

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CC. PP NUEVA
ESPERANZA – LUYANDO - LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, 2022**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Maribel Poquioma Caballero

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°37 -2023-FRNR-UNAS

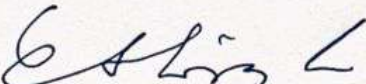
Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de mayo del 2023 a horas 7:00 p.m. a través de la Sala Virtual de Conferencias Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CC.PP NUEVA ESPERANZA-LUYANDO-LEONCIO PRADO-HUÁNUCO,2022”


Presentado por la Bachiller: **MARIBEL POQUIOMA CABALLERO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**.


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del título correspondiente.

Tingo María, 22 de mayo de 2023


Dr. CÉSAR SAMUEL LÓPEZ LÓPEZ
PRESIDENTE




Dr. LUIS EDUARDO ORÉ CIERTO
MIEMBRO


McbIgo. M.Sc. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ ROMERO
MIEMBRO


Ing. M.Sc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 135 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CC. PP NUEVA ESPERANZA – LUYANDO - LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, 2022	Maribel Poquioma Caballero	19% Diecinueve

Tingo María, 01 de junio de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CC. PP NUEVA
ESPERANZA – LUYANDO - LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, 2022**

Autor : Maribel Poquioma Caballero

Asesor : Ing. MSc. Sandra Zavala Guerrero

Programa de Investigación : Ciencia y tecnologías ambientales

Línea de Investigación : Química ambiental

Eje temático : Calidad ambiental

Lugar de Ejecución : Centro Poblado Nueva Esperanza, Luyando

Duración : 6 meses

Financiamiento : S/. 3,484.50

FEDU : No

Propio : Sí

Otros : No

Tingo María – Perú. 2023

DEDICATORIA

A mi hermanito Emilio Alonso porque desde que nació se volvió mi compañía, fortaleza e inspiración.

A mis abuelitos Enilda Panduro Sepúlveda, Emilio Caballero Rios, Guillermina Escobedo Collantes y Juan Poquioma Muñoz, por todo el amor que me dan.

A mi mamita René Ofelia Sepúlveda Panduro, porque a pesar de los años, siempre la recuerdo con mucho cariño.

A Yasmin Mayori por ser una gran amiga y hermana que estuvo conmigo en todo este proceso y que creyó en mí aun cuando yo no lo hacía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cuidar mis pasos y permitir culminar con éxito esta etapa de formación profesional.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por su contribución en mi formación académica.

A mi asesora, la Ing. MSc. Sandra Zavala Guerrero, por su apoyo, paciencia y orientación constante para la culminación del trabajo de investigación,

A mis padres Edin Poquioma Escobedo y Defilia Caballero Panduro por sus consejos, comprensión, paciencia, aliento y amor incondicional, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.1.1. Gestión del recurso hídrico en el Perú.....	3
2.1.2. Agua potable en el Perú.....	3
2.1.3. Agua potable en la región Huánuco.....	4
2.2. Marco normativo de calidad de agua en el Perú.....	4
2.2.1. Reglamento de calidad de agua para consumo humano	4
2.3. Marco teórico.....	5
2.3.1. El agua	5
2.3.2. Calidad de agua.....	5
2.3.3. Verificación de la calidad de agua	6
2.3.4. Contaminación del agua.....	7
2.3.5. Coliformes en el agua	7
2.3.6. Salud pública y calidad del agua.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Ubicación.....	9
3.1.1. Ubicación política	9
3.1.2. Ubicación geográfica	9
3.1.3. Características climáticas.....	9
3.2. Materiales y equipos	10
3.2.1. Materiales.....	10
3.2.2. Materiales de laboratorio	10
3.2.3. Equipos	10
3.2.4. Software	10
3.3. Metodología.....	10
3.3.1. Diagnóstico de percepción local de la calidad de agua para consumo humano	10

3.3.2.	Comparación de los análisis fisicoquímico y microbiológico con la normativa vigente	11
3.3.3.	Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) de la quebrada Nueva Esperanza	16
3.4.	Análisis estadístico del trabajo de investigación	18
3.4.1.	Nivel de investigación	18
3.4.2.	Tipo de investigación	18
3.4.3.	Diseño de investigación	18
3.4.4.	Variables experimentales	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	20
4.1.	Diagnóstico de percepción local de los usuarios sobre la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Nueva Esperanza.....	20
4.2.	Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano con la normativa vigente	24
4.2.1.	Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la captación con el Estándar de Calidad Ambiental – Agua (ECA)	24
4.2.2.	Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del reservorio y la red de distribución con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (RACH)	34
4.3.	Determinación del Índice de Calidad de Agua de la quebrada Nueva Esperanza.....	45
V.	CONCLUSIONES	48
VI.	PROPUESTAS A FUTURO	49
VII.	REFERENCIAS	50
VIII.	ANEXOS	55

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Indicadores de calidad de agua.....	5
2. Preguntas para la percepción local sobre la calidad del agua.....	11
3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	11
4. Tiempo de muestreo	11
5. Indicaciones de toma de muestras	12
6. Parámetros para utilizar en el análisis fisicoquímico	14
7. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica.....	15
8. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica.....	15
9. Calificación del estado de la calidad del agua.....	17
10. Operacionalización de variables.....	19
11. ICA para la quebrada Nueva Esperanza	46

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del centro poblado Nueva Esperanza	9
2. Población que posee servicio de agua para consumo humano en su vivienda	20
3. Población que posee servicio de agua durante todo el día en su vivienda	20
4. Satisfacción de la población con respecto a la calidad de agua para consumo humano	21
5. Conocimiento sobre la potabilidad del agua que consume.....	22
6. Institución que brinde información sobre la calidad del agua que consume	22
7. Volumen diario de agua que recibe la vivienda	23
8. Pago por el servicio de agua	23
9. Comparación de coliformes fecales con el ECA1-A1	25
10. Comparación de coliformes totales con el ECA1-A1	25
11. Comparación de <i>Escherichia coli</i> con el ECA1-A1	26
12. Comparación de huevos y larvas de helmintos quistes y ooquistes de protozoarios patógenos con el ECA1-A1	26
13. Comparación de organismos de vida libre con el ECA1-A1	27
14. Comparación de bacterias heterotróficas con el ECA1-A1	27
15. Comparación de color con el ECA1-A1	28
16. Comparación de conductividad con el ECA1-A1	29
17. Comparación de sólidos totales disueltos con el ECA1-A1	30
18. Comparación de dureza con el ECA1-A1	30
19. Comparación de sulfatos con el ECA1-A1.....	31
20. Comparación de cloruros con el ECA1-A1	31
21. Comparación de turbiedad con el ECA1-A1	32
22. Comparación de pH con el ECA1-A1	32
23. Comparación de nitratos con el ECA1-A1	33
24. Comparación de nitritos con el ECA1-A1	33
25. Comparación cloro residual con el ECA1-A1	34
26. Comparación de coliformes fecales o termotolerantes del reservorio y red de distribución con el RACH	36
27. Comparación de coliformes totales del reservorio y red de distribución con el RACH	37

28. Comparación de bacterias heterotróficos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	37
29. Comparación de <i>Escherichia coli</i> del reservorio y red de distribución con el RACH.....	38
30. Comparación de organismos de vida libre del reservorio y red de distribución con el RACH.....	39
31. Comparación de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	39
32. Comparación de color del reservorio y red de distribución con el RACH.....	40
33. Comparación de turbiedad del reservorio y red de distribución con el RACH.....	40
34. Comparación de pH del reservorio y red de distribución con el RACH.....	41
35. Comparación de conductividad del reservorio y red de distribución con el RACH....	41
36. Comparación de sólidos totales disueltos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	42
37. Comparación de cloruros del reservorio y red de distribución con el RACH.....	42
38. Comparación de sulfatos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	43
39. Comparación de dureza total del reservorio y red de distribución con el RACH.....	43
40. Comparación de cloro residual del reservorio y red de distribución con el RACH.....	44
41. Comparación nitratos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	45
42. Comparación nitritos del reservorio y red de distribución con el RACH.....	45
43. Preparación de reactivos para la toma de muestra.....	70
44. Lectura de parámetros in situ.....	70
45. Extracción de muestras de la captación.....	71
46. Toma de muestras del reservorio.....	71
47. Toma de muestra en un punto de la red de distribución.....	72
48. Muestras listas con sus preservantes para el traslado al laboratorio.....	72
49. Muestras para trasladar a la ciudad de Lima para el análisis correspondiente.....	73
50. Recorrido de la zona para la toma de muestras.....	73
51. Medición de parámetros in situ.....	74
52. Encuesta a la población.....	74
53. Encuesta a la población.....	75

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Nueva Esperanza en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para el cuál se consideró elaborar un diagnóstico de percepción local de los usuarios sobre la calidad de agua encuestándose a 31 familias las mismas que manifestaron poseer servicio de agua pero con una frecuencia variable, y en cuanto calidad del servicio, el 51% se encuentra inconforme así como el 45% desconoce o no tiene información sobre qué entidades deberían velar por su calidad.

Además se realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico considerando tres puntos de muestreo, captación, reservorio y red de distribución y posteriormente se hizo la comparación con la normativa vigente utilizando el Estándar de Calidad Ambiental para Agua y el Reglamento de Agua para Consumo Humano, encontrándose que los valores de coliformes totales, fecales, bacterias heterotróficas, organismos de vida libre, *E.coli* y huevos de helmintos superan los valores máximos establecidos para la calidad del agua de consumo humano. Finalmente se estimó el índice de calidad de agua de la quebrada Nueva Esperanza siendo este “malo”, con un valor de 42.35 para los muestreos realizados en el mes de junio y noviembre, a diferencia del mes de agosto cuyo resultado fue 49.96 con categoría “regular”.

Palabras claves: Contaminación, salud, educación sanitaria, calidad de agua

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the quality of water for human consumption in the Nueva Esperanza Population Center in the district of Luyando, province of Leoncio Prado, department of Huanuco, for which it was considered to elaborate a diagnosis of local perception of the users on the quality of water, surveying 31 families, the same ones that stated that they had water service but with a variable frequency, and in terms of service quality, 51% are dissatisfied as well as 45% are unaware or do not have information about which entities they should take care of their quality.

In addition, a physicochemical and microbiological analysis was carried out considering three sampling points, catchment, reservoir and distribution network and later the comparison was made with the current regulations using the Environmental Quality Standard for Water and the Regulation of Water for Human Consumption, finding that the values of total and fecal coliforms, heterotrophic bacteria, free-living organisms, E.coli and helminth eggs exceed the maximum values established for the quality of water for human consumption. Finally, the water quality index of the Nueva Esperanza stream was estimated, this being "bad", with a value of 42.35 for the samplings carried out in June and November, unlike the month of August whose result was 49.96 with category "regular".

Keywords: Pollution, health, health education, water quality

I. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable es indispensable para la salud, se considera como un derecho humano básico y un elemento de políticas internacionales, como los Objetivos del Desarrollo Sostenible, teniendo tal importancia debe cumplir la normativa vigente respecto a su calidad. El agua no debería presentar ningún tipo de peligro que se pueda materializar en un riesgo de contraer alguna enfermedad por su consumo, sin embargo, se estima que el 4% del total de muertes en el mundo están relacionados con el sistema de abastecimiento de agua y desagüe (Aguilar, 2018) a las poblaciones que terminan involucrando problemas de inocuidad y/o saneamiento, algunas investigaciones realizadas en otros países mencionan que existe un gran porcentaje de fuentes de agua superficiales que poseen diversos niveles de contaminación, los mismos que deberán ser evaluados para su designar, de ser el caso, su posterior consumo humano.

El Perú es un país megadiverso que cuenta con tres regiones geográficas (la costa, la sierra y la selva), además, se ubica en los primeros puestos de la lista de países con reserva de agua dulce a nivel mundial (OMS, 2006), pero el crecimiento demográfico exponencial, la migración, la falta de políticas nacionales y la desigualdad social, han generado una carencia del servicio de saneamiento básico en muchos lugares del país, incluyendo, el servicio de agua potable.

El agua potable, también llamado agua para consumo humano, debe sujetarse a la legislación nacional vigente, dependiendo del origen de la fuente, sistema de abastecimiento, entre otros, pero debe destacar la calidad de la misma, para ello se pueden comparar con el “Estándar de Calidad Ambiental para Agua” aprobado con el “DS N°004-2017-MINAM”, así como los límites máximos permisibles (LMP) del reglamento de la calidad del agua para consumo humano “DS N°031-2010-SA –DIGESA”.

