMP pH	✓ Valor de pH
	✓ Temperatura	✓ °C (Grados Celsius)
	✓ LMP Cloro residual libre	✓ mg/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Aluminio	✓ mg Al/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Cobre	✓ mg Cu/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Cromo	✓ mg Cr/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Hierro	✓ mg Fe/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Manganeso	✓ mg Mn/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Selenio	✓ mg Se/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Arsénico	✓ mg As/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Cadmio	✓ mg Cd/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Mercurio	✓ mg Hg/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Plomo	✓ mg Pb/L (Miligramos/Litro)
	✓ LMP Coliformes totales	✓ UFC/100 mL (Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua)
	✓ LMP Coliformes termotolerantes	✓ UFC/100 mL (Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua)
X_3: Riesgo Sanitario	✓ Bajo	<6
	✓ Medio	6-9
	✓ Alto	10-15
	✓ Muy Alto	>15

Fuente: Elaboración Propia

1.5.2. Variable Dependiente

Tabla 2. Variable Dependiente e Indicadores

Variable	Indicador
Y = Calidad del agua para consumo humano	✓ Parámetros físicos ✓ Parámetros químicos ✓ Parámetros microbiológicos

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 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 Nuevo Bolognesi 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 Nuevo Bolognesi 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 Nº 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 Nuevo Bolognesi.

1.8. LIMITACIONES

Este trabajo queda limitado a que el consejo directivo y los dueños de las viviendas abastecidas por la JASS Nuevo Bolognesi 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, explico 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 Martin, 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). (Anexo 8)

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**: Es la medida de la facilidad de un agua para conducir la corriente eléctrica y su valor aumenta con el tenor de sales disueltas en forma de iones. En aguas subterráneas los valores de conductividad son del orden de 10-6 mhos/ cm, o micromhos/cm (mhos/cm a 25ºC). Este parámetro aumenta con la temperatura (21).

- ***Sólidos Disueltos Totales (SDT):*** Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales (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 uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (24).

- **Cloro residual libre:** El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas ser relativamente económico, ser eficaz y ser fácil de medir en los laboratorios y en el campo. Otra ventaja importante con respecto a otros desinfectantes es que el cloro deja un residuo desinfectante – cloro residual − que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua en el hogar. (25).

- ***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).

- ***Aceites y grasas:*** La presencia de aceites y grasas en el agua puede alterar su calidad estética (olor, sabor y apariencia). El contenido de aceites y grasas en el agua se determina en el laboratorio mediante la extracción de todo el material soluble en un solvente orgánico tal como el hexano (20).

- ***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 microxidación, 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 ºC 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 riesgo 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, nauceas, 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, nauceas, 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	Protozoario	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	Protozoario	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.
Cadmio	Daños al riñón.	Corrosión de tuberías galvanizadas, erosión de depósitos naturales, descarga de refinerías de metal, lixiviado de baterías desechadas y pinturas.
Mercurio	Exposición a largo plazo: 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. Exposición a corto plazo: Puede causar efectos incluido daño al pulmón, náuseas, vómitos, diarrea, aumentos en la presión arterial o en el ritmo cardíaco, erupciones en la piel e irritación de ojos.	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.
Plomo	Infantes y niños: Retardo en el desarrollo físico o mental. Adultos: Problemas renales, presión alta.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales.
Zinc	Rechazo de los consumidores por su sabor.	Corrosión de tuberías domiciliarias.
Cobre	Exposición a corto plazo: Malestar gastrointestinal. Exposición a largo plazo: Daños al hígado o riñón.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales, subproductos de minería.

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, microbiológica y biológica 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 Tamices Sedimentadores Filtros de arena Radiación solar (luz)	Cloro Yodo	Sodio Hipoclorito Calcio 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 domiciliaria 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

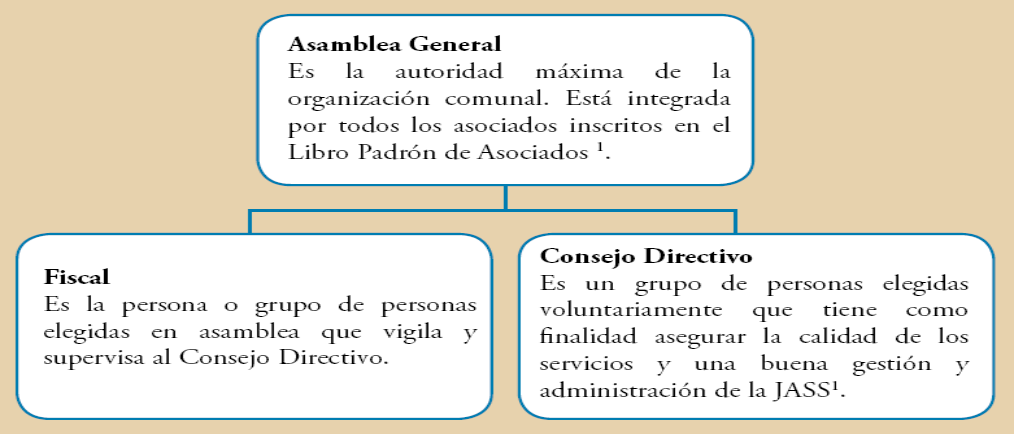
Fuente: Guía para gobiernos locales, 2005

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).

2.2.12. Evaluación del riesgo en sistemas de abastecimiento de agua

La forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor (26).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la implementación de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) como la forma más eficaz de garantizar la integridad del agua en cada uno de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP) (cuenca, procesos de tratamiento, sistema de distribución y usuario final) (29).

La evaluación del riesgo comprende las etapas de identificación de peligros y eventos peligrosos (eventos que introducen peligros o impiden su eliminación en el Sistema de Abastecimiento de Agua) y la valoración del riesgo; la identificación de peligros es el primer paso del enfoque general de evaluación del riesgo adoptado por diferentes comités de expertos, agencias regulatorias e instituciones de salud entre otros para gestionar medidas de control eficientes (29).

La gestión de riesgos eficaz exige la determinación de los peligros potenciales y de sus fuentes, así como de los posibles sucesos peligrosos, y una evaluación del nivel de riesgo que presenta cada uno. En este contexto:

- ✓ un **peligro** es un agente biológico, químico, físico o radiológico con capacidad para ocasionar daños;
- ✓ un **suceso peligroso** es un incidente o situación que puede conducir a la presencia de un peligro (lo que puede ocurrir y cómo); y
- ✓ **riesgo** es la probabilidad de que los peligros identificados ocasionen daños a las poblaciones expuestas en un plazo temporal especificado, incluida la magnitud del daño o de sus consecuencias (26).

La elaboración de un diagrama de flujo facilita el examen y la evaluación de un sistema de abastecimiento de agua de consumo. Los diagramas proporcionan una descripción

resumida del sistema de abastecimiento de agua de consumo, incluida la caracterización de la fuente de abastecimiento, la determinación de las fuentes de contaminación potenciales en la cuenca de captación, las medidas de protección de los recursos hídricos y de la fuente de abastecimiento, las operaciones de tratamiento, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución (26).

Los datos acerca de la presencia de agentes patógenos y sustancias químicas peligrosas en el agua de origen, junto con información relativa a la eficacia de los controles existentes permiten determinar si es posible cumplir las metas de protección de la salud con las infraestructuras existentes (26).

Determinación del orden de prioridad de los factores de peligro para su control

Una vez que se han determinado los factores de peligro potenciales y sus fuentes, deberán compararse los riesgos asociados a cada factor de peligro o suceso peligroso (26).

El riesgo asociado a cada factor de peligro o suceso peligroso puede describirse determinando la probabilidad de que se produzca (por ejemplo, cierta, posible o excepcional) y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de producirse (por ejemplo, insignificantes, graves o catastróficas). El objetivo deberá ser distinguir entre los factores de peligro o sucesos peligrosos importantes y los que son menos

importantes. Para ello, habitualmente se utiliza una matriz semicuantitativa (26).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agua cruda:** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.
- **Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
- **Agua tratada:** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/ó biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
- **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.
- **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.
- **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.
- **Evaluación del riesgo:** Pasos del proceso de gestión de riesgos en el cual se mide los parámetros que determinan el riesgo, la gravedad de la consecuencia del peligro y la probabilidad de que el peligro llegue a

ocurrir a fin de prevenir que ellos ocurran, protegerse contra ellos o mitigar sus consecuencias a través de sus programas.

- **Evento peligroso:** Situación que introduce peligro (o impiden su eliminación) en el sistema de abastecimiento de agua.
- **Identificación de Peligros**: Se identifican a través del proceso de observación directa y de la revisión de la documentación inicial de la operación del sistema de abastecimiento de agua y diagnósticos previos.
- **Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
- **Matriz de Evaluación de Riesgos:** Metodología utilizada para evaluar el riesgo.
- **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.
- **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.
- **Peligro:** Aquellos agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos que pueden afectar la calidad de agua para consumo humano, que tienen la capacidad de ocasionar un efecto adverso sobre la calidad de agua para consumo humano, generados por eventos naturales o antropogénicos.

- **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.
- **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.
- **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.

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 descriptivo, porque se realizó la medición de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano y se determinó la clasificación del riesgo sanitario del sistema de abastecimiento de la JASS Nuevo Bolognesi. Se compararon los resultados con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S Nº 031-2010-SA) y la Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (PCC).

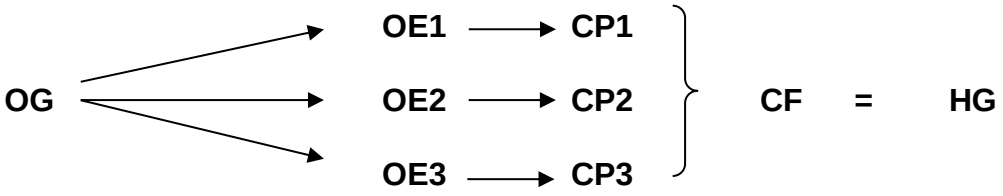
Los estudios descriptivos únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (33).

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:

Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Desarrollado como ámbito de estudio el área de influencia del sistema de

abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi. Específicamente la **captación, salida de la infraestructura del reservorio y las 319 viviendas abastecidas** por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Nuevo Bolognesi, distribuidas en 7 zonas abastecidas:

Tabla 8. Zonas abastecidas por la JASS Nuevo Bolognesi

Nº Viviendas	Zonas abastecidas
150	Asentamiento Humano Nuevo Bolognesi
48	Asentamiento Humano Víctor Manuel Maldonado Begazo
46	Asentamiento Humano Virgen de Guadalupe
6	Asentamiento Humano Monte de Hor
44	Asociación Provivienda Santa Rosa
15	Asentamiento Humano Jesús de Nazareth
10	Anexo del Asentamiento Humano Nuevo Bolognesi
Total	**319 viviendas**

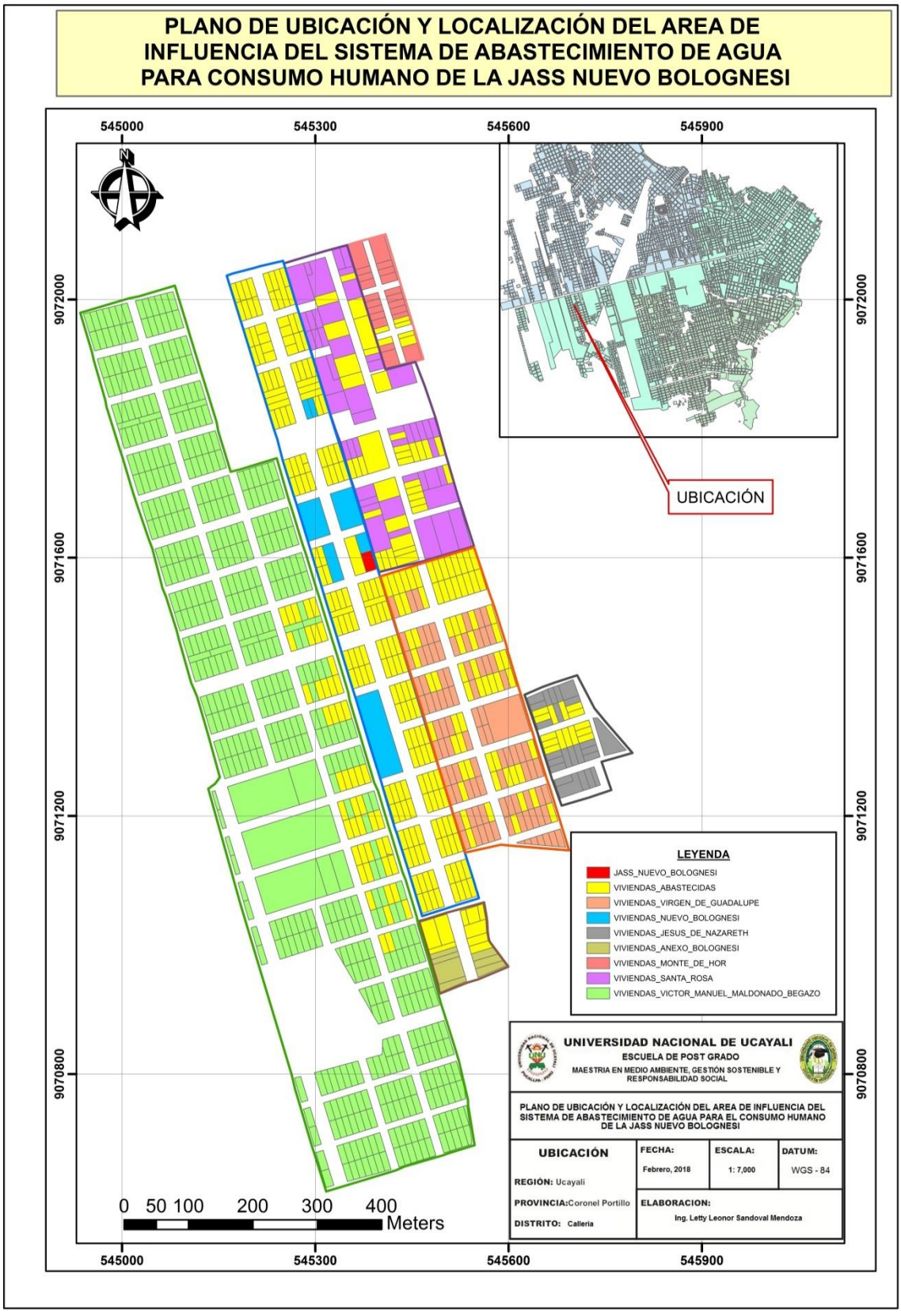


Fig. 1. Plano de ubicación del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Muestra:

La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran 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 las familias que son abastecidas por la JASS Nuevo Bolognesi, 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; de acuerdo a sus características en cuanto al tipo de sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y patrones generales que se adaptan a los objetivos de esta investigación. Estos puntos son:

- **Captación**
- **Salida de la infraestructura del reservorio**
- **14 viviendas (vivienda inicial y vivienda final por cada zona abastecida).**

De esta manera los puntos de monitoreo que conformaron la muestra fueron representativas para resultados utiles.