El Centro Poblado Nueva Esperanza no posee agua potable, siendo abastecido por la quebrada Nueva Esperanza a través de un sistema de gravedad sin tratamiento compuesto por captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución. En un análisis realizado en el año 2018 por la Municipalidad Distrital de Luyando, el agua de la quebrada Nueva Esperanza perteneciente al reservorio presentaba valores que exceden los límites máximos permisibles para consumo humano estipulados en el D.S. N° 031-2010-SA para los parámetros de bacterias heterotróficas, cantidades de organismos de algas, protozoarios y rotíferos, además en la captación de dicho sistema también se excedieron los valores de color,

turbiedad, coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, y se detectó la presencia de protozoarios, rotíferos y nemátodos.

Teniendo en consideración que no se ha efectuado ninguna mejora en el sistema de abastecimiento de agua y cuyo último análisis de calidad del año 2018 mencionaba la presencia de bacterias patógenas, se plantea la siguiente interrogante ¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en el CC. PP Nueva Esperanza – Luyando - Leoncio Prado – Huánuco, 2022?

En este estudio se plantea como hipótesis; que la calidad de agua para consumo humano es mala en el CC. PP Nueva Esperanza – Luyando - Leoncio Prado – Huánuco, 2022.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de agua para consumo humano en el CC. PP Nueva Esperanza – Luyando - Leoncio Prado – Huánuco, 2022.

1.1.2. Objetivos específicos

Elaborar un diagnóstico de percepción local de los usuarios sobre la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Nueva Esperanza.

Comparar los análisis fisicoquímico y microbiológico del agua para consumo humano en el Centro Poblado Nueva Esperanza con la normativa vigente.

Determinar el Índice de Calidad de Agua de la quebrada Nueva Esperanza.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Gestión del recurso hídrico en el Perú

Si analizamos la disponibilidad de agua para consumo en nuestro país, Perú ocupa el puesto ocho a nivel mundial y el tercero en Latinoamérica, de acuerdo a lo indicado por Aquastat de la FAO, pero, la disponibilidad no asegura una correcta gestión del recurso, debido a los antecedentes problemáticos que se tiene en la región, el principal, la distribución de la población peruana en el territorio cuya relación es inversa con la disponibilidad hídrica (el 60% de la población peruana ocupa territorio costero, donde la cantidad de agua disponible es mínimo), por otro lado tenemos la baja inversión del Estado o la poca prioridad que se le ha dado al tema sumando a esto la geografía nacional y en éstos últimos años las consecuencias del cambio climático (IPROGA, 2015).

Las problemáticas anteriores y actuales han generado que aumente la iniciativa privada y pública en el territorio peruano para que la gestión hídrica pueda ser sostenible y cubrir la demanda poblacional, considerando todo ello, en el año 2008 por Decreto Legislativo 997, se crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA), ente rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (IPROGA, 2015).

2.1.2. Agua potable en el Perú

Según Agüero (2007), el agua es un elemento natural que en condiciones óptimas favorece la calidad de vida de los seres humanos, sin embargo, ésta no es una realidad en el territorio nacional, y las familias que poseen ingresos per cápita bajos son los que más sufren esta situación, de los 7.9 millones de pobladores rurales que existen en Perú, el 38% no tienen acceso a agua potable ni mucho menos a sistemas de saneamiento adecuados, lo que desencadena problemas en la salud y en el medio ambiente.

La falta de atención que se prestó hace años en el país, los sectores desatendidos, limitaciones de recursos económicos y la inexistencia de políticas públicas que generen una gestión hídrica adecuada sumado a la crisis del cambio climático, se estima que para el año 2025 la crisis del agua se presente en al menos 48 países, incluido Perú (Agüero, 2007).

El estado peruano a través de una serie de políticas públicas en las que se incluyen programas como por ejemplo el Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, ha podido implementar una serie de sistemas de agua potable y saneamiento en diversos lugares del país, en acompañamiento de sus respectivos operadores regionales; éstos sistemas

incorporan todos los componentes necesarios, así como una propuesta de programa de educación ambiental y la participación de la población, sin embargo, todavía quedan algunos casos pendientes por atender, principalmente de aquellos en los que las comunidades se encuentran alejadas geográficamente y las alternativas convencionales parecen no adaptarse a las necesidades ni al presupuesto que se designe, por ende, requieren una evaluación particular física, económica y social (Aguilar, 2018).

2.1.3. Agua potable en la región Huánuco

De manera particular en la región Huánuco, según los resultados de vigilancia que se realiza sobre la calidad del agua que consume la población en los diferentes distritos y centros poblados, de un total de 487 muestras el 40% de ellas no es apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes fecales y heces. Si comparamos con los resultados obtenidos por las distintas redes de salud alrededor del 30% de los sistemas de agua que proveen de este servicio a la población no son aptas y en el caso particular de Leoncio Prado el 79.31% no lo es, la gran mayoría debido a la presencia de microorganismos patógenos que pueden generar problemas de salud en las personas que los consumen (MINSA, 2017).

2.2. Marco normativo de calidad de agua en el Perú

2.2.1. Reglamento de calidad de agua para consumo humano

Como tal, el acceso a agua potable es un derecho de todo ser humano, sin embargo, que el agua que se consuma cumpla con cierta calidad debe ser prioridad para todas las naciones y sus poblaciones, para ello, se debe tener en cuenta ciertos requisitos que pueden ser comparados con parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que aseguren una inocuidad del recurso apto para el uso que se otorgue (SUNASS, 2004). Mencionado lo anterior, en el año 2010 se aprobó con “Decreto Supremo N°031-2010-SA” el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en el cual se establecen los límites máximos permitidos de los parámetros microbiológicos, parasitológicos y organolépticos para que el agua pueda ser consumida de forma directa por la población así mismo, también presenta los roles que deben asumir las autoridades encargadas de su vigilancia y de que calidad del recurso permanezca a lo largo del tiempo (Dirección General de Salud Ambiental , 2010).

Según el Título II del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano en el artículo 8°, le corresponde tanto a los órganos nacional como los ministerios de salud y vivienda, así como a las autoridades locales tanto regionales, provinciales y distritales, a los que proveen servicio de agua (EPS) y a cada miembro de la comunidad, organizaciones civiles, etc, velar por el cuidado del recurso a fin de preservar su calidad (DIGESA, 2010).

2.3. Marco teórico

2.3.1. El agua

Es de conocimiento de todos que el agua es un elemento natural vital para todo tipo de ser en el planeta tierra, en el caso particular de los humanos, nuestra composición abarca un 60-70% de agua en el cuerpo y casos similares se presentan en otros seres de los reinos vegetales y animales, en cuanto a sus propiedades físicas, es un importante medio de dilución y de transporte de elementos, necesarios para el desarrollo de los organismos y de los procesos naturales que suceden en el planeta, como el ciclo hidrológico (Aurazo, 2004).

2.3.2. Calidad de agua

De acuerdo a la información proporcionada por la Organización Mundial de la Salud (2006), el agua potable para ser considerado como tal no debe presentar riesgo para la salud o para el medio ambiente, para esto se debe tener en cuenta las situaciones de peligro a las que se pueda exponer, características de crecimiento o desarrollo del mismo ser humano, por ejemplo si es un niño o es un adulto, ya que los parámetros que tendrá serán muy diferentes en función de la fuente de origen, si existe población aledaña, entre otros.

Los parámetros son los que determinan el tipo de uso que se puede otorgar a las fuentes hídricas en función de los valores que refleje, ya que pueden ser fisicoquímicos, microbiológicos, parasitológicos, bacteriológicos, entre otros, estos valores serán comparados según las normativas nacionales vigentes. A continuación, en la Tabla 1, se enlistan los principales parámetros que se consideran según la OMS (2006).

Tabla 1. Indicadores de calidad de agua

Parámetros	Descripción
Parámetros físicos	Residuos sólidos generalmente de tamaño pequeño o particular suspendidas, exceso de turbiedad, presencia de olor desagradable, color, sabor y temperatura.
Parámetros químicos	Sales, cloro residual, incremento de la conductividad eléctrica, variación de pH, presencia de nitratos, nitritos, etc.
Parámetros biológicos	Microorganismos patógenos del grupo de coliformes, hongos, protozoarios, virus, algas y otros m.o.

Fuente: Organización Mundial de Salud (2006)

2.3.3. Verificación de la calidad de agua

Las fuentes de agua superficiales e incluso las subterráneas hoy en día presentan contaminantes ya sean naturales o de origen antropogénico por lo que incluso antes de llegar al sistema que abastecerá de agua a una comunidad ya pueden presentar cierto riesgo, por otro lado, el alto número de indicadores o de parámetros que advierten sobre el tipo de agua que se consume es muy variado y costoso es que su detección temprana es casi nula, de tal forma que una adecuada planificación por parte de todos los actores responsables podría ayudar en la prevención de enfermedades generadas por el consumo de agua que no cumpla con las exigencias establecidas en la normativa (Soto, 2014).

2.3.3.1. Calidad microbiológica del agua

Dentro del análisis microbiológico existe una serie de indicadores que nos ayudaran a identificar si una fuente natural podría necesitar tratamiento y desinfección antes de ser consumido por la población o si de ser necesario solo debería utilizarse para otras actividades, en el caso particular de los análisis microbiológicos éstos se vinculan con los microorganismos patógenos o la conocida contaminación microbiana o biológica lo que significa un riesgo alto para la salud humana y dependiendo de qué tipo de microorganismo fue el identificado se puede proponer un mecanismo tratamiento o desinfección, sin embargo, si el análisis realizado indica la presencia de algún tipo de virus y/o protozoos entéricos, la gran mayoría de éstos últimos son resistentes a tratamientos de desinfección (Fuentes, 2007).

Además, Ríos (2017), menciona que, si bien existe una gran importancia al momento de hacer un análisis sobre la presencia de organismos fecales o cuyo origen sea de aguas residuales, no queda excluido de poder presentar alguna contaminación solo si no hay presencia de restos fecales, ya que existen otro tipo de bacterias que también representan un gran riesgo para la salud pública.

2.3.3.2. Calidad química del agua

Siempre y cuando la exposición a los productos químicos sea prolongada o bajo cantidad imponentes es que los productos químicos pueden suponer un peligro para la salud de las personas, es ahí donde pueden surgir diferentes efectos y trastornos.

Así mismo, cuando se lleve a cabo la planificación para el monitoreo de la calidad de agua de los sistemas de abastecimiento se debe tener en cuenta que no en todos los sistemas existen las mismas sustancias químicas, cada uno es independiente y único (González, 2013).

2.3.4. Contaminación del agua

La contaminación se refiere a la alteración de las características naturales, en este caso, del agua, que puede generar consecuencias para los seres vivos que lo usan así como para todo el medio que los rodea. Existen muchas fuentes de contaminación como las de origen antropogénico, especialmente las aguas residuales u otras más complejas como las industriales o producidas por una actividad en específico (Aurazo, 2004).

2.3.4.1. Contaminación por actividad humana

Las actividades domésticas diarias pueden suponer el uso de muchos productos que generan contaminación del agua, como los detergentes, lejías, desinfectantes, tintes, etc, así como el vertido directo de aceite doméstico y la inexistencia de sistemas de saneamiento adecuado, de tal manera que no existe sistemas de tratamiento de aguas residuales y éstos terminan contaminando ríos, lagos y mares por vertimiento directo (Aurazo, 2004).

2.3.4.2. Contaminación por actividad agraria

Así como las actividades domésticas, también las agrarias pueden generar contaminación en los cuerpos de agua, esto debido al uso excesivo de productos químicos como los insecticidas, herbicidas fungicidas, entre otros, que por escorrentía e infiltración puede trasladarse a los cauces generando un aumento de sales o generando la presencia de nitratos y nitritos (González, 2013).

2.3.5. Coliformes en el agua

El grupo de microorganismos en los que se encuentran las bacterias coliformes pueden estar presentes en vegetales en descomposición y heces de animales y seres humanos, su sola presencia es un indicador de riesgo para la salud puesto que del cuerpo de agua natural suele desplazarse a los otros componentes del sistema y llegar hasta la red de distribución y terminar contaminando las conexiones domiciliarias (Ríos, 2017).

2.3.5.1. Coliformes totales

Son bacterias gram negativas tanto aerobias como anaerobias no esporuladas y de forma alargada que generalmente suelen desarrollarse en colonias, son indicadores de presencia de bacterias dentro del agua pero se requiere un análisis más a fondo para saber si son de tipo patógeno o requieren algún tratamiento de desinfección (Fuentes, 2007).