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)
Captacion	PC	Punto de Captacion	545379	9071594	161
Salida de la infraestructura del reservorio	SR	Salida de la infraestructura del reservorio	545380	9071599	161
AA.HH Nuevo Bolognesi	VI-1	Vivienda inicial del AA.HH Nuevo Bolognesi	545404	9071557	160
	VF-2	Vivienda final del AA.HH Nuevo Bolognesi	545168	9072025	155
AA.HH Victor Manuel Maldonado Begazo	VI-3	Vivienda inicial del AA.HH Victor Manuael Maldonado Begazo	545295	9071529	160
	VF-4	Vivienda final del AA.HH Victor Manuel Maldonado Begazo	545447	9071043	162
AA.HH Virgen de Guadalupe	VI-5	Vivienda inicial del AA.HH Virgen de Guadalupe	545416	9071561	160
	VF-6	Vivienda final del AA.HH Virgen de Guadalupe	545546	9071147	164
AA.HH Monte de Hor	VI-7	Vivienda inicial del AA.HH Monte de Hor	545429	9071963	154
	VF-8	Vivienda final del AA.HH Monte de Hor	545401	9071938	154
Asociacion Provivienda Santa Rosa	VI-9	Vivienda inicial de la Asociacion Provivienda Santa Rosa	545403	9071480	160
	VF-10	Vivienda final de la Asociacion Provivienda Santa Rosa	545323	9072004	155
AA.HH Jesus de Nazareth	VI-11	Vivienda inicial del AA.HH Jesus de Nazareth	545639	9071350	154
	VF-12	Vivienda final del AA.HH Jesus de Nazareth	545723	9071311	155
Anexo del Asentamiento Humano Nuevo Bolognesi	VI-13	Vivienda inicial del Anexo del Asentamiento Humano Nuevo Bolognesi	545527	9071043	160
	VF-14	Vivienda final del Anexo del Asentamiento Humano Nuevo Bolognesi	545538	9070998	160

*Datum WGS 84, Zona 18L

Fuente: Elaboracion propia

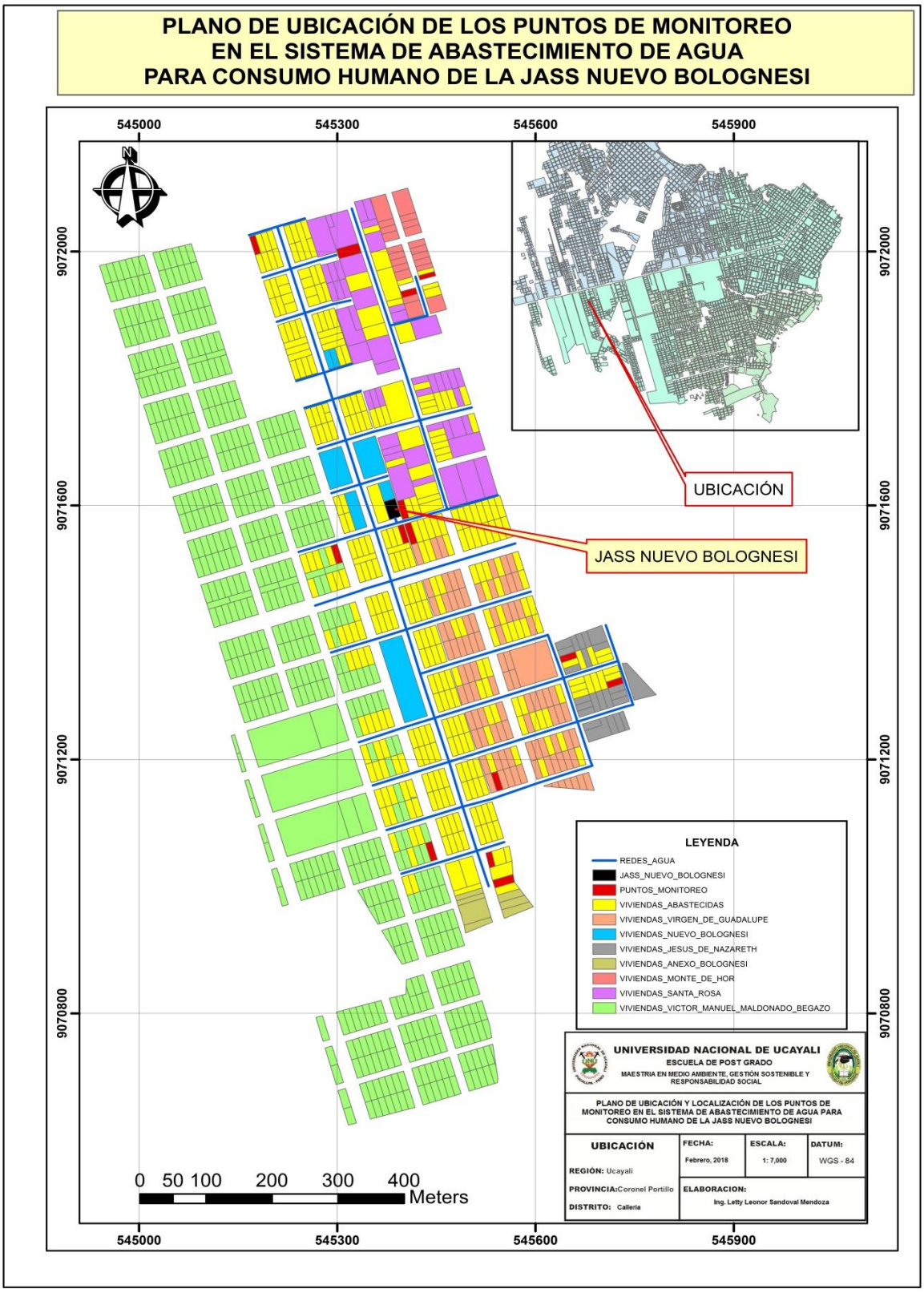


Fig 2. Plano de ubicación de los puntos de monitoreo en el Sistema de abatecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi

Fuente: Elaboracion Propia

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

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 Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (PCC):

- Ficha Nº 01: Solicitud de análisis de aguas de consumo humano (Anexo 2).
- Formulario Nº 01: Registro de la comunidad anexo y/o sector (Anexo 3).
- Formulario Nº 02: Evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano (Anexo 4).
- Formulario Nº 03: Evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua (Anexo 5).
- Listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos que afectan a las cuencas de captación, tratamiento y red de distribución (Anexo 6).
- Matriz de Riesgos – Método Semi Cuantitativo (Anexo 7)

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 fisicoquímicos y microbiológicos las cuales están sujetas a las muestras de agua obtenidas.

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

3.4.3. Del formulario de evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano: Este formulario permitió conocer sobre la población servida, administración del servicio de agua, integrantes de la JASS, cobertura, continuidad, calidad, operación, mantenimiento, ingresos y gastos que se realiza por el servicio de agua.

3.4.4. Del formulario de evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua: Este formulario permitió determinar sobre el tipo de sistema de abastecimiento, tipo de fuente; estado sanitario de la captación, pozo profundo, línea de conducción, sistema de distribución; cloración y tipo de almacenamiento de agua en las viviendas.

3.4.5. De las listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos que afectan a las cuencas de captación, tratamiento y red de distribución y la matriz de riesgos: Estas listas permitieron identificar los peligros y eventos peligrosos más significativos a los que se haya expuesto el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano que generan riesgos. Y la matriz de riesgos permitió determinar la clasificación del riesgo mediante la gravedad del impacto y la probabilidad del peligro y eventos peligrosos (34).

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. Se recolectaron 49 muestras de agua provenientes de la captación, salida de la infraestructura del reservorio y de 14 viviendas, en el periodo de octubre a diciembre del 2017, con una frecuencia mensual.

Para cada punto de monitoreo se recolecto una muestra de agua para los análisis físicos y microbiológicos respectivamente. En la desembocadura del tubo que llena el reservorio se tomó por única vez una muestra más de agua para el análisis químico. Se analizaron cloro residual libre, solidos disueltos totales, turbiedad, conductividad, pH, temperatura, coliformes totales, coliformes termotolerantes, manganeso, aluminio, cobre, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, selenio (Anexo 9).

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

- **Toma, conservación y envío de muestras para el análisis químico:** Las muestras se recolectaron directamente del tubo que llena el reservorio. 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 (HNO_3) 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 de control ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria de Lima (35).

- **Identificación de peligros y eventos peligrosos:** De acuerdo a la matriz de riesgos de método semi cuantitativo primero se identificó los peligros (físicos, químicos, microbiológicos y antropogénicos) y eventos peligrosos que puedan generar riesgos en cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento;

para lo cual se utilizó los formularios, listas y la matriz de riesgos de la Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (PCC).

3.5.2. Técnicas de procesamiento

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

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	-

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:

Parámetros	Métodos	Norma
Cadmio, Plomo, Cobre, Hierro, Manganeso,	Espectrofotometría de absorción atómica	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994

Cromo, Arsénico, Aluminio, Selenio Mercurio	Espectrofotometría Atómica de Vapor Frío	EPA Method 245.7 (Val), Febrero 2005

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

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.

- **Puntuación y Clasificación del riesgo:**

Se determinó la puntuación y clasificación del riesgo asociado a cada evento peligroso y peligro en función de la probabilidad de que se produzca (por ejemplo, “casi siempre”, “probable”, “moderada”, “improbable” o “excepcional”) y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de producirse (por ejemplo, “insignificante”, “leve”, “moderado”, “grave” o “catastrófico”), en cada uno de los componentes del sistema.

✓ **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 2013.

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 la Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad (PCC); y 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 NUEVO BOLOGNESI.

- ✓ **Administración del servicio de agua**

  Razón Social: Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Nuevo Bolognesi
  Dirección : Calle Tarma Mz-K Lt 1 y 2 – AAHH. Nuevo Bologensi
  Distrito : Callería
  Provincia : Coronel Portillo
  Departamento: Ucayali
  Fecha de creación : 1995

- ✓ **Cobertura** **:** 319 viviendas.

- ✓ **Continuidad**
  Horas al día : 6 Horas
  Días a la semana : Lunes a Domingo

- ✓ **Antigüedad** : (1997) 21 años

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

- ✓ **Tipo de sistema de abastecimiento:** Bombeo con tratamiento (Desinfección con cloro en tabletas)

- ✓ **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 25ºC, alcanzando temperaturas máximas de 33.7 ºC y mínimas de 18.9 ºC. 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:

  -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 Km. 7.200 aproximadamente a 15 minutos hacia el oeste de la carretera mencionada, existen accesos secundarios por la Av. Túpac Amaru.

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

- ✓ **Sistema de alcantarillado:** Del total de la población abastecida solo la población del AA.HH. Nuevo Bolognesi cuenta con alcantarillado, el cual desemboca en un caño natural, el resto de la población dispone sus excretas en letrinas.

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) NUEVO BOLOGNESI.

4.2.1. Parámetros Físicos

En la Tabla 10 se reportan los resultados de los parámetros físicos (Conductividad, Solidos Disueltos Totales, Turbiedad, pH, Temperatura y Cloro Libre Residual) de los 9 lugares de monitoreo: captación, salida de la infraestructura del reservorio, AA.HH. Nuevo Bolognesi, AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo, AA.HH. Virgen de Guadalupe, AA.HH. Monte de Hor, ASOC.PROV. Santa Rosa, AA.HH. Jesús de Nazareth y Anexo del AA.HH. Nuevo Bolognesi.

Tabla 10. Valores de los parámetros físicos de los 9 lugares de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO																	
	Captación						Salida de la infraestructura del Reservorio						AA.HH Nuevo Bolognesi					
	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	88,33	±	2,89	85,00	90,00	3	94,00	±	2,65	92,00	97,00	6	92,00	±	4,20	87,00	98,00
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	3	61,67	±	2,31	59,00	63,00	3	65,33	±	1,53	64,00	67,00	6	63,92	±	2,97	60,00	68,00
Turbiedad (UNT)	3	0,13	±	0,23	0,00	0,40	3	0,18	±	0,21	0,05	0,42	6	0,32	±	0,42	0,00	1,04
pH (Valor de pH)	3	7,47	±	1,16	6,56	8,78	3	7,46	±	1,22	6,35	8,77	6	7,57	±	0,64	6,70	8,21
Temperatura (ºC)	3	28,57	±	0,51	28,00	29,00	3	28,50	±	0,46	28,00	28,90	6	28,72	±	0,70	27,80	29,40
Cloro Residual Libre (mg/L)	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00	3	0,17	±	0,21	0,00	0,40	6	0,03	±	0,08	0,00	0,20

Fuente: Elaboración Propia

… Continuación

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO																
	AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo						AA.HH Virgen de Guadalupe						AA.HH Monte de Hor				
	N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos	
					Min	Max					Min	Max					Min	Max
Conductividad (uS/cm)	6	90,83	±	7,70	82,00	105,00	6	94,67	±	18,73	77,00	130,00	6	89,50	±	1,97	87,00	91,00
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	6	63,34	±	5,30	57,00	73,00	6	61,30	±	18,19	36,00	91,00	6	62,51	±	0,76	61,53	63,00
Turbiedad (UNT)	6	0,80	±	0,92	0,00	2,16	6	0,54	±	0,52	0,00	1,17	6	0,22	±	0,17	0,00	0,41
pH (Valor de pH)	6	7,53	±	0,38	6,89	7,96	6	7,36	±	0,89	6,57	8,64	6	6,83	±	0,29	6,59	7,27
Temperatura (ºC)	6	28,48	±	1,10	27,10	29,40	6	28,53	±	0,93	27,30	29,30	6	28,70	±	0,70	27,80	29,40
Cloro Residual Libre (mg/L)	6	0,03	±	0,08	0,00	0,20	6	0,12	±	0,20	0,00	0,50	6	0,17	±	0,23	0,00	0,50

Fuente: Elaboración Propia

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO																
	ASOC.PROV. Santa Rosa						AA.HH Jesús de Nazaret						Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi				
	N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos		N	Media	±	DE	Valores extremos	
					Min	Max					Min	Max					Min	Max
Conductividad (uS/cm)	6	97,50	±	16,27	87,00	130,00	6	84,33	±	5,99	78,00	91,00	6	85,83	±	5,04	76,00	89,00
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	6	67,96	±	11,45	61,53	91,00	6	58,50	±	4,28	54,00	63,00	6	59,84	±	3,54	53,00	62,00
Turbiedad (UNT)	6	0,24	±	0,45	0,00	1,11	6	0,44	±	0,69	0,00	1,52	6	0,25	±	0,60	0,00	1,48
pH (Valor de pH)	6	7,52	±	0,70	6,50	8,22	6	6,60	±	0,14	6,46	6,79	6	7,24	±	0,43	6,76	7,76
Temperatura (ºC)	6	28,65	±	0,59	27,80	29,10	6	28,43	±	0,92	27,10	29,10	6	28,53	±	0,86	27,20	29,30
Cloro Residual Libre (mg/L)	6	0,07	±	0,16	0,00	0,40	6	0,12	±	0,18	0,00	0,40	6	0,04	±	0,08	0,00	0,20

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- ✓ **Conductividad:** Presentan un mayor valor de desviación estándar: el AA.HH Virgen de Guadalupe (18,73 uS/cm), Asoc. Prov. Santa Rosa (16,27 uS/cm) y el AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (7,70 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 18,73 uS/cm, 16,27 uS/cm, 7,70 uS/cm respectivamente hacia adelante y en 18,73 uS/cm, 16,27 uS/cm, 7,70 uS/cm respectivamente hacia atrás de la media.