2.3.5.2. Coliformes fecales

También denominados coliformes termotolerantes debido a la tolerancia que poseen frente a temperaturas altas como los 45°C, perteneciente al grupo de los coliformes cuyo origen son las heces de animales o seres humanos, su sola presencia indica contaminación microbiológica y se restringe el consumo directo del agua, algunos de éstos microorganismos son *E.coli*, *Klepsiella* (Ríos, 2007).

2.3.6. Salud pública y calidad del agua

Hoy en día se deben escoger de forma muy cautelosa los métodos que se emplearán para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua ya que la misma puede ser un potencial punto de enfermedades o intoxicaciones, casi siempre estas técnicas se sujetan a la normativa nacional o alguna metodología estandarizada, el principal objetivo es asegurar la salud pública. Aun cuando el color y el olor del agua podrían indicar que se encuentra limpia y sin contaminación, esto puede no ser del todo cierto y poseer algún patógeno que signifique riesgo para la salud de la comunidad, por ello es muy importante que se realicen los análisis de agua necesarios y precisos en cuanto a los tipos de microorganismos específicos que puedan prevenir el riesgo de consumir agua contaminada o infectada (ONU, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó Centro Poblado Nueva Esperanza ubicado a 6 Km de la Ciudad de Tingo María, margen derecho de la Carretera Central, ubicado políticamente como se presenta a continuación:

Región : Huánuco
Provincia : Leoncio Prado
Distrito : Luyando
Centro poblado : Nueva Esperanza

3.1.2. Ubicación geográfica

Ubicado en las coordenadas 391435 m E y 8975118 m N, con una altitud de 640 msnm en el sistema universal WGS84 18S UTM.

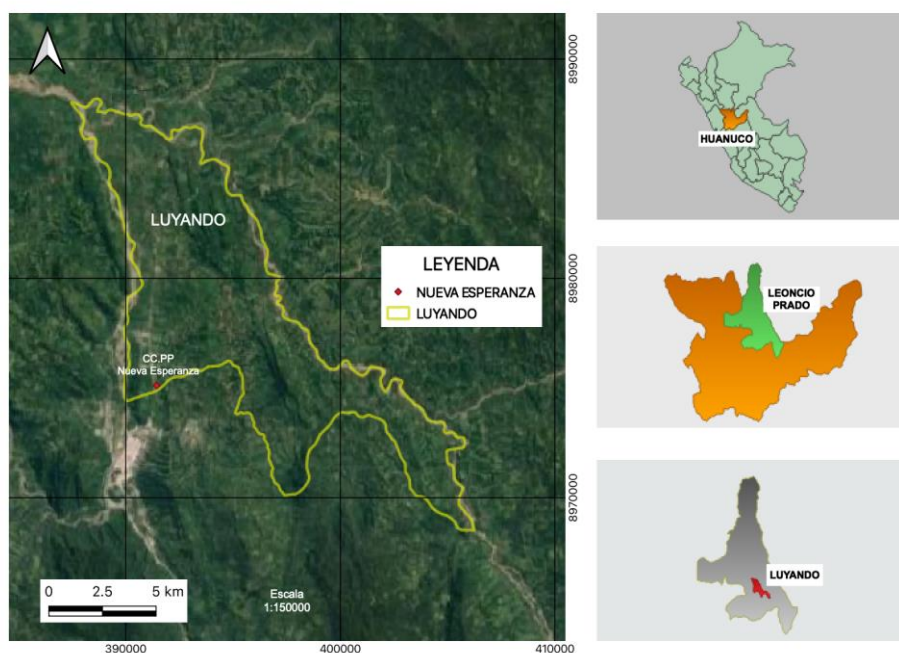


Figura 1. Ubicación del centro poblado Nueva Esperanza

3.1.3. Características climáticas

De acuerdo con los datos proporcionados por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2022), la zona de estudio presenta una temperatura media anual de 25.4°C, con temperatura máxima y mínima cercana a los 31°C y 21°C, respectivamente, por otro lado, presenta también una precipitación anual de 3700 mm y una humedad relativa media anual es de aproximadamente 85%, con vientos que no varían de manera considerable en el año cuyo rango es entre 0.6 – 5.1 Km/Hr.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Para poder llevar a cabo las principales actividades de campo relacionadas con el muestreo se tuvieron en cuenta los materiales detallados a continuación: guantes, mascarilla, capa impermeable, botas de jebe, frascos para las muestras de plástico de 250 ml y 1 L, cuaderno de apuntes, hojas de custodia y lapicero. Además, para llevar a cabo las encuestas se necesitaron las fichas de encuestas, mascarilla, soporte, lapicero y sobre manila.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Los materiales que usaron en el laboratorio fueron pipetas graduadas tanto de 1ml, 5ml y 10 ml, placas Petri, probetas graduadas de 100 ml, tubos de ensayo, vaso precipitado de 50 ml, 200 ml y 500 ml, matraces de 100 ml y 250 ml, crisoles, gradillas, mechero, autoclave, agitadores.

3.2.3. Equipos

Se utilizaron equipos tales como: GPS (GARMIN 62s), cámara digital (16x SONY), computadora portátil (TOSHIBA) y PH metro marca HANNA, comparador de cloro digital marca Hach.

3.2.4. Software

Se utilizaron softwares tales como: Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point.

3.3. Metodología

3.3.1. Diagnóstico de percepción local de la calidad de agua para consumo humano

3.3.1.1. Determinación del tamaño de muestra

Para el cálculo de la muestra se solicitó a la Municipalidad de Luyando el número total de familias del centro poblado.

Teniéndose información de que las familias dentro del Padrón de Asociados de la Organización Comunal Prestadora de Servicios de Saneamiento (JASS) del CC.PP. Nueva Esperanza son en total 31, se decidió aplicar la encuesta de percepción al total (Ver Anexo 2. Padrón de asociados a la JASS del CC.PP. Nueva Esperanza).

3.3.1.2. Percepción local sobre la calidad del agua para consumo

Para determinar la percepción local se procedió a realizar una encuesta en el mes de abril considerando las preguntas de la tabla 2 (Ver modelo de encuesta en el Anexo 1), propuesta por Atencio (2018).

Tabla 2. Preguntas para la percepción local sobre la calidad del agua

N°	Preguntas
1	¿Posee el servicio de agua para consumo humano en su vivienda?
2	¿Qué tiempo al día tiene dotación de agua en su vivienda?
3	¿Está satisfecho con la calidad de agua en su zona?
4	¿Usted conoce si el agua que consume es potable?
5	¿Alguna institución le informo sobre la calidad de la misma?
6	¿Cuál es el volumen de agua que recibe su vivienda por día?
7	¿Usted paga por el servicio de agua?

Fuente: Atencio, 2018

3.3.2. Comparación de los análisis fisicoquímico y microbiológico con la normativa vigente

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de ensayo (Servicios Analíticos Generales S.A.C - SAG) acreditado por el organismo de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-047 y por el International Accreditation Service INC. – IAS con registro TL – 951.

3.3.2.1. Puntos de muestreo

Las muestras fueron obtenidas de la captación, reservorio y línea de distribución de la quebrada Nueva Esperanza (ver Anexo 3. Puntos de muestreo), el muestreo se realizó una vez al mes durante 03 meses.

Tabla 3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Tipo de agua	Tipo de sistema de abastecimiento
		Este	Norte		
C-NES	Captación	392111	8973855	Agua natural	
R-NES	Reservorio	392001	8974832	Agua para uso	Gravedad sin
D-NES	Red de distribución	391403	8974957	y consumo humano	tratamiento

Tabla 4. Tiempo de muestreo

Código	Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo	
	(Junio)		(Agosto)		(Noviembre)	
	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
C-NES	04/06/22	10:45	21/08/22	16:42	25/11/22	08:49

Código	Primer muestreo (Junio)		Segundo muestreo (Agosto)		Tercer muestreo (Noviembre)	
	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
R-NES	04/06/22	11:38	21/08/22	15:59	25/11/22	10:02
D-NES	04/06/22	12:20	21/08/22	17:29	25/11/22	10:50

3.3.2.2. Toma de muestra

Para la toma de muestra se usaron las indicaciones del acápite 6 de la RM N° 156-2010/MINSA (DIGESA, 2011).

Tabla 5. Indicaciones de toma de muestras

Parámetro		Indicaciones
Microbiológicos		
Coliformes Termotolerantes Coliformes Totales <i>Escherichia coli</i>	Fecales	o Refrigerar < 8°C en frasco de vidrio o plástico estéril con volumen mínimo de muestra ≥ 250 mL c/u. La decoloración para aguas potable se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 3%, y para aguas de piscinas, cloradas y efluentes se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 10%(3) y EDTA al 15%.
Bacterias heterotróficas		Refrigerar < 8°C en frasco de vidrio o plástico estéril ≥ 100 mL c/u. La decoloración para aguas potable se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 3%, y para aguas de piscinas, cloradas y efluentes se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 10%(3) y EDTA al 15%.
Organismos de vida libre		La muestra debe mantenerse a $5 \pm 3^\circ\text{C}$ en un envase de vidrio o plástico estéril con volumen mínimo de 2L hasta su análisis, de no ser posible mantener la cadena de frío, preservar la muestra con formol al 4%.
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos		La muestra debe mantenerse a $5 \pm 3^\circ\text{C}$ en un envase de vidrio o plástico estéril con volumen mínimo de 2L hasta su análisis, de no ser posible mantener la cadena de frío, preservar la muestra con formol al 4%.

Parámetro	Indicaciones
Fisicoquímicos	
Color	Tomar 0.25 L de muestra en frascos de plástico de plástico o vidrio oscuro. Conservar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad. – Tiempo de vida: 48 horas.
Turbiedad	
pH	Tomar la muestra en bolsa plástica aproximadamente 300 g.
Conductividad	Tiempo de vida 30 días.
Sólidos totales disueltos (TDS)	Tomar 1 L de muestra en frasco de plástico. Conservar las muestras a $\leq 6^{\circ}\text{C}$.
Cloruros	Tomar la muestra en bolsa plástica aproximadamente 300 g.
Sulfatos	Tiempo de vida 30 días.
Dureza (dureza total)	Tomar 0.1 L de muestra en frascos de vidrio o plástico y añadir HNO_3 o H_2SO_4 a pH
Cloro residual libre	Tomar 1 L de muestra en frasco de vidrio ámbar. Conservar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y agregar 3 mL de tiosulfato de Sodio al 10%. – Tiempo de vida: 7 días.
Nitratos	Tomar 1 Litro en botella de plástico, conservar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ -
Nitritos	Tiempo de vida: 48 horas.

Fuente: DIGESA (2011)

A. Registro datos en campo

Los registros de campo tuvieron cadena de custodia, con la siguiente información: código del punto de muestreo, tipo de matriz, hora y fecha de muestreo, ubicación política del punto de muestreo y otras observaciones que sean necesarios a considerar durante el proceso de análisis de las muestras en el laboratorio, así como los parámetros in situ analizados y los que fueron enviados al laboratorio (ver cadena de custodia de los tres muestreos en el Anexo 4).

B. Condiciones para la medición de parámetros en campo

Se utilizaron guantes al momento de la toma de muestra, para posteriormente evaluar: cloro residual libre, conductividad y pH.

C. Condiciones para la toma de muestras microbiológicas

Se utilizaron guantes al momento de la toma de muestras, luego se desamarró el cordón protector, se evita tocar en todo momento el interior del frasco ni contaminarlo, seguidamente se coloca el frasco directo del chorro de agua para su llenado, cabe precisar que se deja un pequeño espacio de aire.

D. Conservación y etiquetado de la muestra

Cuando ya la muestra fue tomada se procede a su etiquetado, para ello es necesario utilizar un plumón indeleble asignándole el código de muestro y otros aspectos necesarios, como fecha de recolección y fijador que se utilizó (ver tabla 7 de la toma de muestra), posteriormente se procedió a conservarlas y mantenerlas en un lugar oscuro y fresco durante el trayecto hasta el laboratorio.

3.3.2.3. Análisis fisicoquímico

Para poder hacer la comparación con los indicadores fisicoquímicos se hizo uso del Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA –DIGESA, tanto para el Anexo II, sobre los límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica y el Anexo III Límites Máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, además también se tomó en cuenta el DS N°004-2017-MINAM referente al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la categoría A1 (agua potabilizada con simple desinfección).

Los métodos utilizados con cada uno de los parámetros son descritos en el Anexo 8. descritos por la American Public Health Association (2017) y utilizados a nivel mundial.

Tabla 6. Parámetros para utilizar en el análisis fisicoquímico

Parámetro	Unidad de medida
Color	UCV
Turbiedad	UNT
pH (medición en campo)	Unid. pH
Conductividad	µmho/cm
Sólidos totales disueltos (TDS)	mg/L
Cloruros	mg Cl / L
Sulfatos	mg SO ₄ / L
Dureza (dureza total)	mg CaCO ₃ /L
Cloro residuos libre	mg/L
Nitratos	mg NO ₃ /L
Nitritos	mg NO ₂ /L

Fuente: American Public Health Association (2017)

3.3.2.4. Análisis microbiológico

En el caso de los indicadores microbiológicos se utilizó la norma que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 591-2008/MINSA, pero también se ha considerado el DS N°004-2017-MINAM referente al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la categoría A1 (agua potabilizada con simple desinfección).

Los métodos utilizados con cada uno de los parámetros son descritos en el Anexo 9. descritos por la American Public Health Association (2017) y utilizados a nivel mundial.

Tabla 7. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica

Parámetro	Unidad de medida
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 mL
Coliformes Totales	NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL
Bacterias heterotróficas	UFC/mL
Organismos de vida libre	N° de org/L
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° de org/L

Fuente: RM N° 591-2008/MINSA

Después de obtener los resultados de los análisis fisicoquímico y microbiológico, se procedió a comparar con la normativa vigente y determinar si los valores se encuentran dentro de los límites para consumo humano y el estándar de calidad ambiental para agua según el punto de muestreo, en la tabla 8 se muestran de qué manera se han utilizado las normativas frente al tipo de fuente que se utilizó en el muestreo y en los Anexo 10 y 11 se muestran los valores que se compararon con dichas normativas:

Tabla 8. Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica

Código de la muestra	Tipo de agua	Normativa de comparación
C-NES	Agua natural	D.S. N° 004-2017-MINAM ECA - A1 aguas a ser potabilizadas con simple desinfección

Código de la muestra	Tipo de agua	Normativa de comparación
R-NES	Agua para uso y consumo humano	D.S. N° 031-2010-SA Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano
D-NES	Agua para uso y consumo humano	D.S. N° 031-2010-SA Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano

3.3.3. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) de la quebrada Nueva Esperanza

Para determinar el índice de calidad de agua se utilizó la metodología propuesta por la Autoridad Nacional del Agua (2018) para fuentes de agua de origen superficial, en el que se hace la evaluación comparándolo con los valores permitidos por el estándar de calidad de agua (ECA-Agua) según la categoría que se requiera evaluar. Esta metodología se divide en tres partes y se describe en los siguientes párrafos:

3.3.3.1. Alcance

Está relacionado con aquellos parámetros que no cumplen lo establecido en el ECA-Agua, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA-Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}} \dots\dots\dots (2)$$

3.3.3.2. Frecuencia

Es una representación condicionada al total de cantidad de datos que no cumplen el ECA-Agua, respecto al total de datos de los parámetros a evaluar.

$$F2 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA-Agua de los datos evaluados}}{\text{Número total de datos evaluados}} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Datos: Resultados de los monitoreos

3.3.3.3. Amplitud

Finalmente, la amplitud es una suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma normalizada de excedentes}+1} * 100 \dots\dots\dots (4)$$

Donde, la suma normalizada de excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum \text{Excedente}}{\text{Total de datos}} \dots\dots\dots (5)$$

Se consideró el excedente, para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA – Agua, y se puede presentar en dos casos:

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA - Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente} = \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA-Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en ECA-Agua}} - 1 \dots\dots\dots (6)$$

Una vez obtenido el valor de los factores (F1, F2, y F3) se procedió a realizar el cálculo del Índice de Calidad de Agua, siendo este:

$$ICA = 100 - \sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{3}} \dots\dots\dots (8)$$

Finalmente se calificó e interpretó de acuerdo al valor obtenido de la ecuación 8 y según la Tabla 9:

Tabla 9. Calificación del estado de la calidad del agua

ICA	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	Condiciones óptimas o deseadas para consumo de agua.
75-89	Bueno	La condición del agua puede presentar alteración de su calidad en menor escala.
45-74	Regular	Existe alteración de la calidad del agua por ende necesita tratamiento para los usos que se pretenda otorgar.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los valores mínimos, los usos que se vayan a dar requieren tratamiento.
0-29	Pésimo	Existe alteración de la calidad del agua, puesto que se encuentra dañada, todos sus usos requieren previo análisis y posterior tratamiento.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2018)

3.4. Análisis estadístico del trabajo de investigación

3.4.1. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque se evaluó la calidad de agua para consumo humano en el centro poblado Nueva Esperanza del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Teniendo como referencia lo establecido por Jacobo (2013) quien indicó que los estudios de investigación descriptivos sirven como fuente de información o base para que se puedan desarrollar otro tipo de estudios.

3.4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada por que se recurrió a la ciencia química y microbiológica para describir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y a la ciencia ambiental para evaluar la calidad del agua para consumo humano. Teniendo como referente teórico a Jacobo (2013), quien indicó que este tipo de investigaciones utiliza los conocimientos previamente adquiridos para hacer nuevas interpretaciones.

3.4.3. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño no experimental transversal, sin control de variables (Martínez, 2004). Al esquematizar este diseño de investigación obtenemos el siguiente diagrama.

M ----- O

Dónde:

M = Centro poblado de Nueva Esperanza

O = Agua para consumo humano

3.4.4. Variables experimentales

La presente investigación posee variables X y Y, así como otras intervinientes observadas en su ambiente natural y detalladas a continuación: (Hernández, 2010)

Variable X: Calidad de agua

Variable Y: Consumo humano, CC. PP Nueva Esperanza

Variables intervinientes: Periodo de muestreo, quebrada Nueva Esperanza, sistema de abastecimiento de agua

Tabla 10. Operacionalización de variables

Variable	Definición de la variable	Tipo de variable	Dimensión	Indicador
Calidad de agua	Cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a los parámetros establecidos para determinar su calidad.	Nominal	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Color, turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza, cloro residual libre, nitratos y nitritos Coliformes fecales y totales, bacterias heterotróficas, organismos de vida libre, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, <i>E.coli</i>
Consumo humano	Consumo directo del recurso hídrico de tal manera que no represente un riesgo de contraer enfermedades.	Nominal	Apto para consumo humano	Comparación con ICA Comparación con ECA
CC.PP Nueva Esperanza	Miembros del centro poblado que son abastecidos de una misma fuente de agua	Nominal	Percepción	Encuesta: ¿Tiene el servicio de agua para consumo humano en su vivienda? ¿Qué tiempo al día tiene agua en su vivienda?

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Diagnóstico de percepción local de los usuarios sobre la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Nueva Esperanza

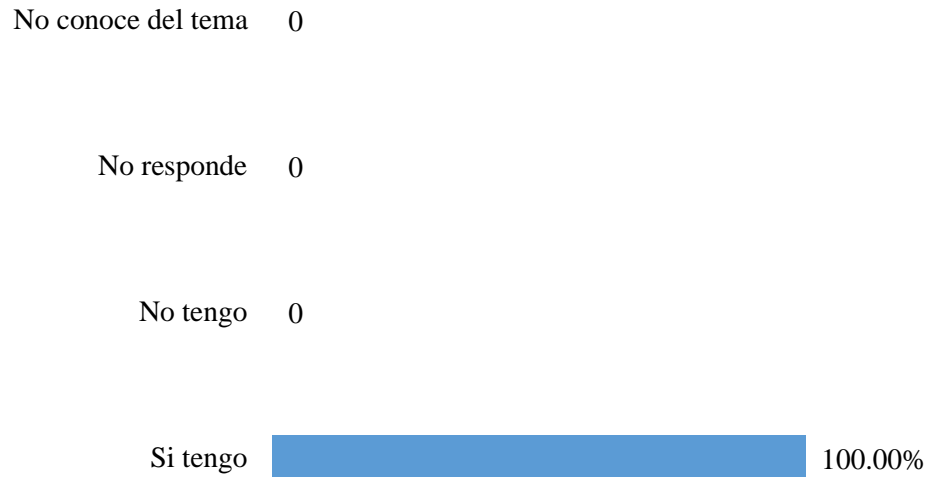


Figura 2. Población que posee servicio de agua para consumo humano en su vivienda

Según la figura 2, de las 31 familias que fueron consultadas sobre la posesión del servicio de agua para consumo humano en su vivienda el 100% de la población respondió de manera afirmativa.

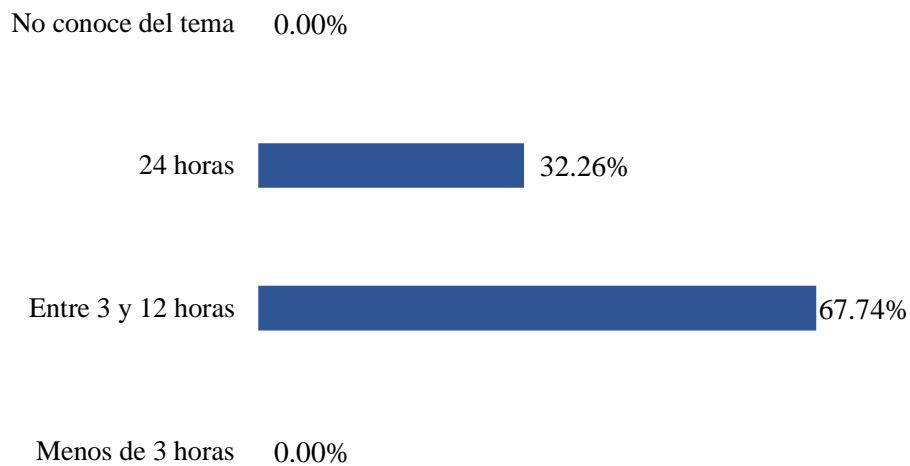


Figura 3. Población que posee servicio de agua durante todo el día en su vivienda

De acuerdo con la figura 3 de las 31 familias encuestadas con respecto a la frecuencia del servicio, solo el 32% posee el servicio todo el día (24 horas) y el 67% entre 3 y

12 horas, enfatizando que en temporada de verano esto varía debido a la disminución del caudal de la quebrada. En comparación con lo mencionado por Inca (2018) en su evaluación realizada en Tamburco, Abancay donde menciona que el 59.90% de la población encuestada manifiesta que la calidad del agua que consumen es regular, así mismo, Madrigal (2020), en un estudio realizado en la población costarricense acerca del agua para consumo humano se determinó que el 22% de la misma indica tener problemas para el abastecimiento así como la infraestructura, debido a que presentan afectación por inundaciones y deslizamientos lo que termina afectando la calidad del agua en presencia de sólidos suspendidos e incremento de la turbiedad, así como, a veces se debe realizar mantenimientos de emergencia en la infraestructura que evitan la distribución del agua en toda la zona.

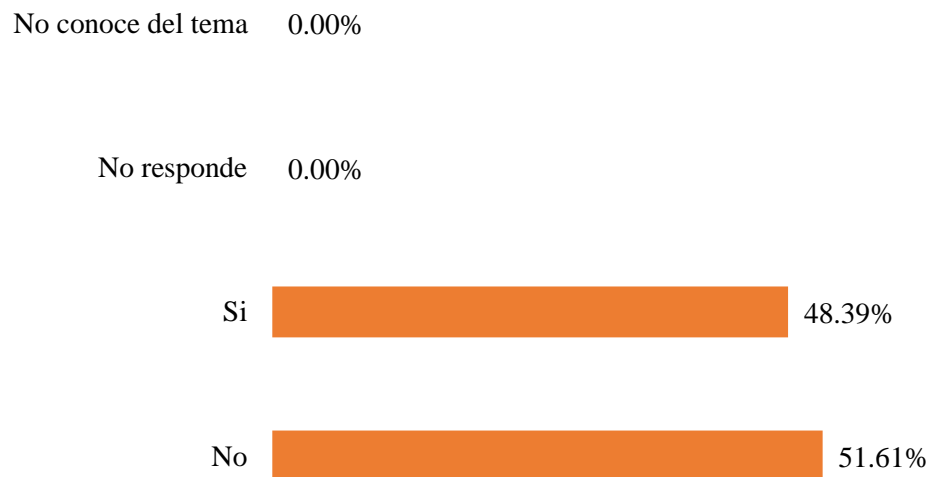


Figura 4. Satisfacción de la población con respecto a la calidad de agua para consumo humano

De acuerdo con la figura 4, de las 31 familias encuestadas, el 51% se encuentra inconforme con la calidad del agua que utilizan para consumo humano.