- ✓ **Solidos Disueltos Totales:** Presentan un mayor valor de desviación estándar: el AA.HH Virgen de Guadalupe (18,18 mg/L), Asoc. Prov. Santa Rosa (11,45 mg/L), AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (5,30 mg/L) y el AA.HH Jesús de Nazaret (4,28 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 de cada lugar de monitoreo en 18,18 mg/L, 11,45 mg/L, 5,30 mg/L, 4,28 mg/L respectivamente hacia adelante y en 18,18 mg/L, 11,45 mg/L, 5,30 mg/L, 4,28 mg/L respectivamente hacia atrás de la media.

- ✓ **Turbiedad:** Presentan un mayor valor de desviación estándar: el AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (0,92 UNT), AA.HH Jesús de Nazaret (0,69 UNT) y el Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi (0,60 UNT). 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 0,92 UNT, 0,69 UNT, 0,60 UNT, respectivamente hacia adelante y en 0,92 UNT, 0,69 UNT, 0,60 UNT respectivamente hacia atrás de la media.

- ✓ **pH:** Presentan un mayor valor de desviación estándar: la Salida de la infraestructura del reservorio (1,22 pH), Captación (1,16 pH) y el AA.HH Virgen de Guadalupe (0,89 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 1,22 pH, 1,16 pH, 0,89 pH respectivamente hacia adelante y en 1,22 pH, 1,16 pH, 0,89 pH respectivamente hacia atrás de la media.

- ✓ **Temperatura:** Presentan un mayor valor de desviación estándar: el AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (1,10 °C), AA.HH Virgen de Guadalupe (9,93 °C), AA.HH Jesús de Nazaret (0,92 °C) y el Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi (0,86 °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 1,22 pH, 1,16 pH, 0,89 pH respectivamente hacia adelante y en 1,22 pH, 1,16 pH, 0,89 pH respectivamente hacia atrás de la media.

- ✓ **Cloro residual libre:** Presentan un mayor valor de la desviación estándar: el AA.HH Monte de Hor (0,23 mg/L), Salida de la infraestructura del reservorio (0,21 mg/L), AA.HH Virgen de Guadalupe (0,20 mg/L) y el AA.HH Jesús de Nazaret (0,18 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 de cada lugar de monitoreo en 0,23 mg/L, 0,21 mg/L, 0,20 mg/L, 0,18 mg/L respectivamente hacia adelante y en 0,23 mg/L, 0,21 mg/L, 0,20 mg/L, 0,18 mg/L respectivamente 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.

4.2.2. Parámetros Químicos

En la Tabla 11 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: captación.

Tabla 11. Valores de los parámetros químicos de la captación

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO	
	Captación	
	N	Valor
Aluminio Total (mg/L)	1	0.0097
Cobre Total (mg/L)	1	<0.002
Cromo Total (mg/L)	1	<0.001
Hierro Total (mg/L)	1	0.008
Manganeso Total (mg/L)	1	0.018
Selenio Total (mg/L)	1	<0.006
Arsénico Total (mg/ L)	1	<0.007
Cadmio Total (mg/L)	1	<0.001
Mercurio Total (mg/L)	1	<0.0001
Plomo Total (mg/L)	1	<0.001

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Parámetros Microbiológicos

En la Tabla 12 se reportan los resultados de los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) de los 9 lugares de monitoreo: captación, salida de la infraestructura del reservorio, AA.HH. Nuevo Bolognesi, AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo, AA.HH Virgen de Guadalupe, AA.HH. Monte de Hor, ASOC.PROV. Santa Rosa, AA.HH Jesús de Nazareth y Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi.

Tabla 12. Valores de los parámetros microbiológicos de los 9 lugares de monitoreo.

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO															
	Captación					Salida de la infraestructura del Reservorio					AA.HH. Nuevo Bolognesi					
	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	0,00	±	0,00	0,00	0,00	3	2,00	±	2,00	0,00	4,00	6	1,00	±	2,45	0,00	6,00
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00	3	0,00	±	0,00	0,00	0,00	6	0,17	±	0,41	0,00	1,00

Fuente: Elaboración Propia

… Continuación

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO															
	AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo						AA.HH. Virgen de Guadalupe						AA.HH. Monte de Hor			
	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)	6	12,00	±	29,39	0,00	72,00	6	0,00	±	0,00	0,00	0,00	6	0,83	±	1,60	0,00	4,00
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	6	5,00	±	12,25	0,00	30,00	6	0,00	±	0,00	0,00	0,00	6	0,00	±	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

PARÁMETRO	LUGAR DE MONITOREO															
	ASOC.PROV. Santa Rosa						AA.HH. Jesús de Nazaret						Anexo del AA.HH. Nuevo Bolognesi			
	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)	6	0,17	±	0,41	0,00	1,00	6	1,83	±	4,49	0,00	11,00	6	11,17	±	18,31	0,00	43,00
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	6	0,00	±	0,00	0,00	0,00	6	0,00	±	0,00	0,00	0,00	6	4,17	±	6,65	0,00	15,00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- ✓ **Coliformes Totales:** Presentan un mayor valor de la desviación estándar: el AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (29,39 UFC/100 mL), Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi (18,31 UFC/100 mL), AA.HH Jesús de Nazareth (4,49 UFC/100 mL), AA.HH Nuevo Bolognesi (2,45 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 29,39 UFC/100 mL, 18,31 UFC/100 mL, 4,49 UFC/100 mL, 2,45 UFC/100 mL respectivamente hacia adelante y en 29,39 UFC/100 mL, 18,31 UFC/100 mL, 4,49 UFC/100 mL, 2,45 UFC/100 mL respectivamente hacia atrás de la media..

- ✓ **Coliformes Termotolerantes:** Presentan un mayor valor de la desviación estándar: el AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo (12,25 UFC/100 mL), Anexo del AA.HH Nuevo Bolognesi (6,65 UFC/100 mL), AA.HH Nuevo Bolognesi (0,41 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 12,25 UFC/100 mL, 6,65 UFC/100 mL, 0,41 UFC/100 mL respectivamente hacia adelante y en 12,25 UFC/100 mL, 6,65 UFC/100 mL, 0,41 UFC/100 mL respectivamente 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) NUEVO BOLOGNESI 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 3, se muestra los valores de la conductividad eléctrica de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la conductividad eléctrica oscilaron en un rango de 84.33 uS/cm a 97.50 uS/cm, 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.

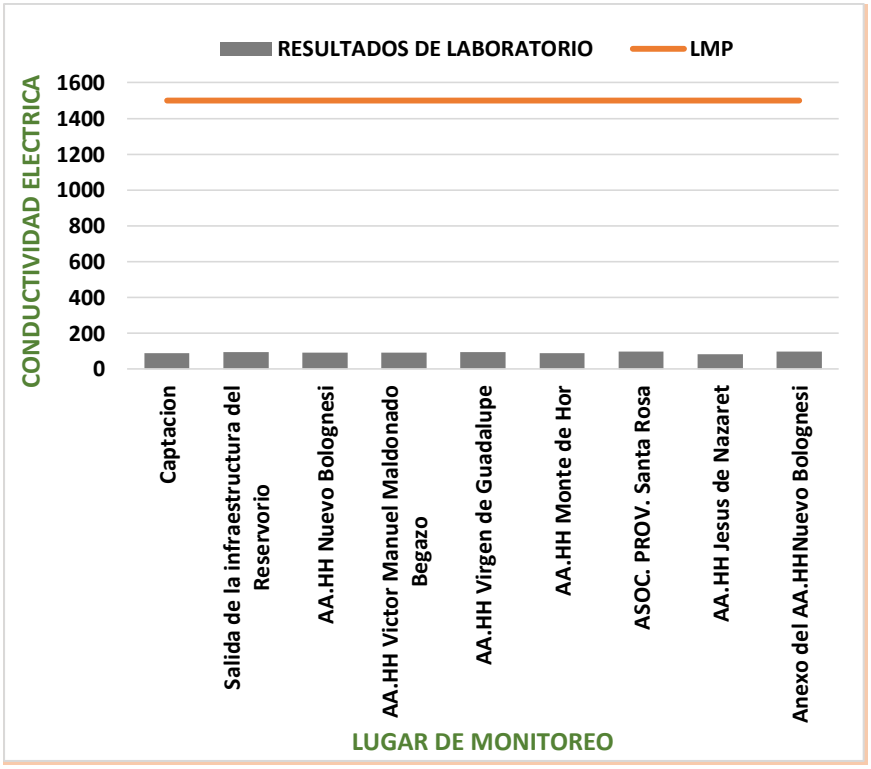


Figura 3. Comparación de los valores de la conductividad eléctrica de los lugares de monitoreo con el LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2. Solidos disueltos totales (mg/L)

En la Figura 4, se muestra los valores de los sólidos disueltos totales de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de los sólidos disueltos totales oscilaron en un rango de 58.50 mg/L a 67.96 mg/L, 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.

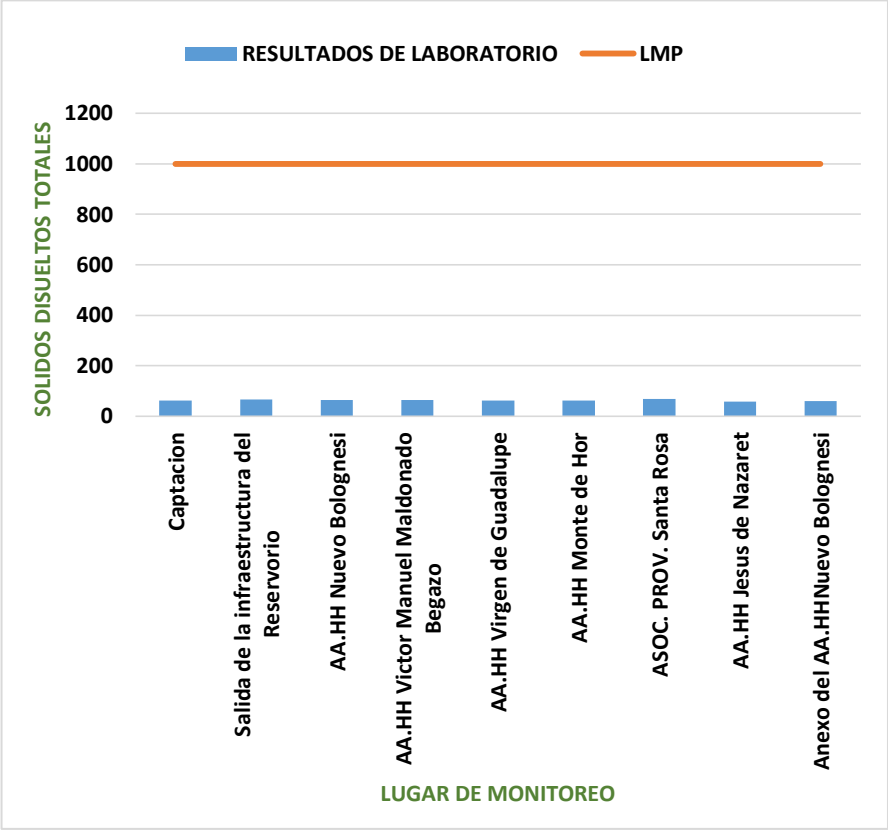


Figura 4. Comparación de los valores de los sólidos disueltos totales de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.3. Turbiedad (UNT)

En la Figura 5, se muestra los valores de la turbiedad de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la turbiedad oscilaron en un rango de 0.13 UNT a 0.80 UNT, 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.

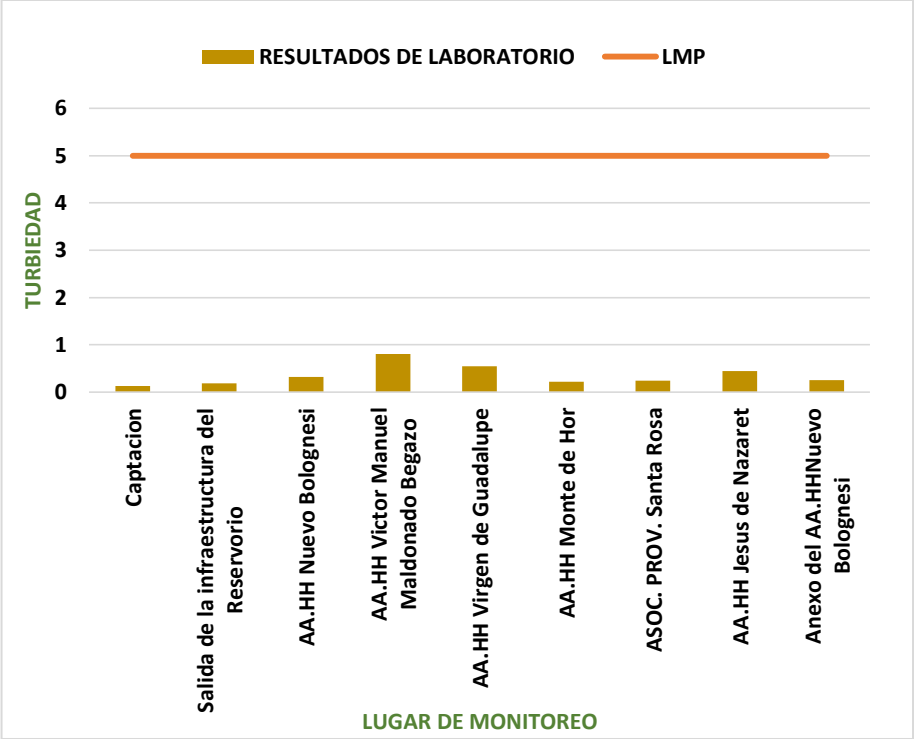


Figura 5. Comparación de los valores de la turbiedad de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.4. pH (Valor de pH)

En la Figura 6, se muestra los valores del pH de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores del pH oscilaron en un rango de 6.60 a 7.57, 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.