Según el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas – ONU-DAES (2015), el deterioro de la calidad de agua se ha convertido en motivo de preocupación en todo el mundo por el crecimiento demográfico así como el incremento de las actividades industriales, agricultura, ganadería y otras actividades que generan alteraciones en el ciclo hidrológico, lo que también termina afectando la potabilidad de la misma y el nivel de toxicidad podría incrementar y considerarse peligroso para los organismos que habitan en los medios acuáticos así como para los mismos seres humanos.

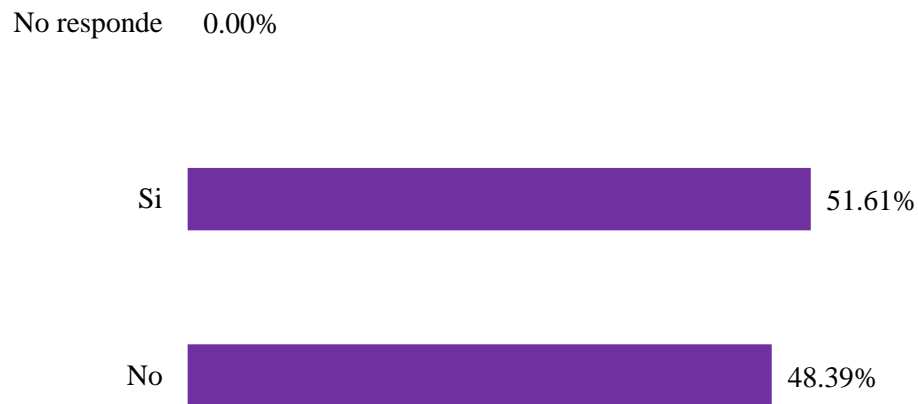


Figura 5. Conocimiento sobre la potabilidad del agua que consume

En cuanto al conocimiento sobre la potabilidad del agua (figura 5) el 48.39% no tienen conocimiento o desconoce completamente sobre el tema mencionado, es decir, no conoce sobre las normas o las características fisicoquímicas que debe poseer el recurso para ser considerado como tal.

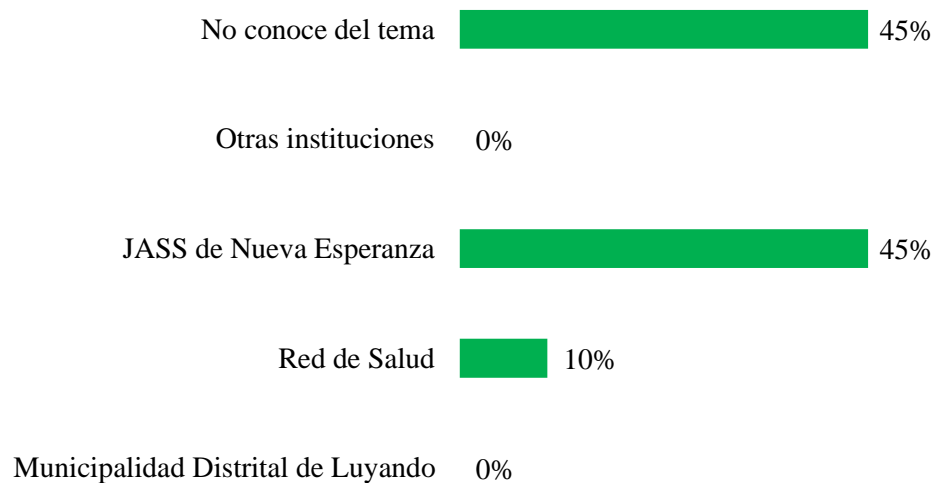


Figura 6. Institución que brinde información sobre la calidad del agua que consume

Con respecto a la institución que brinde información sobre la calidad del agua (figura 6), el 45% respondió que es la Junta de Administradores de Servicios de Saneamiento (JASS) del centro poblado es el encargado, pero el otro 45% respondió que no conoce del tema, mientras que el 10% manifestó que el encargado es la Red de Salud de la zona, esto se debe a la cercanía que poseen estas instituciones del centro poblado, sin embargo, según la Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) en su artículo 75 menciona que la Autoridad Nacional del

Agua debe velar por la protección del agua, es decir, incluye tanto proteger y conservar sus fuentes y los bienes asociados a éste, para cumplir con esta disposición puede establecer mecanismos de coordinación con otras entidades competentes pudiendo ser la Red de Salud, o los mismos usuarios como la JASS del centro poblado.

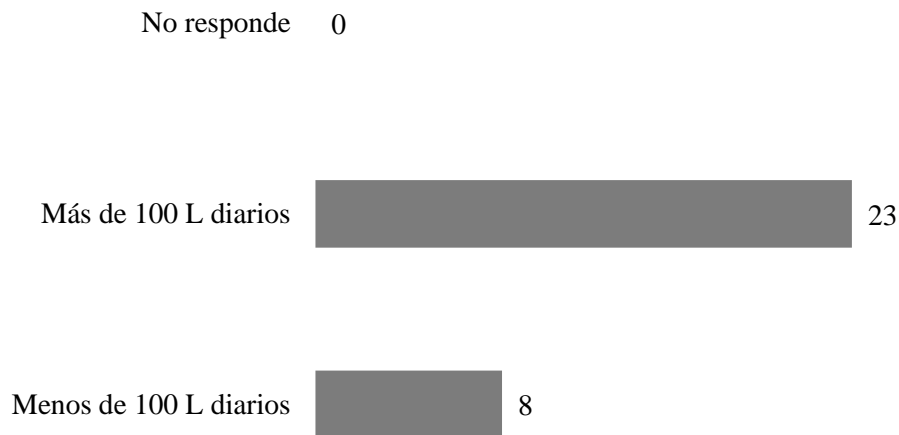


Figura 7. Volumen diario de agua que recibe la vivienda

De acuerdo con la figura 7, el 74% de los encuestados menciono que recibe más de 100 litros diarios en cuanto al volumen de agua y el 26% mencionó que es menos de 100 litros, sin embargo, esto también está sujeto a la temporada de estiaje, que por disminución del caudal también el volumen disminuye, según lo establecido por el Ministerio de Agricultura (2019) el consumo promedio de persona es de 109 m³/año, es decir, es un aproximado de 300 L/d/hab.

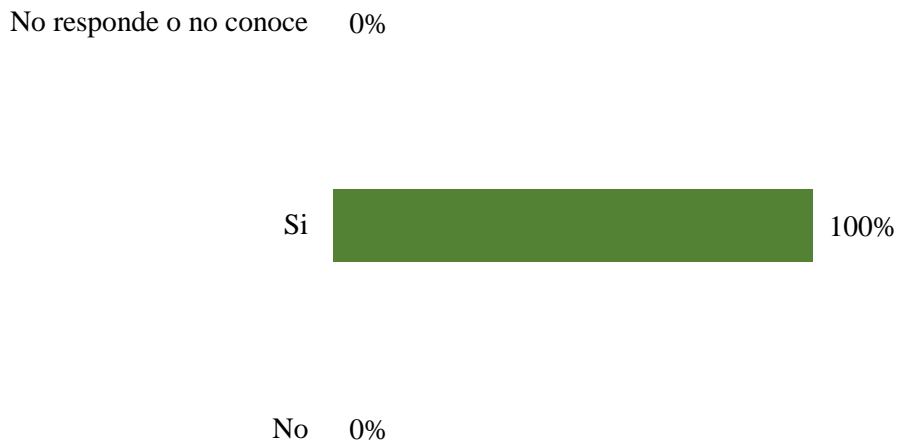


Figura 8. Pago por el servicio de agua

Por otro lado, el 100% de los encuestados, es decir, las 31 familias pagan por el servicio de agua (figura 8), siendo la JASS del centro poblado la encargada de la recaudación, la que posteriormente es trasladada a la Autoridad Nacional de Agua en base al pago por derecho de uso de agua a través de la Administración Local de Agua de Tingo María.

4.2. Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano con la normativa vigente

4.2.1. Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la captación con el Estándar de Calidad Ambiental – Agua (ECA)

El sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza se abastece de una fuente de agua subterránea, la cual se ubica en la parte alta de dicha localidad. La captación de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza se presenta como una estructura construida en concreto y con forma de una captación de ladera típica con tapas de concreto. Sin embargo, el estado de conservación de la estructura es inadecuado. La captación carece de material de prefiltro (grava) y de una cobertura impermeabilizante que cubra dicha sección, por lo que el agua que capta presenta potencial riesgo de ser contaminada por la intemperie.

Así mismo, la cámara húmeda presenta desarrollo de capas de algas en la base, presencia de insectos que ingresan a través de los llorones, y carece de elementos básicos para el correcto ingreso del agua hacia la línea de conducción. En cuanto a la caja de válvulas, la línea de purga presenta una válvula y accesorios con signos de avanzada oxidación.

Debido a que el agua muestreada pertenece a una fuente de abastecimiento de un sistema de agua potable de tipo Gravedad sin Tratamiento, los resultados de laboratorio fueron comparados con el Estándar de Calidad Ambiental, en la categoría 1 A1, aguas a ser potabilizadas con simple desinfección, establecido mediante D.S. N° 004-2017-MINAM.

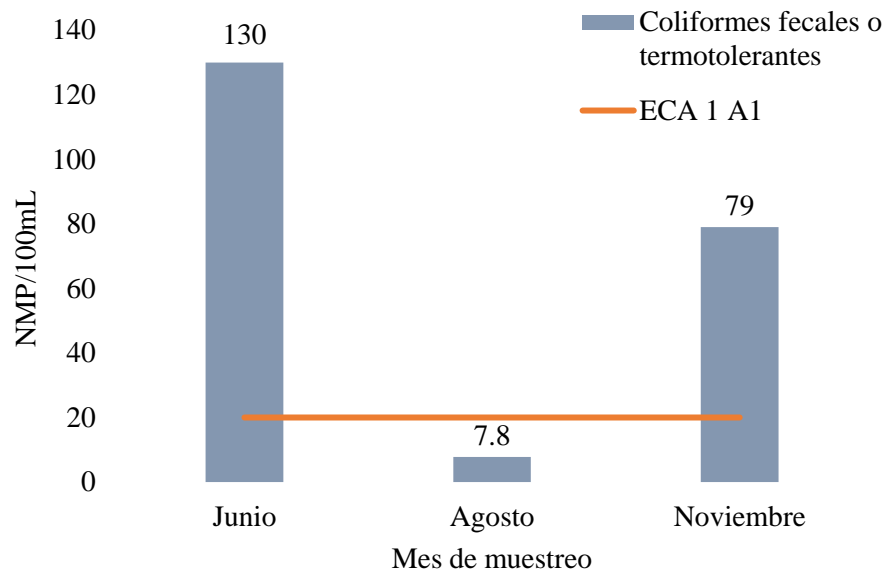


Figura 9. Comparación de coliformes fecales con el ECA1-A1

De acuerdo con la figura 9, se exceden los valores para el Estándar de Calidad Ambiental – Agua en la categoría 1 subcategoría A1 (20 NMP/100mL), para coliformes fecales o termotolerantes en los muestreos del mes de junio y noviembre, pero en el mes de agosto el valor ésta por debajo del ECA.

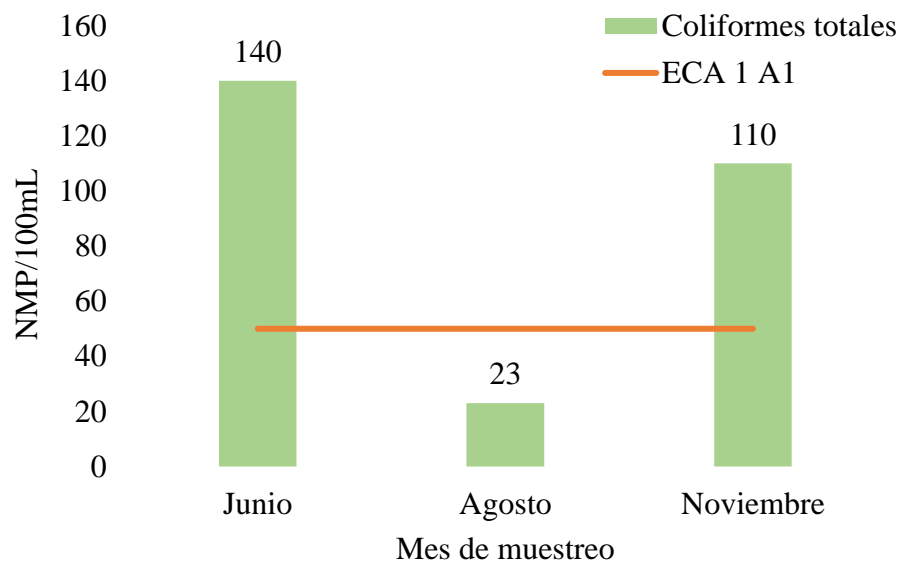


Figura 10. Comparación de coliformes totales con el ECA1-A1

De acuerdo con la figura 10, se exceden los valores para el Estándar de Calidad Ambiental – Agua en la categoría 1 subcategoría A1 (50 NMP/100mL), para coliformes totales en los muestreos de los meses de junio y noviembre, pero en el mes de agosto el valor ésta por debajo del ECA.