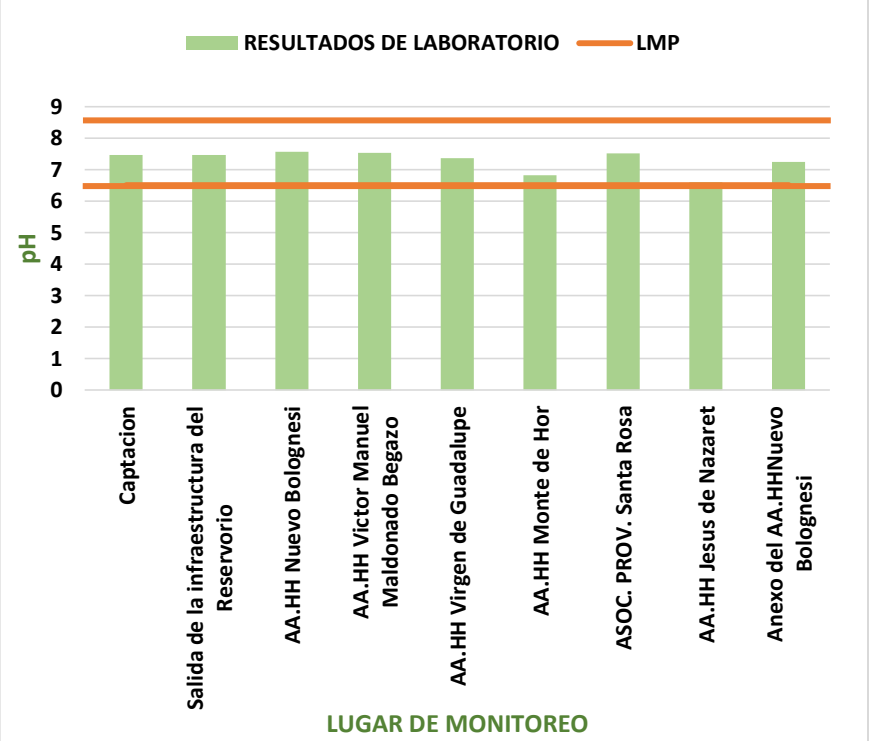


Figura 6. Comparación de los valores del pH de los lugares de monitoreo con los LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.5. Temperatura (°C)

En la Figura 7, se muestra los valores la temperatura de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores de la temperatura oscilaron en un rango de 28.43 °C a 28.70 °C. No está establecido un Límite Máximo Permisible de la temperatura en el D.S 031-2010 S.A - Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.



Figura 7. Valores de la temperatura de los lugares de monitoreo

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.6. Cloro Residual Libre (mg/L)

En la Figura 8, se muestra los valores del cloro residual libre de los 9 lugares de monitoreo. Se observa que los valores del cloro residual libre oscilaron en un rango de 0 ppm a 0.17 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.

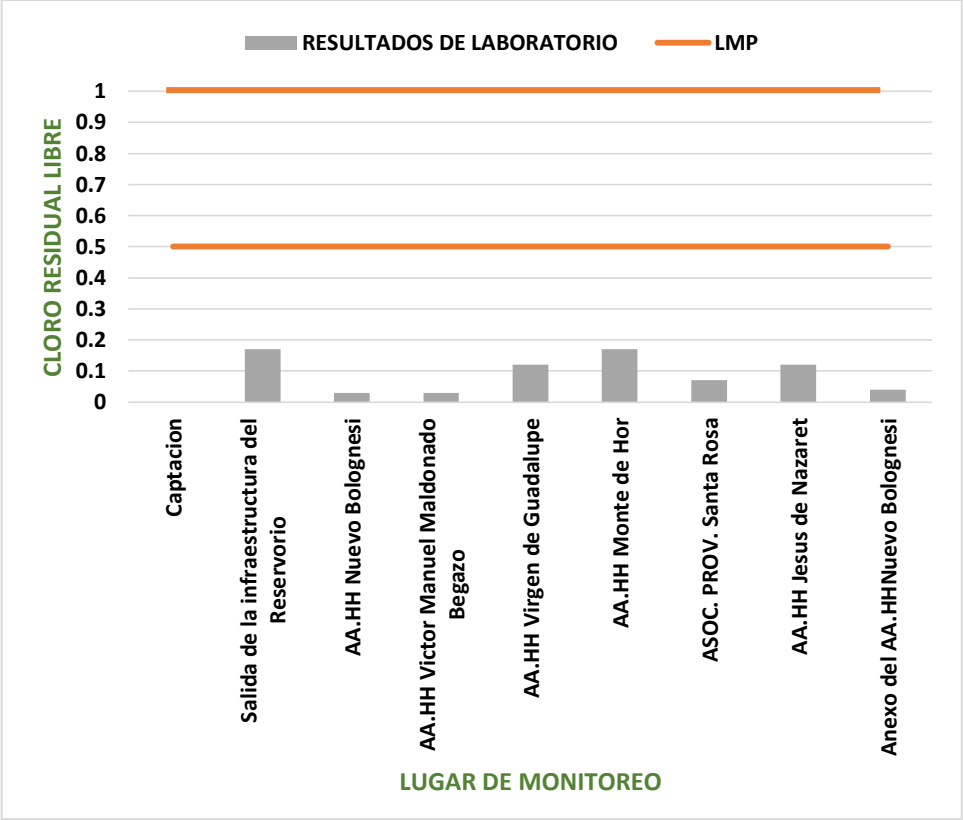


Figura 8. Comparación de los valores del cloro residual libre de los lugares de monitoreo con el LMP.

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), Cobre (mg/L), Cromo (mg/L), Hierro (mg/L) y Manganeso (mg/L)

En la Figura 9, se muestra los valores del Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro y Manganeso de la captación. 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.

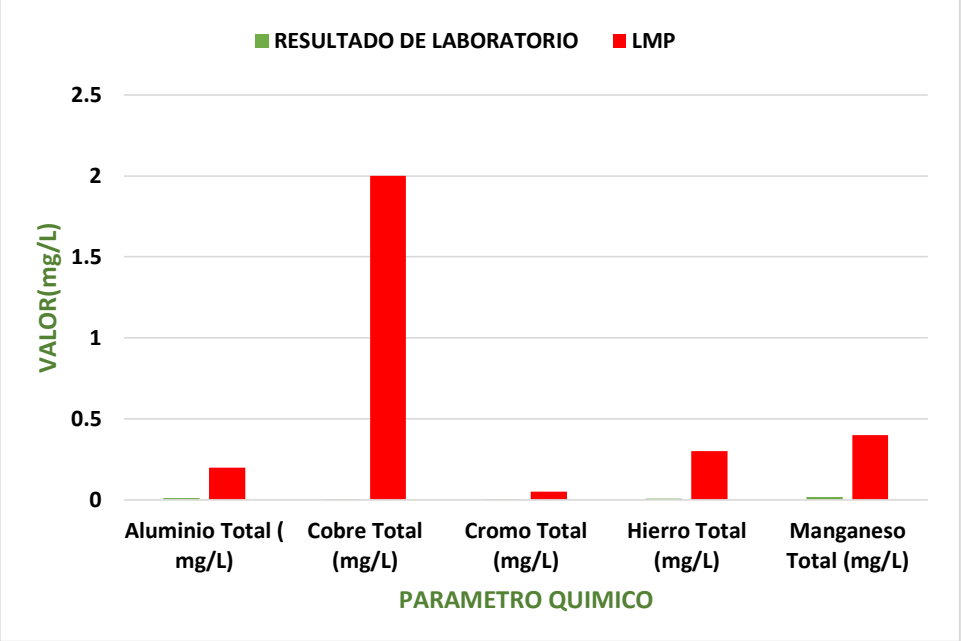


Figura 9. Comparación de los valores de Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro y Manganeso de la captación con los LMP

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2. Selenio (mg/L), Mercurio (mg/L), Arsénico (mg/L), Cadmio (mg/L) y Plomo (mg/L)

En la Figura 10, se muestra los valores del Selenio, Mercurio, Arsénico, Cadmio y Plomo de la captación. 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.

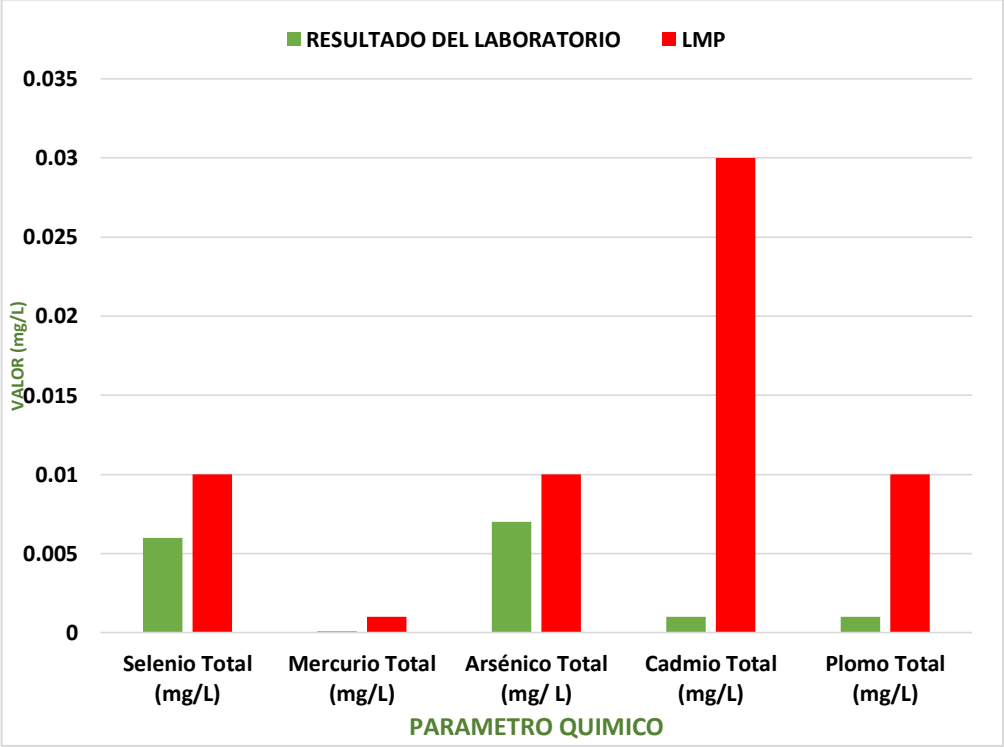


Figura 10. Comparación de los valores de Selenio, Mercurio, Arsénico, Cadmio y Plomo de la captación con los LMP

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 9 lugares de monitoreo. Se observa que en 7 lugares de monitoreo los valores de coliformes totales oscilaron en un rango de 0.17 UFC/ 100 mL a 12.00 UFC/ 100 mL, 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.

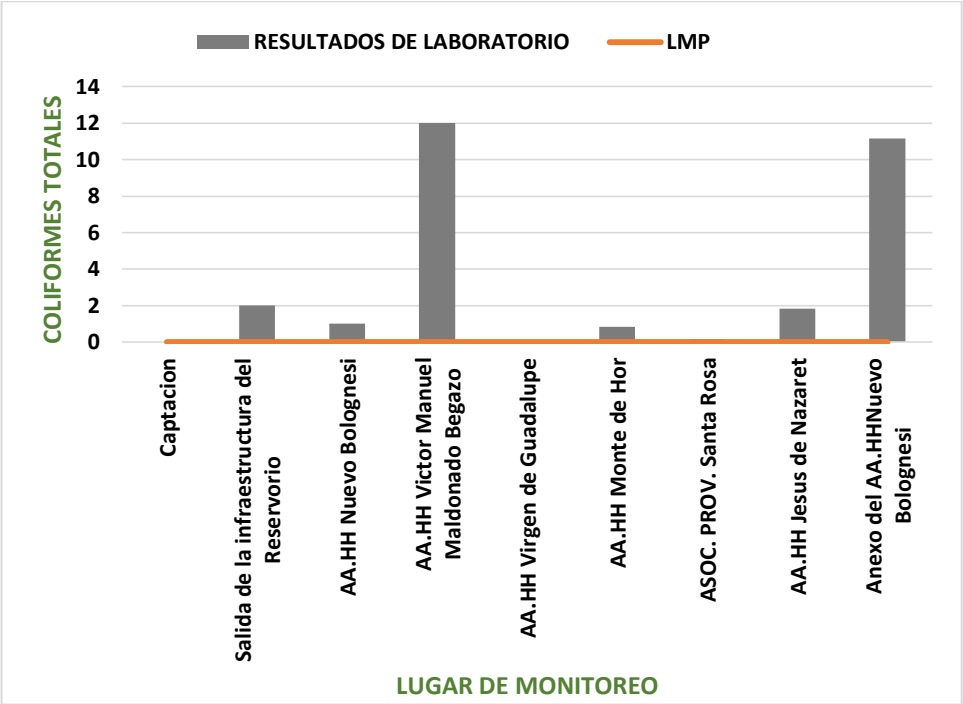


Figura 11. Comparación de los valores de los coliformes totales de los lugares de monitoreo con el LMP.

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 9 lugares de monitoreo. Se observa que en 3 lugares de monitoreo los valores de coliformes termo tolerantes oscilaron en un rango de 0.17 UFC/100 mL a 5 UFC/100 mL, 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.

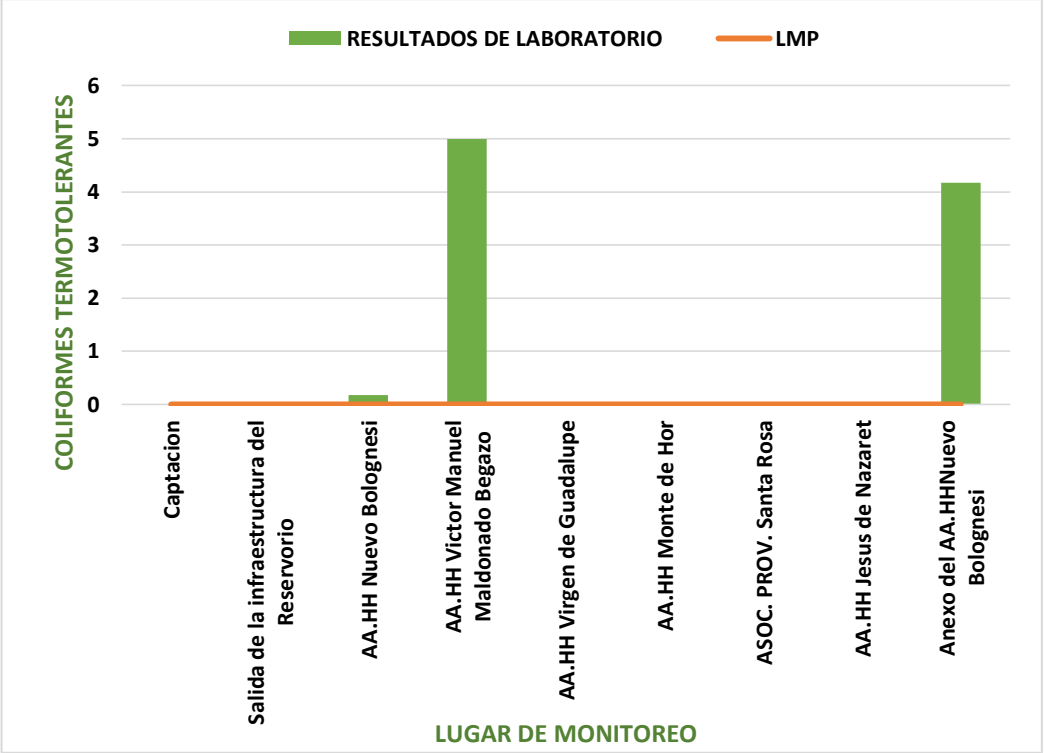


Figura 12. Comparación de los valores de los coliformes termo tolerantes de los lugares de monitoreo con el LMP.

Fuente: Elaboración Propia

4.4. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA SANITARIA D.S. 031-2010.SA REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

En la Tabla 13, se reporta los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la captación, salida de la infraestructura del reservorio, AA.HH. Nuevo Bolognesi, AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo, AA.HH. Virgen de Guadalupe, AA.HH. Monte de Hor, ASOC.PROV. Santa Rosa, AA.HH. Jesús de Nazareth y del Anexo del AA.HH. Nuevo Bolognesi. Donde se observa que las 7 zonas abastecidas por la JASS Nuevo Bolognesi consumen agua no apta para el consumo humano según la norma establecida.

Tabla 13. Reporte de los resultados de la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la JASS Nuevo Bolognesi

N°	LUGAR DE MONITOREO	GEORREFERENCIA		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO			
		E	N	Cobertura Viviendas	Tipo de Sistema	Continuidad del Servicio horas/día	Fuente
1	Captación	545379	9071594	-			
2	Salida de la infraestructura del Reservorio	545380	9071599	-			
3	AA.HH. Nuevo Bolognesi	545404	9071557	150			
4	AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo	545295	9071529	48			
5	AA.HH. Virgen de Guadalupe	545416	9071561	46	Sistema de Bombeo Con Tratamiento	6 Hr/día	Subterránea
6	AA.HH. Monte de Hor	545429	9071963	6			
7	ASOC. PROV. Santa Rosa	545403	9071480	44			
8	AA.HH. Jesús de Nazaret	545639	9071350	15			
9	Anexo del AA.HH. Nuevo Bolognesi	545527	9071043	10			

Fuente: Elaboración Propia

…Continuación

N°	LUGAR DE MONITOREO	ANÁLISIS FÍSICO						ANÁLISIS QUÍMICO										ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		CALIFICACIÓN
		Cond. (uS/cm)	SDT (mg/L)	Turb (UNT)	pH	Temp. (ºC)	Cl (mg/L)	Al	Cu	Cr	Fe	Mn	Se	As	Cd	Hg	Pb	C. Totales (UFC/100 mL)	C. Termotolerantes (UFC/100 mL)	
1	Captación	88,33	61,67	0,13	7,47	28,57	0,00	0.01	<0.002	<0.001	0.008	0.018	<0.006	<0.007	<0.001	<0.0001	<0.001	0,00	0,00	No Apta
2	Salida de la infraestructura del Reservorio	94,00	65,33	0,18	7,46	28,50	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	0,00	No Apta
3	AA.HH. Nuevo Bolognesi	92,00	63,92	0,32	7,57	28,72	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,17	No Apta
4	AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo	90,83	63,34	0,80	7,53	28,48	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,00	5,00	No Apta
5	AA.HH. Virgen de Guadalupe	94,67	61,30	0,54	7,36	28,53	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	No Apta
6	AA.HH. Monte de Hor	89,50	62,51	0,22	6,83	28,70	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	0,00	No Apta
7	ASOC. PROV. Santa Rosa	97,50	67,96	0,24	7,52	28,65	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,00	No Apta
8	AA.HH. Jesús de Nazaret	84,33	58,50	0,44	6,60	28,43	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	0,00	No Apta
9	Anexo del AA.HH. Nuevo Bolognesi	85,83	59,84	0,25	7,24	28,53	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,17	4,17	No Apta

Fuente: Elaboración Propia

4.3. EVALUACIÓN DEL RIESGO SANITARIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) NUEVO BOLOGNESI.

En la tabla 14 se muestra la identificación de los peligros y eventos peligrosos, la determinación de la gravedad y la probabilidad, la puntuación y clasificación del riesgo y las medidas correctivas propuestas en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios Nuevo Bolognesi, para el cual se procedió a dividir el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en 4 componentes como se muestra en el Flujograma (ver Anexo 11).

Tabla 14. Resultado de la evaluación del riesgo sanitario de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento agua para consumo humano.

Componente	Tipo de Peligro (agentes físicos, químicos, biológicos, radioactivos y antropogénicos)	Evento Peligroso (fuente de peligro)	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo	Fundamento	Medidas Correctivas Propuestas
Captación	Físico	Variación del nivel freático	2	5	10	Alto	Volumen bajo de agua en verano.	Racionalización del servicio de agua.
	Antropogénico	Fuego	4	2	8	Medio	Tablero eléctrico en regulares condiciones, no cuenta con tapa seguridad.	Mantenimiento del tablero eléctrico, colocar una tapa de seguridad.
	Físico – Químico - Microbiológico	Acumulación de residuos solidos	2	4	8	Medio	Acumulación de residuos sólidos cercanos al sistema de abastecimiento de agua.	Organización por parte de los pobladores y la Municipalidad para el recojo de los residuos sólidos.

	Físico	Corte del suministro eléctrico en la caseta de bombeo	2	3	6	Medio	Desabastecimiento de energía eléctrica e interrupción del funcionamiento de la bomba.	Uso de motores sustitutos generadores de energía eléctrica
	Físico	Ausencia de almacén para materiales en desuso (sogas, fierros, etc)	1	1	1	Bajo	Acumulación de objetos en desuso cerca a la caseta de bombeo.	Creación de un almacén para el material en desuso.
	Físico	Inexistencia de equipos contra incendios	3	5	15	Alto	Ante un posible incendio no se podría dar una respuesta inmediata.	Compra de extintores de manera anual, y revisión mensual de los extintores.
	Físico – Químico - Microbiológico	Canal de desagüe muy cerca al pozo tubular	5	5	25	Muy Alto	Desagües que desembocan a un caño natural que se encuentra a 300 metros del pozo tubular.	Conexión de las tuberías de desagüe a la red de alcantarillado de EMAPACOPSA.
	Físico - Microbiológico	Falta de un adecuado mantenimiento y cuidado de la infraestructura	2	4	8	Medio	Paredes internas con presencia de hongos y telarañas.	Limpieza de toda la caseta, arreglo del techo y pintado.
	Físico - Microbiológico	Ausencia de tapa sanitaria sobre el pozo tubular	4	5	20	Muy Alto	Ingreso de vectores (roedores, cucarachas) al pozo tubular.	Instalación de una tapa de seguridad.
	Antropogénico	Vandalismo	3	2	6	Medio	No existe una vigilancia continua en la caseta de bombeo con el riesgo de hurto de ciertos materiales.	El operario debe vigilar continuamente la caseta de bombeo.
	Físico	Movimiento sísmico	2	2	4	Bajo	A la estructura de concreto armado le falta mantenimiento, sobre todo al contacto con el exterior.	Remodelamiento de la estructura de concreto armado.
Almacenamiento	Físico – Químico - Microbiológico	Desconocimiento de la calidad del agua suministrada en mérito al D.S. 031-2010.SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.	5	5	25	Muy Alto	No se conoce las características microbiológicas, organolépticas y otros parámetros del agua indicados en el DS 031-2010.SA.	Realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua para conocer la calidad de esta.
	Físico – Químico - Microbiológico	Falta de mantenimiento general de todo el reservorio	3	4	12	Alto	No existe un plan de limpieza y desinfección del reservorio.	Limpieza y desinfección del reservorio cada 6 meses.
	Microbiológico - Químico	Suministro de cloro en tabletas fuera de los límites máximos permisibles	5	5	25	Muy Alto	Desconocimiento sobre la cantidad de cloro en tabletas a utilizar.	Capacitación sobre la dosis de cloro en tabletas a utilizar.

	Físico – Químico - Microbiológico	Uso de sustancias químicas no autorizadas en el tratamiento	2	4	8	Medio	Desconocimiento sobre los desinfectantes autorizados en el tratamiento del agua.	Capacitación sobre los desinfectantes autorizados
	Físico	Inseguridad e inexperiencia sobre la operación y mantenimiento de la bomba sumergible	2	4	8	Medio	Falta de un manual de operación y mantenimiento.	Contratar al personal adecuado con conocimientos sobre como operar el sistema de agua para consumo humano.
	Físico – Químico - Microbiológico	Rotura de tubería	4	3	12	Alto	Vandalismo, antigüedad, calidad de material, trabajos de otras entidades, trabajos por terceras personas, sobre presión de servicios.	Reparación inmediata de las tuberías rotas.
Red de distribución	Físico	Fluctuaciones de la presión (perdida y aumento de la presión)	5	2	10	Alto	Quejas por parte de los usuarios sobre la cantidad de agua que reciben, en las zonas más alejadas reciben poca agua.	Control sobre la presión del agua.
	Físico - Microbiológico	Presencia de cuerpos extraños en el interior de las tuberías	2	5	10	Alto	Ingreso de tierra cuando se efectúan las reparaciones.	Plan de purgas.
	Físico – Químico - Microbiológico	Interferencia del servicio por aguas servidas	3	5	15	Alto	Ingreso de las aguas servidas de las tuberías de desagüe	Reparación de las tuberías de agua y desagüe.
	Físico - Microbiológico	Materiales, implementos y equipos no fiscalizados	2	3	6	Medio	Empleo de materiales en reparaciones y conexiones domiciliarias que no garantizan su efectividad en el tiempo	Monitoreo y vigilancia en las actividades de instalación y reparaciones.
	Físico	No se distribuye el agua en forma tecnificada	1	2	2	Bajo	Se soluciona los problemas de acuerdo con el reclamo del usuario y en forma empírica por el operador.	Capacitación al operador en el mantenimiento y reparación de las redes de distribución
	Físico – Químico - Microbiológico	Conexiones no autorizadas	2	3	6	Medio	Informalidad para optar el servicio de agua de forma ilegal	Sanción a los infractores
	Físico – Químico - Microbiológico	Inadecuado almacenamiento del agua en depósitos sucios y viejos	5	3	15	Alto	La población almacena el agua en bidones, baldes sucios y viejos	Realizar una charla sobre educación sanitaria

	Físico – Químico - Microbiológico	Interferencia del servicio	3	2	6	Medio	Interconexión de aguas no seguras proveniente de otras fuentes, existen usuarios con doble conexión de fuente de agua no segura.	Control y seguimiento del servicio intradomiciliario en la zona periférica
Lugares de consumo	Físico – Químico - Microbiológico	Instalación de tubería de agua junto a las tuberías de desagüe	4	5	20	Muy Alto	Existen tuberías de agua que están instaladas junto a las tuberías de desagüe	Reubicación de las tuberías
	Físico – Químico - Microbiológico	Mal uso del servicio en conexiones suspendidas	3	3	9	Medio	Negligencia del usuario al manipular las conexiones que fueron suspendidas.	Control y seguimiento del corte del servicio.

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 3, se observa que los valores de la conductividad oscilaron entre 84.33 uS/cm como valor mínimo en el AA.HH. Jesús de Nazareth y uS/cm como valor máximo en la Asociación Provivienda Santa Rosa. En todos los casos los valores 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.

  Para Collazo y Montaño (2012), la conductividad es la medida de la facilidad de un agua para conducir la corriente eléctrica y su valor aumenta con el tenor de sales disueltas en forma de iones. En aguas subterráneas los valores de conductividad son del orden de 10^{-6}

mhos/cm, o micromhos/cm (mhos/cm a 25ºC). Este parámetro aumenta con la temperatura (21).

- **Solidos Disueltos Totales**

  En la figura 4, se observa que los valores de Solidos Disueltos Totales oscilaron entre 58.50 mg/L como valor mínimo en el AA.HH. Jesús de Nazareth y 67.96 mg/L como valor máximo en la Asociación Provivienda Santa Rosa. 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.

  Según la Universidad de Mayagüez (2002), aguas 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).

- **Turbiedad**

  En la figura 5, se observa que los valores de la Turbiedad oscilaron entre 0.13 UNT como valor mínimo en la Captación y 0.80 UNT en el AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo como valor máximo. 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 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 6, se observa que los valores del pH oscilaron entre 6.60 como valor mínimo en el AA.HH. Jesús de Nazareth y 7.57 como valor máximo en el AA.HH. Nuevo Bolognesi. 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.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2004) menciona que por lo general, 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 7, 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 28.43 °C como valor mínimo en el AA.HH. Jesús de Nazareth y 28.70 °C como valor máximo en el AA.HH. Monte de Hor. 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 8, se observa que los valores del Cloro Residual Libre de los lugares de monitoreo oscilaron entre 0 ppm como valor mínimo en la Captación y 0.17 ppm como valor máximo en el AA.HH. Monte de Hor. 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 9 y 10, se observa que los valores obtenidos de Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Selenio, Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo en la captación no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, según el D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano. Teniendo valores un poco más alto el arsénico, hierro y manganeso; pero que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles.

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 hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. 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).

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 microxidación, y es la fuente más importante de manganeso en el agua de consumo, aunque la mayor exposición proviene, habitualmente, de los alimentos (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 0.00 UFC/ 100 mL como valor mínimo en la Captación y 12.00 UFC/ 100 mL como valor máximo en el

AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo. En 7 lugares de monitoreo (salida de la infraestructura del reservorio y 6 AA.HH.) 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 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 reproliferación 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 0.00 UFC/ 100 mL como valor mínimo en la Captación y 5.00 UFC/ 100 Ml como valor máximo en el AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo. En 3 lugares de monitoreo (AA.HH.) 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 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).