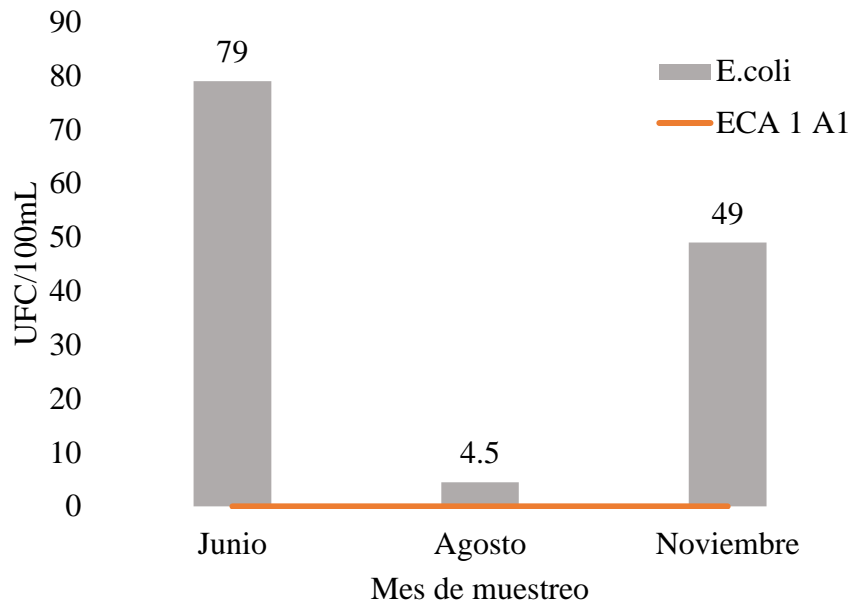


Figura 11. Comparación de *Escherichia coli* con el ECA1-A1

Según la figura 11, se exceden los valores del Estándar de Calidad Ambiental – Agua en la categoría 1 subcategoría A1 (0 UFC/100mL), para *Escherichia coli* en todos los muestreos realizados.

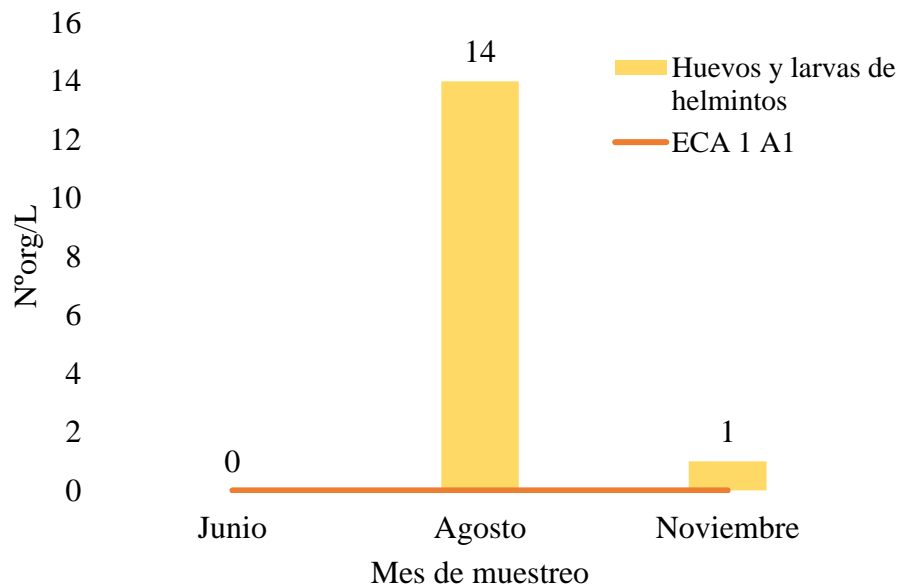


Figura 12. Comparación de huevos y larvas de helmintos quistes y ooquistes de protozoarios patógenos con el ECA1-A1

De acuerdo con la figura 12 se exceden los valores para el Estándar de Calidad Ambiental – Agua en la categoría 1 subcategoría A1 (0 N°org/L) para huevos y larvas

de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos en el muestreo del mes de agosto y noviembre.

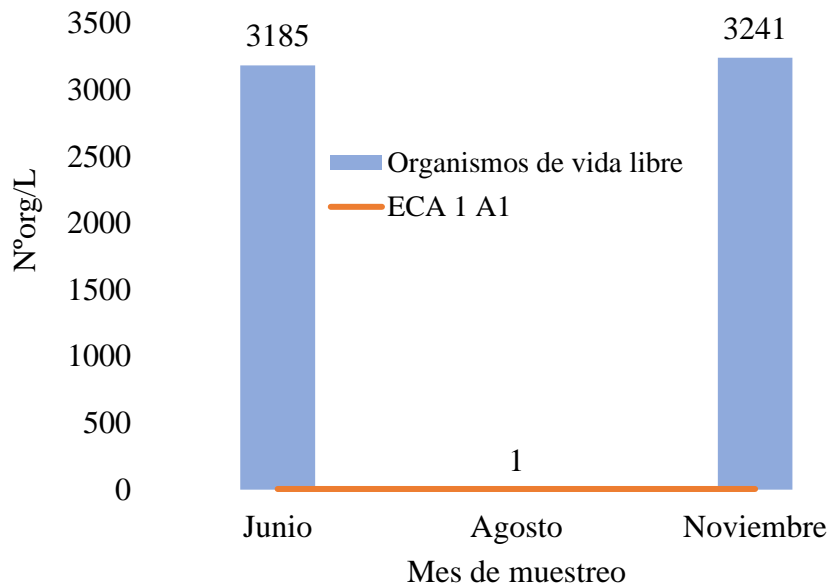


Figura 13. Comparación de organismos de vida libre con el ECA1-A1

Según la figura 13 se exceden los valores para el Estándar de Calidad Ambiental – Agua en la categoría 1 subcategoría A1 (0 N°org/L) para organismos de vida libre en el muestreo realizado en junio agosto y noviembre alcanzando valores que superan los 3000 org/L en el primer y último muestreo realizado.

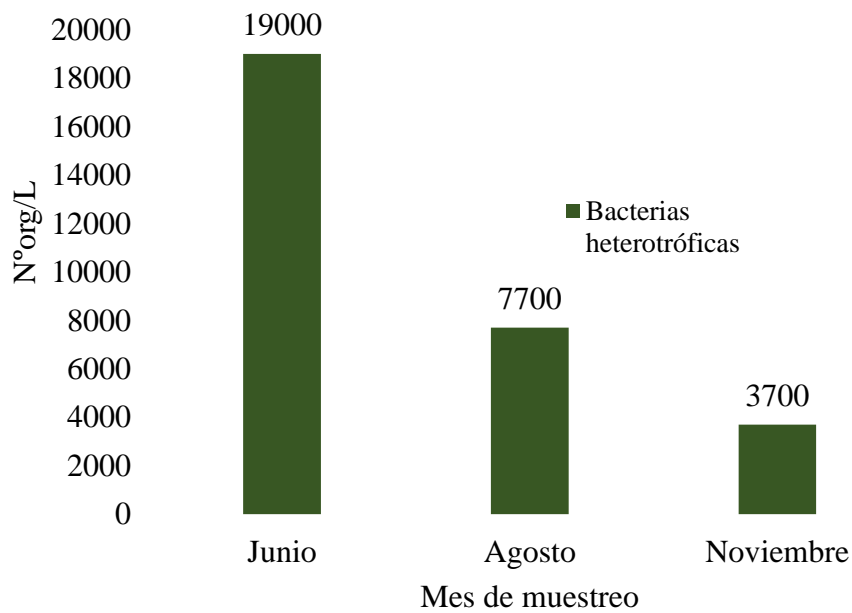


Figura 14. Comparación de bacterias heterotróficas con el ECA1-A1

En el caso de las bacterias heterotróficas (ver figura 14), no existe un valor para ser comparado con el ECA 1 A1, sin embargo, se ha detectado la presencia de 19000 org/L en el mes de junio, 7700 org/L en agosto y 3700 org/L en el mes de noviembre, mediante este indicador se obtiene información útil que se estudia junto con el índice de coliformes (Pullés, 2014), de tal manera que su presencia en el sistema de abastecimiento del CC.PP Nueva Esperanza nos indica el fracaso de la desinfección, sumado a esto pueden agregarse otros factores externos como el fácil acceso por los seres humanos y animales al sistema, la inexistencia de protección frente a las lluvias, el asentamiento poblacional en sus alrededores, principalmente.

Según Ramos (2008), la presencia de bacterias coliformes es un indicador de que el agua puede tener presencia de contaminantes por aguas residuales domésticas, encontrándose en su mayoría en fuentes de agua de tipo superficiales, en cuanto a la contaminación fecal (coliformes fecales), han sido y siguen siendo uno de los principales riesgos sanitarios en el agua ya que supone la presencia de microorganismos patógenos como *E.coli*, y otros que pueden provocar enfermedades en la salud humana.

En el caso de los parámetros fisicoquímicos se presentan a continuación los valores en cada muestreo (junio, agosto y noviembre) comparados con el Estándar de Calidad Ambiental utilizado también en la evaluación microbiológica, identificando cuáles exceden los valores establecidos en el ECA y no son adecuados ni recomendados para consumo humano.

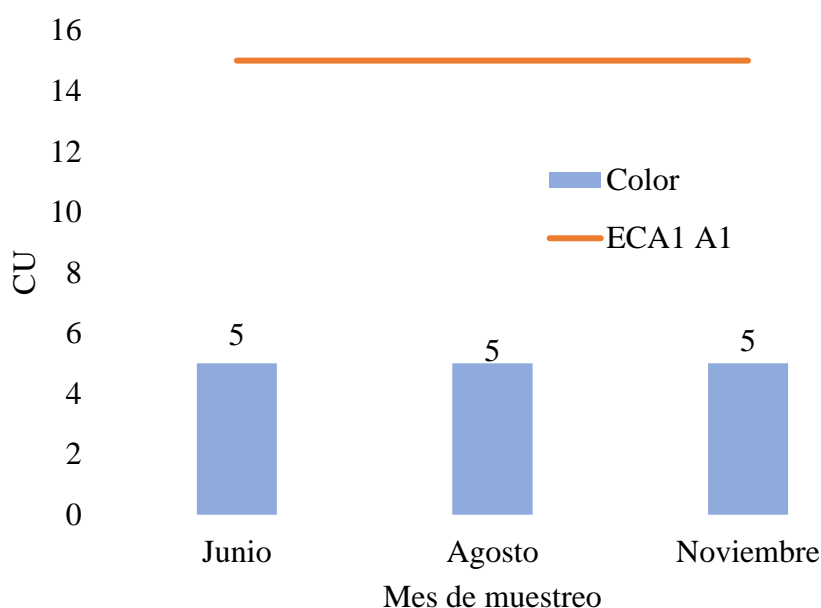


Figura 15. Comparación de color con el ECA1-A1

De acuerdo con la figura 15, los valores de color se encuentran por debajo de 5 CU y al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa el valor establecido de 15 CU en ninguno de los tres muestreos realizados.