5.4. Evaluación del riesgo sanitario

Como se observa en la tabla 14, existen riesgos muy altos que pueden ser dañinos para la salud del consumidor siendo las de mayor riesgo la acumulación de residuos sólidos, canal de desagüe muy cerca al pozo tubular, ausencia de tapa sanitaria sobre el pozo tubular, desconocimiento de la calidad del agua suministrada en mérito al D.S. 031-2010.SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano y suministro de cloro en tabletas fuera de los límites máximos permisibles.

Para la Organización Mundial de la Salud (2006), la identificación y evaluación de los distintos peligros y riesgos asociados a las diferentes etapas del sistema de agua, permite identificar las situaciones que puedan dañar la infraestructura, afectar la calidad del agua, y poner en riesgo el suministro de agua a la comunidad. (26)

La JASS Nuevo Bolognesi no ha realizado los análisis de parámetros de control obligatorio y adicionales del agua de la captación por lo que desconocen la calidad del agua que están suministrando. Así mismo la infraestructura de la captación no cuenta con un mantenimiento y la entrada del pozo tubular no cuenta con una tapa sanitaria.

Según Amézquita; *et al*, tanto si el agua se obtiene de fuentes superficiales como subterráneas, es importante conocer las características de la cuenca de captación o acuífero local, así como determinar y controlar las situaciones que pudieran dar lugar a la contaminación del agua. La infraestructura de la captación ha de ir encaminada a garantizar, en la medida de lo posible, la protección sanitaria de la calidad del agua (29).

En lo que respecta a la desinfección del agua no se está clorando como indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, el operario no está capacitado en el suministro de cloro en el reservorio.

Para la Organización Mundial de la Salud (2006), en el proceso de tratamiento pueden introducirse en el agua de consumo componentes como los aditivos químicos utilizados o productos en contacto con el agua. El tratamiento del agua debe optimizarse, para evitar la proliferación de microorganismos, la corrosión de los materiales de las tuberías y la formación de depósitos (26).

Se ha detectado conexiones ilegales de agua por lo que esto permitiría la contaminación microbiológica, fugas de agua y problemas en la presión del agua.

La Organización Mundial de la Salud (2006), menciona que, dada la naturaleza del sistema de distribución, que puede comprender muchos kilómetros de tuberías, depósitos de almacenamiento e interconexiones

con industrias usuarias, y la posibilidad de manipulación y vandalismo, es posible la contaminación microbiana y química del sistema (26).

Por lo expuesto en párrafos anteriores se acepta la hipótesis nula del presente trabajo dado que el agua que suministra el sistema de abastecimiento de la JASS Nuevo Bolognesi no es apta para el consumo humano porque no cumple con los requisitos establecidos en el D.S 031-2010 S.A- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Mientras que se rechaza la hipótesis general, afirmándose que los valores de los parámetros de cloro residual libre, coliformes totales y termotolerantes no cumplen con los límites máximos permisibles.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano en el tercer trimestre del año y en época semi lluviosa por lo que se desconoce cuál es la calidad del agua en el otro periodo y como está influenciado por los cambios propios de cada estación. 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. La fuente de agua subterránea del sistema de abastecimiento desde el punto de vista físico, químico y microbiológico es estable debido a la profundidad del pozo y al tipo de suelo. Cabe indicar que una vez que el agua abandona el reservorio la calidad del agua es susceptible a ser contaminada; llegándose a encontrar valores superiores de contaminantes microbiológicos después de ser tratada y una vez que ingresa a la red de distribución.

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, solidos disueltos totales, turbiedad, pH, aluminio, cobre, cromo, hierro, manganeso, selenio, arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Mientras que los siguientes parámetros no cumplen con los valores recomendados: cloro residual libre entre, sobrepasan los límites para consumo humano: coliformes totales entre 30 - 50 UFC/100ml y coliformes

termotolerantes entre 1 - 2 UFC/100ml, por lo que puede afectar la salud del consumidor.

Por este motivo a pesar que los valores de los parámetros químicos cumplen y los físicos no cumplen en su totalidad 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 Nuevo Bolognesi no es apta para el consumo humano**.

3. Se evaluó el riesgo sanitario en los 4 componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano: captación, almacenamiento, red de distribución y lugares de consumo. La **clasificación del riesgo sanitario** que se obtuvo **fue de Medio.** Se identificaron los eventos peligrosos y los peligros que inciden en la calidad del agua que consumen las poblaciones abastecidas:

- Ausencia de la tapa sanitaria sobre el pozo tubular (físico y microbiológico).
- Desconocimiento de la calidad del agua suministrada en mérito al D.S. 031-2010.SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano (físico, químico y microbiológico).
- Falta de mantenimiento general de todo el reservorio (físico, químico y microbiológico).
- Suministro de cloro en tabletas fuera de los límites máximos permisibles (microbiológico y químico).
- Conexiones no autorizadas (físico, químico y microbiológico).
- Inadecuado almacenamiento de agua en depósitos sucios y viejos (físico, químico y microbiológico).

SUGERENCIAS

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

1. Cumplir con sus obligaciones como proveedor tal como se indica en el Artículo 50° del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

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.

3. 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.

4. Cumplir con realizar los análisis de los Parámetros de Control Obligatorio (PCO), tal como lo establece el Artículo 63° del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

5. El Consejo Directivo debe realizar las coordinaciones que fueran necesarias, con la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental; Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Área Técnica Municipal de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo con la finalidad de fortalecer sus capacidades en la administración, operación,

mantenimiento, desinfección y conservación de los servicios de saneamiento básico, mejora de los hábitos y conductas sanitarias de las poblaciones abastecidas.

6. Implementar el Programa de Adecuación Sanitaria (PAS) para los proveedores de agua para consumo humano Directiva Sanitaria Nº 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/guialcalde/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 Martin; 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 Nº 26842. Diario El Peruano, 1997. [Consultado el 5 de Julio del 2017].Disponible en: http://www.minsa.gob.pe/renhice/documentos/normativa/Ley%2026842-1997%20-%20Ley%20General%20de%20Salud%20Concordada.pdf.
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%20

agua%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, Montaño 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.
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_fulll_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 Nº 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

<table>
<tr><td colspan="7">TITULO: Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi, distrito de Callería – Ucayali. 2017.
Tesista: Letty Leonor Sandoval Mendoza.</td></tr>
<tr><th>PROBLEMA</th><th>OBJETIVOS</th><th>HIPÓTESIS</th><th>VARIABLE</th><th>DIMENSIONES</th><th>INDICADORES</th><th>METODOLOGÍA</th></tr>
<tr><td>GENERAL:
¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi?</td><td>GENERAL:

Evaluar la calidad del agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi.</td><td rowspan="2">Hi: La calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi es apta para el consumo humano.

H0: La calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi no es apta para el consumo humano.</td><td>DEPENDIENTE:

Y: Calidad del agua para consumo humano</td><td>Evaluación de la calidad del agua para consumo humano</td><td>✓ Parámetros físicos
✓ Parámetros químicos
✓ Parámetros microbiológicos</td><td rowspan="2"><u>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</u>
✓ Tipo de investigación: Descriptivo

✓ Diseño de la investigación: No experimental de tipo transeccional

<u>POBLACIÓN Y MUESTRA</u>

✓ Población: Captación, Salida de la infraestructura del reservorio y las 319 viviendas abastecidas por la JASS Nuevo Bolognesi.

✓ Muestra: Captación, Salida de la Infraestructura del reservorio y 14 viviendas.</td></tr>
<tr><td>-¿Cuáles son los 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) Nuevo Bolognesi?</td><td>Determinar los 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) Nuevo Bolognesi.</td><td>X_1: Valor de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.</td><td>Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos</td><td>X_1:
✓ Conductividad
✓ Solidos disueltos totales
✓ Turbiedad
✓ pH
✓ Temperatura
✓ Cloro residual libre
✓ Aluminio
✓ Cobre
✓ Cromo
✓ Hierro
✓ Manganeso
✓ Selenio
✓ Arsénico
✓ Cadmio
✓ Mercurio
✓ Plomo</td></tr>
</table>

					✓ Coliformes totales ✓ Coliformes termotolerantes	**INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.** ✓ **Instrumentos:** - Ficha Nº 01: Solicitud de análisis de aguas de consumo humano. - Formulario Nº 01: Registro de la comunidad anexo y/o sector. - Formulario Nº 02: Evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano. - Formulario Nº 03: Evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua. - Listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos que afectan a las cuencas de captación, tratamiento y red de distribución. - Matriz de Riesgos – Método Semi
-¿Los 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) cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano?	Comparar los 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) Nuevo Bolognesi con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S 031-2010. SA- al Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.		**X_2:** Límites Máximos Permisibles (LMP) de los Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.	Comparación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos	**X_2:** ✓ LMP Conductividad ✓ LMP Solidos disueltos totales ✓ LMP Turbiedad ✓ LMP pH ✓ LMP Temperatura ✓ LMP Cloro residual libre ✓ LMP Aluminio ✓ LMP Cobre ✓ LMP Cromo ✓ LMP Hierro ✓ LMP Manganeso ✓ LMP Selenio ✓ LMP Arsénico ✓ LMP Cadmio ✓ LMP Mercurio ✓ LMP Plomo ✓ LMP Coliformes totales ✓ LMP Coliformes termotolerantes	
¿Existen riesgos sanitarios en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi?	Evaluar el riesgo sanitario del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Nuevo Bolognesi.		**X_3:** Riesgo Sanitario	Evaluación del riesgo sanitario	**X_3:** Bajo Medio Alto Muy Alto	

						Cuantitativo ✓ **Técnicas de recojo de datos:** Documental o bibliográfico Observación directa Entrevista ✓ **Técnicas de procesamiento de datos:** **Análisis Estadístico** Estadística descriptiva: media aritmética, desviación estándar y valores extremos. ✓ **Técnicas de presentación de datos:** Tablas Figuras

Anexo 2: Solicitud de análisis de aguas de consumo humano, agua de mesa y agua de piscina

CODIGO DE CAMPO: _____ CODIGO LABORATORIO: _____

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

SOLICITANTE

1.- VIGILANCIA

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

Establecimientos de Salud:.....

2.- SOLICITUD DE PARTE OPERATIVO Fiscalia ☐ Municipalidad ☐

FUT Nº :_____ Otros Especificar: _____

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

DATOS GENERALES

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

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

TOMA DE MUESTRA

Razon Social : _____

Nombres y Apellidos del solicitante : _____

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

Direccion Av. Jr. Calle, Pasaje: _____

Dsitrito: _____ Provincia: _____ Region: _____

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

Piscina ☐ Bidon Agua de Mesa ☐

Otros Especificar: _____

RERERENCIA PARA UBICACIÓN: _____

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

Este: _____ Norte: _____

Muestra tomada por: _____ Firma: _____

PARAMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Descripcion	Resultado	Hora
Cloro residual mg/l		
ph		
Turbiedad		

OBSERVACIONES:_____

Fuente: Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Ucayali

Anexo 3: Formulario de registro del centro poblado, anexo y/o sector

FORMULARIO DE REGISTRO DEL CENTRO POBLADO ANEXO Y/O SECTOR

1. INFORMACIÓN GENERAL:

Centro Poblado: Anh Nuevo Progreso Sector: _____ Ubigeo: _____
Distrito: Callería Provincia: Coronel Portillo Departamento: Ucayali
Coordenadas UTM WGS-84 (centro poblado): Este 545380 Norte 9071599
Altitud (m.s.n.m): 161
Temperatura Ambiental (°C): _____

NÚMERO Y TIPO DE FUENTES DE AGUA

Nº de Fuentes de agua:
Subterráneas: Manantiales☐, Galerías filtrantes☐, Pozo Excavados☐ Pozo Tubulares☒
Superficiales: Ríos☐, Lagos☐, Embalses☐, Arroyos☐, Canales de riego☐

2. ACCESIBILIDAD:

Desde	Hasta	Distancia (Km.)	Tiempo (Minutos)	Tipo de Vía (1)	Medio de transporte (2)
Clas N.B	JASS	0.01	3	Carretera Afirmada	A pie.

(1) Tipo de Vía: Trocha, Camino de herradura, Camino carrozable, Carretera afirmada, Carretera asfaltada, Via fluvial/lacustre, Vía férrea, Otro.
(2) Medio de transporte: Transporte público, Camión, Auto, Mototaxi, Tren, Bote/lancha, Moto, Bicicleta, Acémila, A pie, Otro.

3. SERVICIOS BÁSICOS:

Electricidad ☒
Horas de servicio de energía eléctrica 24 HORAS
Teléfono ☐
Número telefónico (3) _____ / _____
Señal de radio emisora ☐
Frecuencia de radio _____
Señal de televisión ☐ Internet ☐
Sistema de abastecimiento de agua ☒
Sistema de eliminación de excretas (4) ☒
Letrinas ☐ N° _____
USB (5) ☐ N° _____ Vertimiento (6): Canal de Regadío
Limpieza pública Si ☐ No ☒ Disposición final (7): _____

(3) Teléfono de la comunidad/ EESS
(4) Sistemas de eliminación de excretas
- Sistema de alcantarillado con PTAR

- Sistema de alcantarillado sin PTAR
- Arrastre hidráulico con tanque séptico (Unidades Básicas de Saneamiento- UBS)
- Arrastre hidráulico con biodigestor (Unidades Básicas de Saneamiento- UBS)
- Ecológico o compostera (Unidades Básicas de Saneamiento -UBS)
- Compostaje continúo
- Hoyo seco ventilado
- Otro

(5) UBS- Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico (biodigestor o con tanque séptico) UBS-Unidades Básicas de Saneamiento de compostaje con doble cámara.

(6) Nombre del cuerpo receptor del desagüe: río, lago, mar, dren agrícola, canal de regadío, infiltración en el suelo, riego.

(7) Relleno sanitario, Botadero, Río, entierra, otros.

4. ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS:

PRONOEI/CEI [X] Primaria [X] Secundaria [X] Otros: _____

5. AUTORIDADES LOCALES O COMUNALES:

Autoridades	Nombre completo	Teléfono	Sexo	
			H	M
PRESIDENTE JASS	FELIPE SUPA MARROQUIN	969841647	X	
FISCAL JASS	ROSA MERCEDES RODRIGUEZ VASQUEZ			X
SECRETARIO JASS	ZACARIAS IZQUIERDO HERRERA		X	
TESORERO JASS	VICENTE TORRES CORNEJO		X	
VOCAL 1 JASS	TANITH SORIA TORRES			X
VOCAL 2 JASS	NOEMILIA PEREZ TUESTA			X
PRESIDENTE AA.HH NB	ANGEL ZUMAS LOPEZ		X	
TENIENTE GOBERNADOR	HILARIO GONZALES		X	
JEFE CLASS NB			X	

Fecha: 25 / 10 / 2017

Nombre de la Tesista: LENY LEONOR SANDOVAL MENDOZA

Firma: _____

Nombre de la Autoridad: Felipe Supa Marroquín

Firma: _____

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Anexo 4: Formulario para evaluar la gestión del servicio de agua para consumo humano

FORMULARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. UBICACIÓN:

Centro Poblado: AA.HH. NUEVO BOLOGNESI Sector: _____
Distrito: CALLERIA Provincia: C. PORTILLO
Departamento: UCAYALI Población total: 6270
Nro. Viviendas con abastecimiento de agua: 319

2. GESTIÓN:

2.1. Administración del servicio de agua

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento ☐
Unidades de Gestión Municipal ☐
Operadores Especializados ☐
Organizaciones Comunales (1) ☒
Municipalidad ☐

(1) Organización Comunales: Junta administradora de Servicio de Saneamiento (JASS) ☒, Asociación de Usuarios ☐, Junta administradora de agua potable (JAAP) ☐, Comité de agua ☐, Directiva comunal ☐

Nombre/ Razón Social JASS NUEVO BOLOGNESI
Dirección CALLE TACNA MZ-K LT-1 y 2 Teléfono _____ Fax _____
E-mail _____
Fecha de creación 1995
Tiempo de duración del cargo (según estatutos) 2 años
Tiempo de permanencia en el cargo 2 años
La administración cuenta con personal capacitado Sí ☒ No ☐

2.2. Integrantes de la Administración del Servicio de Agua

Cargo	Nombre completo	Profesión / Oficio	D.N.I.
PRESIDENTE	FELIPE SUAN MARAVI QUIN	PROFESOR	30946906
FISCAL	ROSA MERCEDES RODRIGUEZ VASQUEZ	AMA DE CASA	
SECRETARIO	SALATIEL IZQUIERDO HERRERA		
TESORERO	VICENTE TORRESSA CORNEJO MACA	CONTADOR	00109392
VOCAL 1	DANICA SOCIA TORRES	AMA DE CASA	
VOCAL 2	MARILIA PEREZ TUESTA	AMA DE CASA	

2.3. Cobertura

a. ¿Cuál es la población total? 6270
b. ¿Cuál es la población atendida? 1595
c. ¿Cuántas viviendas en total existen? 1255
d. ¿Cuántas viviendas habitadas con conexión hay? 319
e. ¿Cuántas viviendas no habitadas con conexión hay? -
f. ¿Cuántas viviendas son abastecidas por pileta? -

2.7.Ingresos

2.7.1. Monto de cuota/tarifa por el servicio de agua

Categoría	Urbano		Rural	
	S/. por mes	Nº de conexiones	S/. por mes	Nº de conexiones
Conexión domiciliaria			20	
Conexión de uso industrial/comercial				
Piletas públicas				

Tiempo de vigencia de la tarifa 4 años
Otra modalidad: _____

2.7.2. Puntualidad de pago

Número de usuarios que pagan puntualmente por el servicio de agua_____

2.7.3. Aportes extraordinarios

¿Realizan los usuarios aporte extraordinario? Sí ☐ No ☒

2.8. Gastos (por mes)

2.8.1 Gastos administrativos, operación y mantenimiento del sistema de Abastecimiento de agua

Descripción	Monto en soles	Tiempo (Código)
Retribución al Operador	850	1
Equipos de monitoreo	60	
Insumos químicos *		
Gestión del Consejo Directivo		
Energía	2 800	1
Combustible		
Herramientas	300	1
Accesorios		
Materiales		
Pago al ANA o ALA	154	4
Otros:**		

*DPD, Hipoclorito de Calcio, Hipoclorito de Sodio, Sulfato de Aluminio, Sulfatos Férrico, Polímero, Cal, Sulfato Cobre,
** Servicio análisis – laboratorio acreditado

Código: Mensual =1; Trimestral=2; Semestral = 3; Al año= 4; Otro=5 (especifique)

Fecha: 25 / 10 / 2017

Nombre de la Tesista: [illegible]

Firma: [illegible]

Nombre del Representante de la Administración: Felipe Supa Marroquín

Firma: [illegible]

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Anexo 5: Formulario para evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua

FORMULARIO PARA EVALUAR EL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. **UBICACIÓN.**
Centro poblado: A.A.H.H. Nvo Bolognesi Sector: _____
Distrito: Calleria Provincia: C. Portillo Departamento: Ucayali
Población total: 6270
Población servida: 1595

2. **DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**
Antigüedad 21 años Ente Ejecutor Foncodes
Rehabilitación: Si ☐ No ☐ Año ___
Funcionamiento: Continuo ☐ Restringido ☒ Inoperativo ☐
El sistema es único en el sector Sí ☐ No ☒

3. **TIPO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.**
Gravedad sin tratamiento ☐ Gravedad con tratamiento ☐ Bombeo sin tratamiento ☐
Bombeo con tratamiento ☒
Sistema no convencional ☐
Observaciones: _____

4. **FUENTE.**

TIPO DE FUENTE CAPTADO		
Manantial*	☐	Responder pregunta 4.1
Galería filtrante *	☐	Responder pregunta 4.2
Agua superficial **	☐	Responder pregunta 4.3
Pozo profundo*	☒	Responder pregunta 4.4

*Subterráneas: Manantiales ☐, Galerías filtrantes ☐, Pozo Excavados ☐ Pozo Tubulares ☒
**Superficiales: Ríos ☐, Lagos ☐, Embalses ☐, Arroyos ☐, Canales de riego ☐,

Nº de fuentes de abastecimiento: 01 *Caudal Total Qt =* _____ *L/s*
Nombre fuente Nº 1: _____ Q1= _____ L/s
Nombre fuente Nº 2: _____ Q2= _____ L/s
Nombre fuente Nº 3: _____ Q3= _____ L/s
Nombre fuente Nº 4: _____ Q4= _____ L/s

Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia Sí ☐ No ☐
Nombre fuente Nº1: _____ Q1= _____ L/s
Nombre fuente Nº2: _____ Q2= _____ L/s

4.1 Captaciones y Cámara de reunión.

Número de: captaciones: _____ Número de cámaras de reunión: _____
Coordenadas UTM C1: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM C2: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM C3: Este _____ Norte _____ Altitud m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM C4: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR1: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR2: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR3: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____

Características	Captaciones								Cámaras de reunión			
	1		2		3		4		1		2	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?												
¿Existe cuneta de coronación?												
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?												
¿La tapa tiene seguridad? (llave maestra o candado)												
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)												
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?												
¿Ausencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?												

¿Ausencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?											
¿Ausencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?											
¿Existe cámara húmeda?											
¿Existe cámara de válvulas?											
¿Las válvulas están operativas?											
¿Las válvulas presentan fugas?											
¿Tiene tubería de limpia y rebose?											
¿Tiene canastilla de salida?											
¿Está pintado en el exterior?											

4.2 Galería filtrante y Cámaras de reunión **Número de buzones de reunión** _____

Coordenadas UTM G : Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR1: Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR2: Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM CR3: Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n..m.): _____

Características	Galería		Buzón de reunión					
			1		2		3	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?								
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								

4.3 Agua superficial

Coordenadas UTM: Este _____ **Norte** _____ **Altura (m.s.n..m.):** _____

	Fuente : Ríos☐ Lagos☐ Embalses☐ Arroyos☐ Canales de riego☐, Otro ☐ _____
	Suministro : Bombeo ☐ Gravedad ☐
	Proceso de tratamiento: Pre Cloración ☐ Coagulación ☐ Tipo de coagulante: _____ Floculación ☐ Sedimentación ☐ Prefiltración ☐ Filtración lenta ☐ Filtración rápida ☐

Características	Pre clo	Co g	Flo	S	Pr eFi l	Fil	Si	No
¿Existe cerco de protección?								
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿Ausencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿Ausencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Ausencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								
¿Cuenta con registro de limpieza y mantenimiento de los filtros?								
¿Ha realizado cambio y/o reposición de lecho filtrante en los últimos 2 años?								
¿Se realiza la evacuación de lodos del sedimentador?								
¿El flujo de ingreso de agua a las unidades es uniforme?								
¿La adición de coagulante se realiza a todo lo ancho del canal?								

Observaciones: _____

4.4 Pozo profundo: Perforado ☐ Excavado ☒ Profundidad 100 metros

Coordenadas UTM P1: Este 545349 Norte 9031594 Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM P2: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____
Coordenadas UTM P3: Este _____ Norte _____ Altitud (m.s.n..m.): _____

Coordenadas UTM P4: Este _____ Norte _____ Altura (m.s.n..m.): _____

Características	Pozos							
	1		2		3		4	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe caseta de protección?	X							
¿El piso presenta rajaduras?		X						
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?		X						
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?	X							
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)	X							
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	X							
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?		X						
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		X						
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		X						
¿La bomba es lubricada con aceite?								
¿La bomba está montada sobre la losa de concreto sin rajaduras y de más de 4 metros de diámetro?	X							
¿La boca del pozo se encuentra por encima del nivel de la losa de concreto?		X						
¿Cuenta con línea de purga?								
¿Cuenta con punto de muestreo?		X						
¿Está pintado en el exterior?	X							

5. LINEA DE CONDUCCIÓN

5.1 Línea de conducción/impulsión	LC1		LC2	
Características	Si	No	Si	No
¿Presencia de fugas de agua?		X		
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X			
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?	X			
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?				
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?				

5.2 Cámara rompe presión en línea de conducción (CRP- 6)	C.R.P – 6					
	1		2		3	
Coordenadas UTM: Este Norte Altura (m.s.n..m.):						
Características	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?						
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?						
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?						
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?						
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?						

6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

6.1 Reservorio	1		2		3	
Volumen Reservorio (m3)	90					
Coordenadas UTM: Este 545380 Norte 9071579 Altura (m.s.n..m.):						
Características	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?	X					
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?	X					
¿La estructura está en buen estado? y libre de rajaduras y fugas de agua?	X					
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?	X					

¿Presencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?		X				
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?		X				
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?		X				
¿Tiene tubería de limpia y rebose?	X					
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?	X					
¿Existe caseta de válvulas?						
¿Las válvulas están operativas?						
¿Cuenta con la tubería de ventilación?						
¿Cuenta con punto de muestreo?	X					

6.2 Red de distribución	Si	No
¿Ausencia de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?		
¿Cuenta con válvulas de purga?		
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?		

6.3 Cámara rompe-presión en red de distribución (CRP-7)	1		2		3		4	
Cuenta: si ( ) no ( ) pasar 6.4								
Coordenadas UTM: Este Norte Altitud (m.s.n..m.):								
Características	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿Cuenta con tubería de ventilación?								
¿Ausencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?								
¿Cuenta con válvula de control operativa?								
¿Funciona la válvula flotadora?								

6.4 Piletas públicas	PP1		PP2		PP3		PP4		PP5		PP6		PP7		PP8		PP9		PP10	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?																				
¿Está limpia la estructura?																				
¿Están los accesorios y el grifo completos y en buen estado?																				
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?																				
Cuenta con pozo percolador funcionando																				

7. CLORACIÓN

El agua se clora en forma: Permanente ☒ Eventual ☐ Nunca ☐

Equipo dosificador de cloro:

1) Hipoclorador por difusión ☐
2) Dosificador por goteo o flujo constante con bomba ☐
3) Dosificador por goteo o flujo constante sin bomba ☐
4) Dosificador por erosión de tabletas ☒
5) Clorinador automático ☐
6) Por embalse goteo inverso ☐
7) Dosificador a presión (Cloro gas) ☐
8) Manual ☐
9) No tiene ☐
10) Otro. _____

Insumo utilizado: cloro en tableta Concentración (%): 65%.

Características	Si	No
¿Está el equipo en buen estado?		
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?		
¿Existe *stock* de cloro?		
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L?		
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 0.5 mg/L?		
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?		
¿Cuenta con comparador de cloro residual?	X	
¿Cuenta con insumos DPD 1 para medir cloro residual?	X	
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza, desinfección y cloración en el sistema de abastecimiento de agua?	X	

8. **TIPO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS VIVIENDAS:**

Recipiente [X] **Cilindros metálicos** [ ] **Bidones** [X] **Otros** [ ] _____

Desinfección intradomiciliaria:

Cloro [ ] **Hervido** [ ] **Otros** [ ] _____

9. **ENFERMEDADES RELACIONADAS A LA CALIDAD DE AGUA EN LA LOCALIDAD (PROPORCIONADAS POR EL EESS)**

Nº de casos de EDAs en menores de 5 años: (Trimestral) _____
Nº de EDAs totales en la localidad: (Trimestral) _____
Nº de casos de enfermedades parasitarias: (Trimestral) _____
Nº de casos de ANEMIA en menores de 5 años: (Trimestral) _____
Nº de casos de DCI en menores de 5 años: (Anual) _____

Cinco primeras causas de Morbilidad: 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Cinco primeras causas de Mortalidad: 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Fecha: 25/10/2017

Nombre de la Tesista: Lizeth Leonor Salazar Mendoza

Firma: _____

B°V° Administración del Sistema: Felipe Suda Md Rroquiño

Firma: _____

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Anexo 6: Listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos que afectan a las cuencas de captación, asociados al tratamiento y en la red de distribución

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación; cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente
Variaciones estacionales	cambios en la calidad del agua de la fuente
Geología	Arsénico, fluoruro; plomo; uranio; radón; pozos de infiltración (entrada al sistema de agua superficial)
Agricultura	Contaminación microbiológico; plaguicidas; nitrato; abonado con estiércol líquido o sólido; desecho de cadáveres de animales
Explotación Forestal	Plaguicidas; HPA – hidrocarburos poli aromáticos (fuegos)
Industria (incluidos los emplazamientos de antiguas industrias y las industrias y las industrias abandonadas)	Contaminación química y microbiológica; posible pérdida de agua de la fuente debido a su contaminación
Minería (incluida las minas abandonadas)	Contaminación química
Transporte carreteras	Plaguicidas; sustancias químicas (accidentes de tráfico)
Transporte líneas de ferrocarril	plaguicidas
Transporte: aeropuertos (incluidos los aeródromos abandonados)	Productos químicos orgánicos
Desarrollo urbanísticos	Escorrentía
Viviendas: fosas sépticas	Contaminación microbiológica
Mataderos	Contaminación orgánica y microbiológica
Fauna	Contaminación microbiológica
Uso recreativos	Contaminación microbiológica
Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente
Almacenamiento de agua cruda	Toxinas y floraciones de algas; estratificación
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de pozo o pozo sondeo	Entrada de agua superficial
Revestimiento de pozo sondeo corrido o incompleto	Entrada de agua superficial
Inundación	Cantidad y calidad suficientes de agua cruda