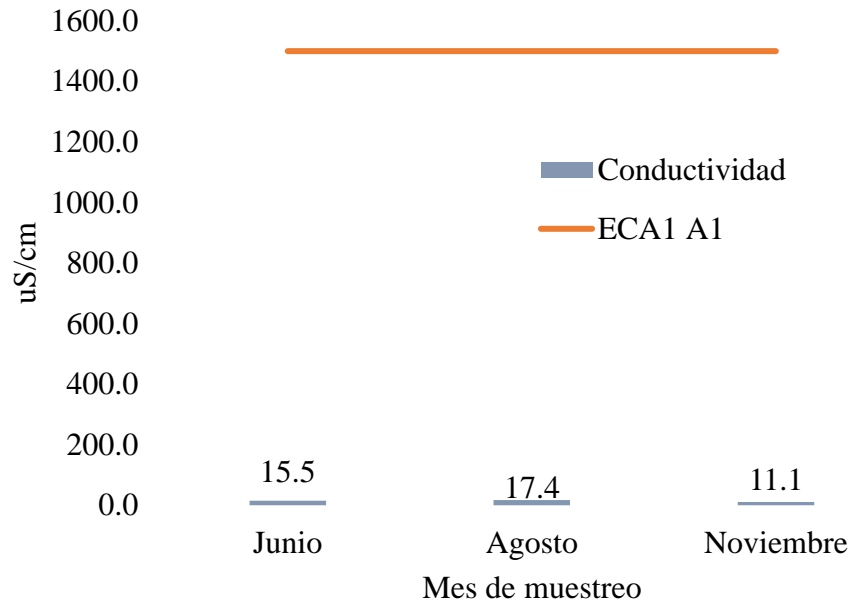


Figura 16. Comparación de conductividad con el ECA1-A1

De acuerdo con la figura 16, los valores de conductividad al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa los 1500 uS/cm en ninguno de los tres muestreos realizados, muy por el contrario, los valores encontrados se encuentran entre 11 – 15 uS/cm.

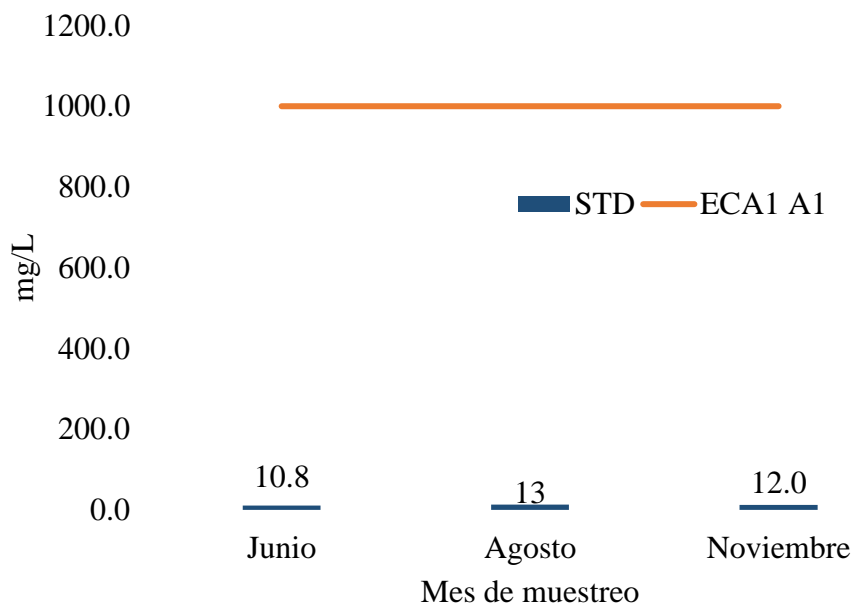


Figura 17. Comparación de sólidos totales disueltos con el ECA1-A1

Según la figura 17, los valores de conductividad al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa los 1000 mg/L en ninguno de los tres muestreos realizados, muy por el contrario, el parámetro presenta datos ubicados entre los 10 – 13 mg/L como máximo.

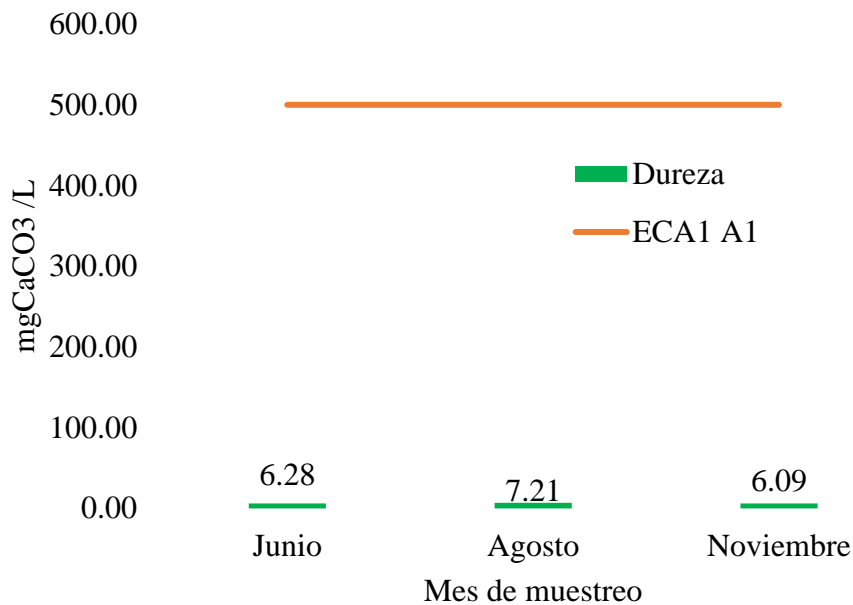


Figura 18. Comparación de dureza con el ECA1-A1

Según la figura 18, los valores de dureza al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa los 500 mgCaCO₃/L en ninguno de los tres muestreos realizados, teniendo valores de 6.28, 7.21 y 6.09 mgCaCO₃/L en junio, agosto y noviembre, respectivamente.

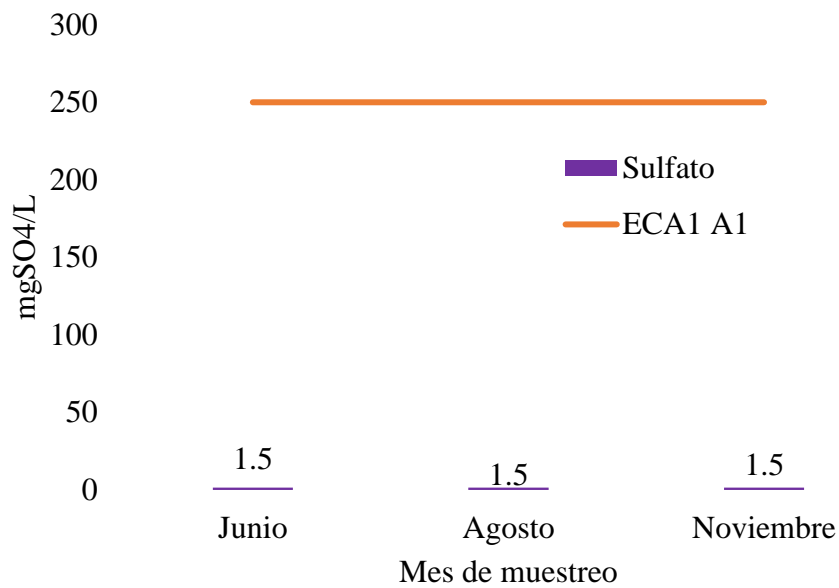


Figura 19. Comparación de sulfatos con el ECA1-A1

De acuerdo a la figura 19, los valores de sulfatos al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa los 250 mgSO₄/L en ninguno de los tres muestreos realizados, muy por el contrario, el parámetro presenta datos menores de 1.5 mgSO₄/L.

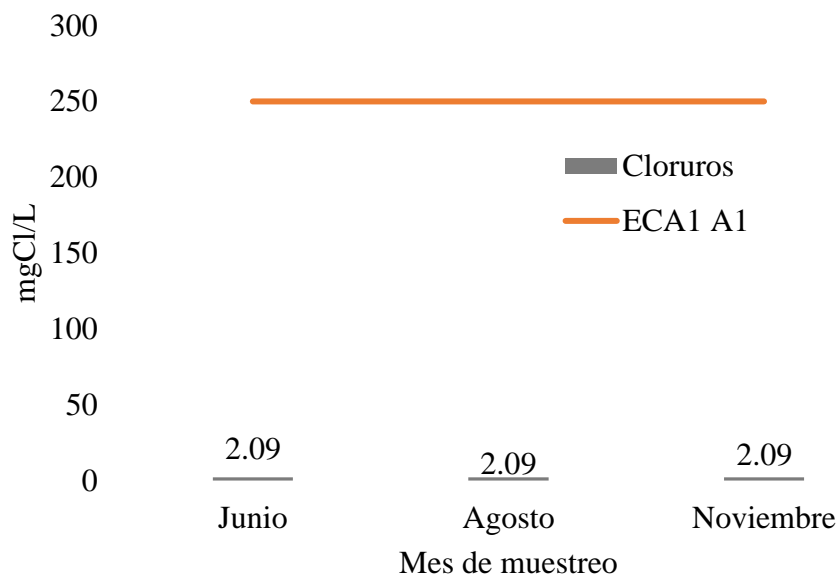


Figura 20. Comparación de cloruros con el ECA1-A1

De acuerdo a la figura 20, los valores de cloruros al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa los 250 mgCl/L en ninguno de los tres muestreos realizados, muy por el contrario, el parámetro presenta datos menores de 2.5 mgCl/L.

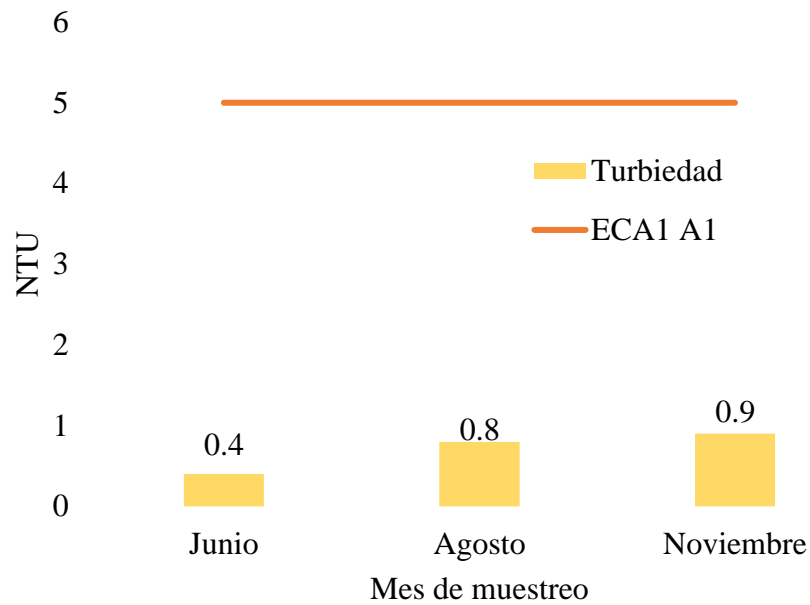


Figura 21. Comparación de turbiedad con el ECA1-A1

Según la figura 21, los valores de turbiedad al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 no sobrepasa las 5 NTU en ninguno de los tres muestreos realizados.

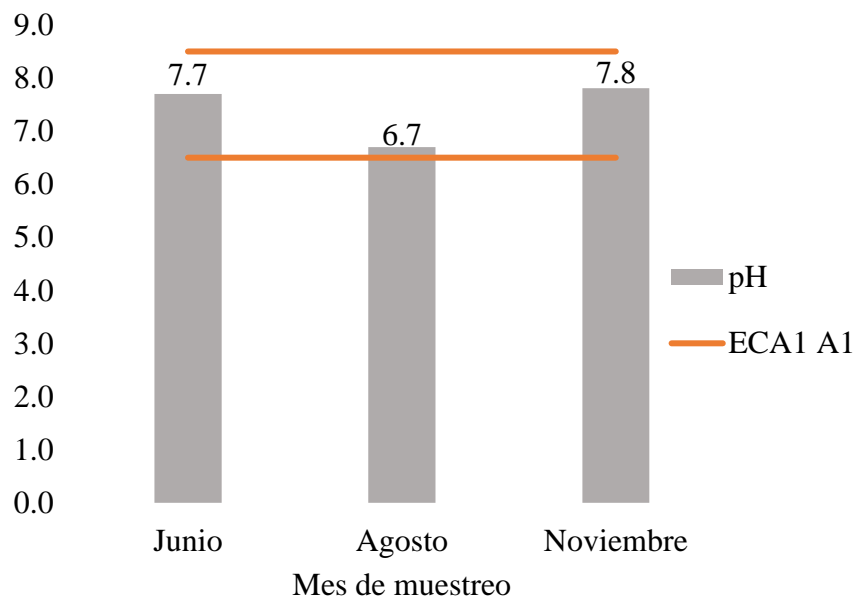


Figura 22. Comparación de pH con el ECA1-A1

Según la figura 22, los valores de pH al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 se encuentra entre rango ubicado entre 6.5 y 8.5, con valores de 7.7, 6.7 y 7.8 (junio, agosto y noviembre, respectivamente).