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Listas de verificación de peligros y eventos peligros típicos asociados al tratamiento

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la cuenca de captación	Lo señalado en el cuadro de peligros en la cuenca de captación
Suministro eléctrico	Interrupción del tratamiento/agua no desinfectada
Capacidad de las instalaciones de tratamiento	Sobrecarga de la instalación de tratamiento
Desinfección	Fiabilidad. Subproductos de la Desinfección
Mecanismos/instalaciones de derivación	Tratamiento inadecuado
Avería del tratamiento	Agua no tratada
Uso en el tratamiento de materiales y sustancias químicas no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Uso en el tratamiento de sustancias químicas	Contaminación del agua
Obstrucción de Filtros	Eliminación insuficiente de partículas
Profundidad insuficiente del medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro
Fallo de instrumentación	Corte de suministro / Pérdida de control
Telemetría	Fallo de comunicación
Inundación Fuego	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento
Explosión	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Listas de verificación de peligros y eventos peligrosos típicos en una red de distribución

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones a tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en el tratamiento	Lo señalado en el cuadro de peligros en el tratamiento
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuaciones de presión	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación de flujo introducción de agua viciada
Uso de materiales no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Acceso de terceros a las tomas de agua	Contaminación por contraflujo Perturbación de depósitos por el aumento de flujo
Conexiones no autorizados	Contaminación por contraflujo Perturbación de depósitos por el aumento de flujo
Embalse de servicio a cielo abierto	Contaminación por la fauna
Embalse de servicio con fugas	Entrada de contaminación
Seguridad/vandalismo	contaminación
Terreno contaminado	Contaminación del agua por el uso de un tipo erróneo de tubería

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Anexo 7: Matriz de riesgos – Método Semi Cuantitativo

		Gravedad de la consecuencia				
		Insignificante Puntuación 1	Efecto leve Puntuación 2	Efecto moderado Puntuación 3	Efecto grave Puntuación 4	Efecto catastrófico Puntuación 5
Probabilidad de ocurrencia	Casi siempre / Una vez al día Clasificación: 5	5	10	15	20	25
	Probable / Una vez por semana Clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada / Una vez al mes Clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable / Una vez al año Clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional / Una vez cada 5 años Clasificación: 1	1	2	3	4	5
Puntuacion del riesgo Clasificacion del riesgo		<6 Bajo	6 - 9 Medio		10 – 15 Alto	>15 Muy alto

Fuente: Directiva Sanitaria Nº 058-MINSA/DIGESA-V.01 Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del plan de control de calidad

Anexo 8. 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. Bactérias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35ºC	0 (*)
2. *E. Coli*	UFC/100 mL a 44,5ºC	0 (*)
3. Bactérias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5ºC	0 (*)
4. Bactérias Heterotróficas	UFC/mL a 35ºC	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoários patógenos.	Nº org/L	0
6. Vírus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoários, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estádios 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	mgL^{-1}	1 000
8. Cloruros	mg Cl^{-} L^{-1}	250
9. Sulfatos	mg $SO_4^{=}$ L^{-1}	250
10. Dureza total	mg $CaCO_3$ L^{-1}	500
11. Amoniaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

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. Niquel	mg Ni L^{-1}	0,020
14. Nitratos	mg NO_3 L^{-1}	50,00
15. Nitritos	mg NO_2 L^{-1}	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L^{-1}	0,010
17. Selenio	mg Se L^{-1}	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L^{-1}	0,070
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 Permisible
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. Endrin	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. Tetracloroeteno	mgL^{-1}	0,04000
23. Monocloramina	mgL^{-1}	3
24. Tricloroeteno	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- Dicloroeteno	mgL^{-1}	0,03000
30. 1,2- Dicloroeteno	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 (tricloroacetaldehido)	mgL^{-1}	0,01000
68. Cloroformo	mgL^{-1}	0,20000
69. Cloruro de cianógeno	mgL^{-1}	0,07000
70. Dibromoacetonitrilo	mgL^{-1}	0,10000
71. Dibromoclorometano	mgL^{-1}	0,05000
72. Dicloroacetato	mgL^{-1}	0,02000
73. Dicloroacetonitrilo	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

Anexo 9: Panel fotográfico



Figura 13. Frontis de la oficina de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Nuevo Bolognesi

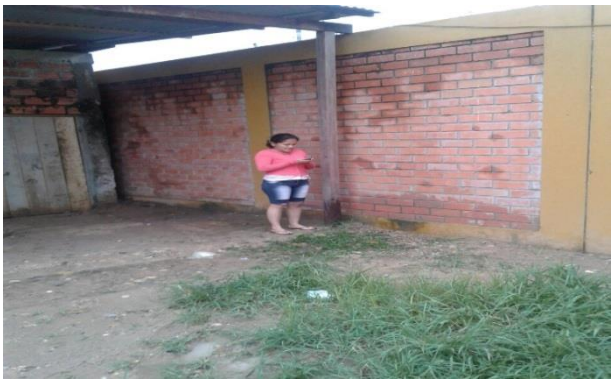


Figura 14. Toma de puntos de monitoreo



Figura 15. Materiales usados para la toma de muestra de agua (Envases de vidrio esterilizados y cooler)



Figura 16. Toma de muestra de agua – Salida de la infraestructura del Reservorio



Figura 17. Toma de muestra de agua – AA.HH Nuevo Bolognesi (Vivienda Final)



Figura 18. Toma de muestra de agua – AA.HH Monte de Hor (Vivienda Inicial)



Figura 19. Toma de muestra de agua – AA.HH Monte Hor (Vivienda Final)



Figura 20. Toma de muestra de agua – AA.HH Santa Rosa (Vivienda Final)



Figura 21. Toma de muestra de agua – AA.HH Jesús de Nazareth (Vivienda Final)



Figura 22. Disposición inadecuada de materiales en desuso – JASS Nuevo Bolognesi



Figura 23. Inexistencia de tapa sanitaria en la entrada del pozo tubular



Figura 24. Calamina del techo de la caseta de captación en mal estado

Anexo 10: Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los 16 puntos de monitoreo

PRIMER MUESTREO (25 y 26/10/2017)																
PARÁMETROS	LUGAR DE MONITOREO															
	Captación	Salida de la infraestructura del Reservorio	AA.HH Nuevo Bolognesi		AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo		AA.HH Virgen de Guadalupe		AA.HH Monte de Hor		ASOC. PROV. Santa Rosa		AA.HH Jesús de Nazaret		ANEXO DEL AA.HH Nuevo Bolognesi	
	PUNTO DE MONITOREO															
	PC	SR	VI-1	VF-2	VI-3	VF-4	VI-5	VF-6	VI-7	VF-8	VI-9	VF-10	VI-11	VF-12	VI-13	VF-14
Conductividad (uS/cm)	85	97	87	91	105	82	77	82	90	91	97	91	78	78	85	76
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	59	67	60	63	73	57	53	57	63	63	67	63	54	54	59	53
Turbiedad (UNT)	0,40	0,42	0,60	1,04	2,16	1,74	1,08	1,17	0,29	0,41	0,35	1,11	1,09	1,52	0,02	1,48
pH (Valor de pH)	8,78	8,77	8,12	7,66	7,48	6,89	6,72	6,57	7,11	7,27	8,22	7,44	6,79	6,51	6,86	6,76
Temperatura (ºC)	28	28	27,90	27,80	27,10	27,10	27,30	27,40	27,90	27,80	28	27,80	27,40	27,10	27,70	27,20
Cloro Residual Libre (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio Total (mg/L)	0,0097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico Total (mg/ L)	<0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmio Total (mg/L)	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobre Total (mg/L)	<0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo Total (mg/L)	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hierro Total (mg/L)	0,008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manganeso Total (mg/L)	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio Total (mg/L)	<0,0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomo Total (mg/L)	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Selenio Total (mg/L)	<0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Totales (UFC/ 100 mL)	<1	4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1
Coliformes Termotolerantes	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

(UFC/100 mL)

En los resultados microbiológicos, un resultado "< 1" es equivalente a "0" indicado como LMP en el D.S N° 031-2010-SA.
Fuente: Elaboracion Propia

Leyenda:

PC **:** Punto de Captación **SR** **:** Sistema del Reservorio **VI** **:** Vivienda Inicial **VF** **:** Vivienda Final

µS/cm : Micro siemens por Centímetro. **mg/L:** Miligramos/Litro. **UNT :** Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

pH **:** Potencial de Hidrógeno. **°C** **:** Grados Celsius. **UFC/100 mL :** Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua.

LMP **:** Límite Máximo Permisible **AA.HH** **:** Asentamiento Humano.

SEGUNDO MUESTREO (27 y 28/ 11/2017)																
PARÁMETROS	LUGAR DE MONITOREO															
	Captación	Salida de la infraestructura del Reservorio	AA.HH Nuevo Bolognesi		AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo		AA.HH Virgen de Guadalupe		AA.HH Monte de Hor		ASOC. PROV. Santa Rosa		AA.HH Jesús de Nazaret		ANEXO DEL AA.HH Nuevo Bolognesi	
	PUNTO DE MONITOREO															
	PC	SR	VI-1	VF-2	VI-3	VF-4	VI-5	VF-6	VI-7	VF-8	VI-9	VF-10	VI-11	VF-12	VI-13	VF-14
Conductividad (uS/cm)	90	92	98	95	92	90	91	91	91	91	130	91	89	91	89	89
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	63	64	68	66	64	63	63	36	63	63	91	63	62	63	62	62
Turbiedad (UNT)	0	0,05	0	0,09	0	0,51	0	0,10	0	0,30	0	0	0	0	0	0
pH (Valor de pH)	6,56	6,35	7,84	6,88	7,58	7,41	6,57	7,47	6,73	6,61	8	6,89	6,55	6,46	7,24	7,04
Temperatura (ºC)	29	28,90	29,40	28,90	29,40	28,70	29,30	29,30	29,40	29,30	29,00	28,90	29,10	29	28,90	29
Cloro Residual Libre (mg/L)	0	0,10	0	0	0	0	0,50	0	0,50	0,40	0	0,40	0,30	0,40	0	0
Coliformes Totales (UFC/ 100 mL)	<1	2	<1	6	<1	72	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	43	24
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	<1	0	<1	1	<1	30	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	15	10

En los resultados microbiológicos, un resultado "< 1" es equivalente a "0" indicado como LMP en el D.S N° 031-2010-SA.
Fuente: Elaboracion Propia

Leyenda:

PC : Punto de Captación **SR** : Sistema del Reservorio **VI** : Vivienda Inicial **VF** : Vivienda Final

µS/cm : Micro siemens por Centímetro. **mg/L:** Miligramos/Litro. **UNT :** Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

pH : Potencial de Hidrógeno. **°C** : Grados Celsius. **UFC/100 mL :** Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua.

LMP : Límite Máximo Permisible **AA.HH** : Asentamiento Humano.

TERCER MUESTREO (26 y 27 /12 /2017)																
PARÁMETROS	LUGAR DE MONITOREO															
	Captación	Salida de la infraestructura del Reservorio	AA.HH Nuevo Bolognesi		AA.HH Víctor Manuel Maldonado Begazo		AA.HH Virgen de Guadalupe		AA.HH Monte de Hor		ASOC. PROV. Santa Rosa		AA.HH Jesús de Nazaret		ANEXO DEL AA.HH Nuevo Bolognesi	
	PUNTO DE MONITOREO															
	PC	SR	VI-1	VF-2	VI-3	VF-4	VI-5	VF-6	VI-7	VF-8	VI-9	VF-10	VI-11	VF-12	VI-13	VF-14
Conductividad (uS/cm)	90	93	93	88	88	88	97	130	87	87	89	87	89	81	88	88
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	63	65	65	61,53	61,53	61,53	67,80	91	61,53	61,53	62,23	61,53	62	56	61,53	61,53
Turbiedad (UNT)	0	0,08	0,15	0,04	0,05	0,35	0,17	0,70	0	0,29	0	0	0	0,01	0	0
pH (Valor de pH)	7,08	7,26	8,21	6,70	7,96	7,83	8,16	8,64	6,68	6,59	8,05	6,50	6,52	6,77	7,75	7,76
Temperatura (ºC)	28,70	28,60	29,30	29	29,30	29,30	29	28,90	29,10	28,70	29,10	29,10	29,10	28,90	29,30	29,10
Cloro Residual Libre (mg/L)	0	0,40	0,20	0	0	0,20	0,20	0	0,01	0	0	0	0	0	0,20	0,01
Coliformes Totales (UFC/ 100 mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	4	<1	<1	<1	11	<1	<1
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

En los resultados microbiológicos, un resultado "< 1" es equivalente a "0" indicado como LMP en el D.S N° 031-2010-SA
Fuente: Elaboracion Propia

Leyenda:

PC : Punto de Captación **SR** : Sistema del Reservorio **VI** : Vivienda Inicial **VF** : Vivienda Final

µS/cm : Micro siemens por Centímetro. **mg/L**: Miligramos/Litro. **UNT** : Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

pH : Potencial de Hidrógeno. **°C** : Grados Celsius. **UFC/100 mL** : Unidad Formadora de Colonia por 100 Mililitros de agua.

LMP : Límite Máximo Permisible **AA.HH** : Asentamiento Humano.

Anexo 11. Flujograma del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la JASS Nuevo Bolognesi

CAPTACIÓN



Fuente de Agua Subterránea

ALMACENAMIENTO (RESERVORIO)

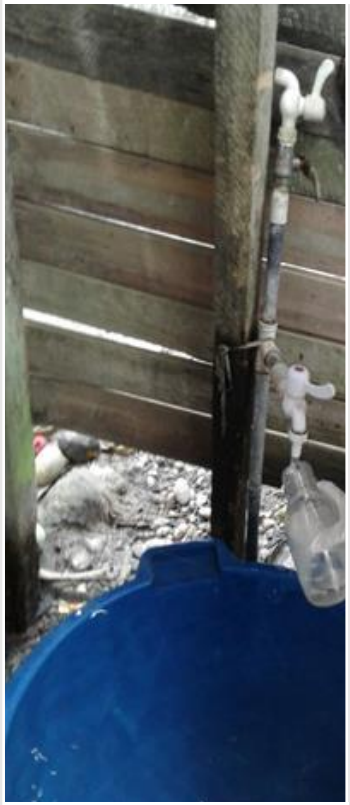


Capacidad de 90 m^3



Desinfección: Cloro en tabletas

RED DE DISTRIBUCIÓN



Tuberías de PVC

LUGARES DE CONSUMO



319 viviendas