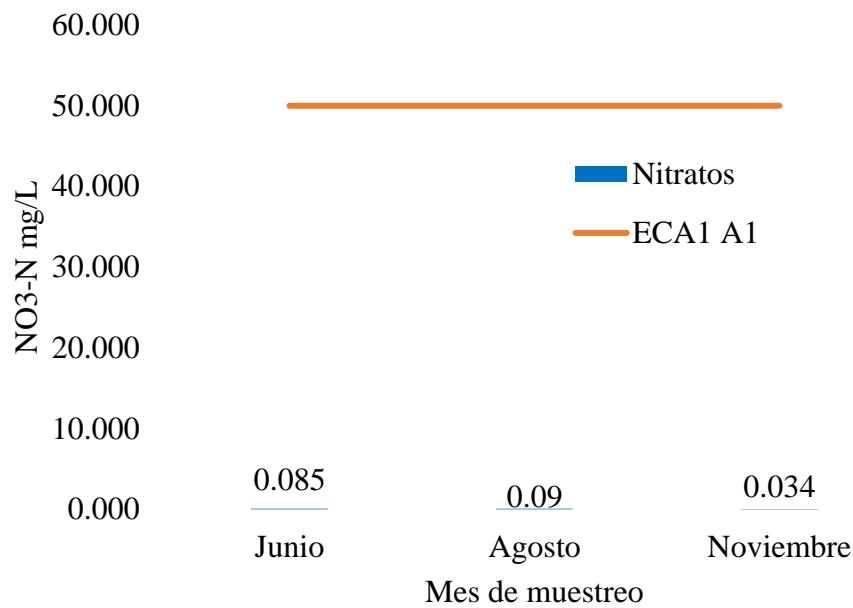


Figura 23. Comparación de nitratos con el ECA1-A1

Según la figura 23, los valores de nitratos al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 se encuentran por debajo de lo establecido (50 NO₃-Nmg/L).

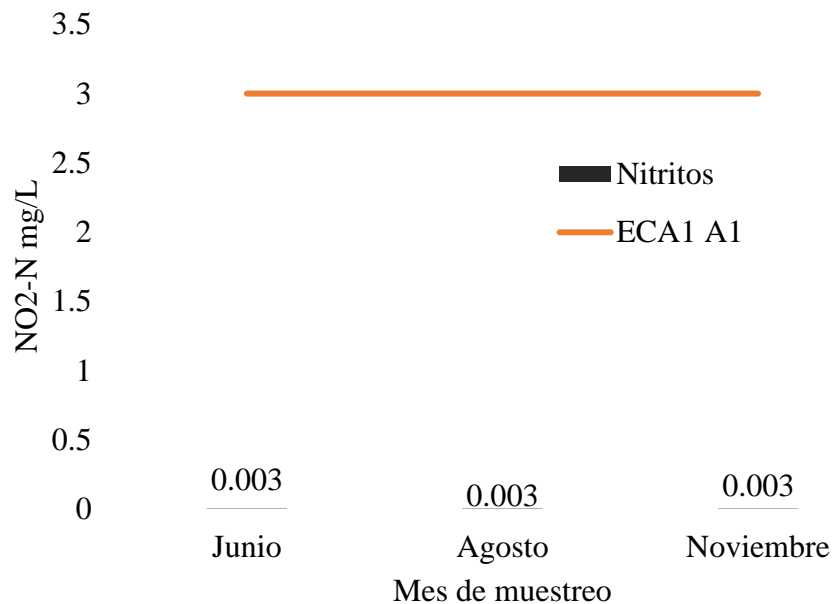


Figura 24. Comparación de nitritos con el ECA1-A1

Según la figura 24, los valores de nitritos al ser comparados con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 1 Subcategoría A1 se encuentran por debajo de lo establecido (3 NO₂-Nmg/L), con valores por debajo de 0.003 NO₂-Nmg/L, en los tres muestreos realizados en junio, agosto y noviembre.

Los parámetros inorgánicos para la captación de la quebrada Nueva Esperanza de nitratos y nitritos los valores se encuentran por debajo de lo establecido en el ECA 1 A1 (figura 23 y 24), de acuerdo a Cabrera (2003), éstos parámetros cumplen un rol importante en la calidad del agua, debido a su relación que existe en el ciclo del nitrógeno del suelo y plantas superiores, su elevada presencia generalmente se debe a que se añaden por medio de fertilizantes producto de las actividades agrícolas, sin embargo debido a que su contenido es mínimo en la quebrada Nueva Esperanza indica que el uso de fertilizantes en la zona o parte alta es bajo.

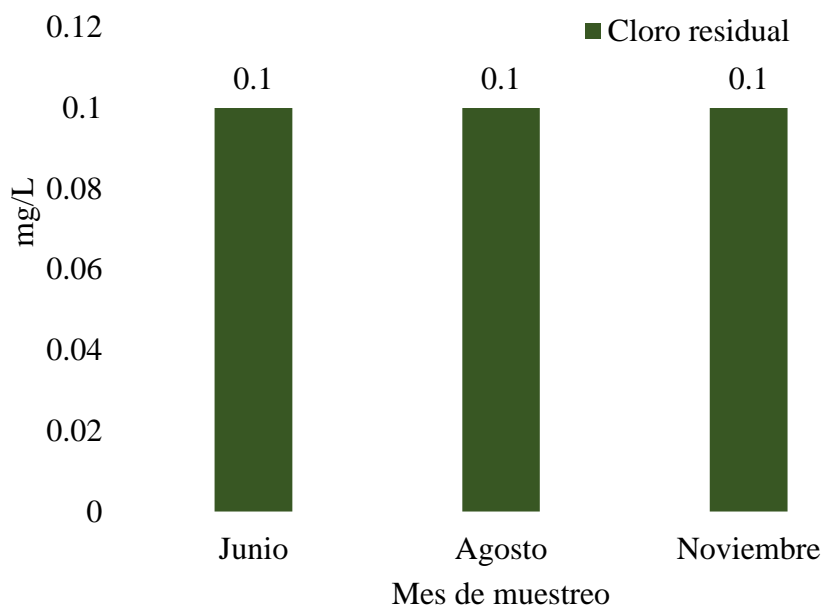


Figura 25. Comparación cloro residual con el ECA1-A1

En el caso del cloro residual evaluado durante los tres muestreos realizados (ver figura 25), no existe un valor para ser comparado con el ECA 1 A1, detectándose la presencia de este parámetro con valores <0.1 mg/L, indicando que si se realiza un proceso de desinfección a través de cloro que utiliza la red de salud de la localidad.

4.2.2. Comparación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del reservorio y la red de distribución con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (RACH)

La localidad de Nueva Esperanza posee un reservorio prismático construido en concreto, el cual se encuentra en regular estado de conservación a pesar de no

poseer signos de reciente mantenimiento. Posee tapas sanitarias de concreto. En cuanto al entorno del reservorio, este se encuentra rodeado de barro y vegetación herbácea. Además, carece de un cerco perimétrico.

En cuanto al sistema de desinfección, el reservorio cuenta con un sistema de desinfección inoperativo (de tipo auto compensante). Se han analizado los siguientes parámetros en el reservorio del sistema de agua para consumo humano que abastece al Centro Poblado Nueva Esperanza, así mismo, se ha tomado en cuenta los parámetros bacteriológicos y parasitológicos.

Debido a que el agua muestreada se encuentra a la salida del reservorio, los resultados de laboratorio fueron comparados con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (RACH), establecido mediante D.S. N° 031-2010-SA.

El punto de toma de muestra de la conexión domiciliaria se realizó en un caño de los beneficiarios en la parte baja de la localidad de Nueva Esperanza. El caño del cual se tomó la muestra de agua forma parte de una batea de tipo III. El grifo de la conexión domiciliaria fue de material PCV, al igual que toda la tubería del sistema domiciliario. Se han analizado los siguientes parámetros en la red de distribución del sistema de agua para consumo humano que abastece al Centro Poblado Nueva Esperanza, así mismo, se ha tomado en cuenta los parámetros bacteriológicos y parasitológicos.

En el caso de la red de distribución ya que el agua muestreada se encuentra en una conexión domiciliaria, los resultados de laboratorio también fueron comparados con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

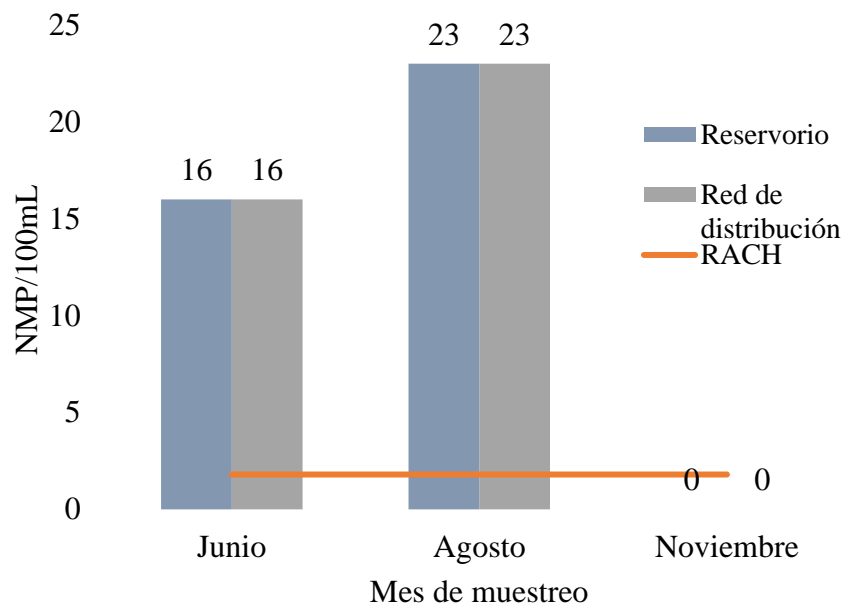


Figura 26. Comparación de coliformes fecales o termotolerantes del reservorio y red de distribución con el RACH

De acuerdo a la figura 26, los valores de coliformes superan el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (1.8 NMP/100 mL) en los muestreos realizados en junio y agosto, tanto para el reservorio como en la red de distribución, sin embargo, en el mes de noviembre no se ha detectado la presencia de este parámetro microbiológico.

Según la figura 27, los coliformes totales muestreados en el reservorio y red de distribución en los meses de junio y agosto superaron el valor máximo establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (1.8 NMP/100 mL) con 23 NMP/100mL, sin embargo, en el muestreo realizado el mes de noviembre no se ha detectado su presencia.

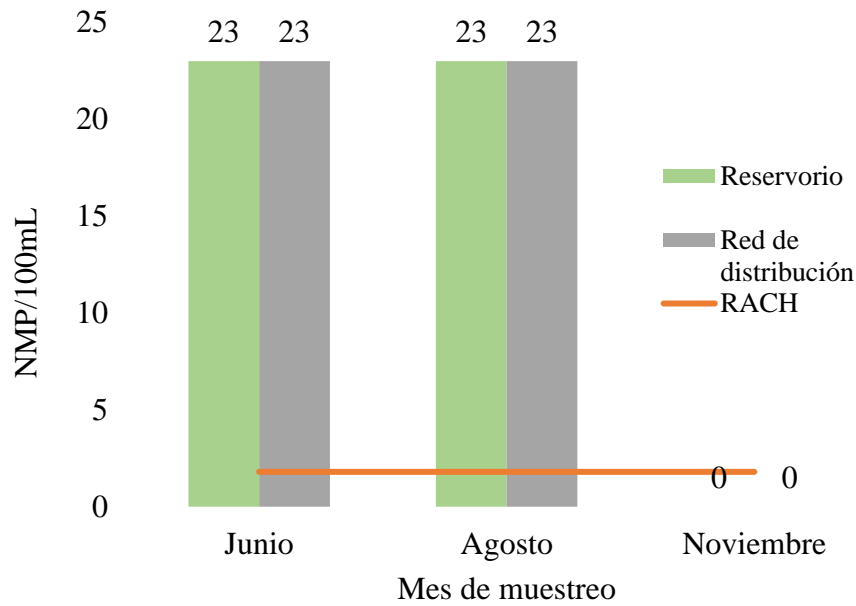


Figura 27. Comparación de coliformes totales del reservorio y red de distribución con el RACH

La presencia de coliformes en el agua indica que la desinfección que se realiza a la misma no está siendo efectiva, lo mismo para la presencia de bacterias heterotróficas que superan el límite máximo permitido (ver figura 28), además de que alguna, pero se destaca que la presencia para agua que es consumida de forma directa por población humana el número debe ser 0 (Olivas, 2011).

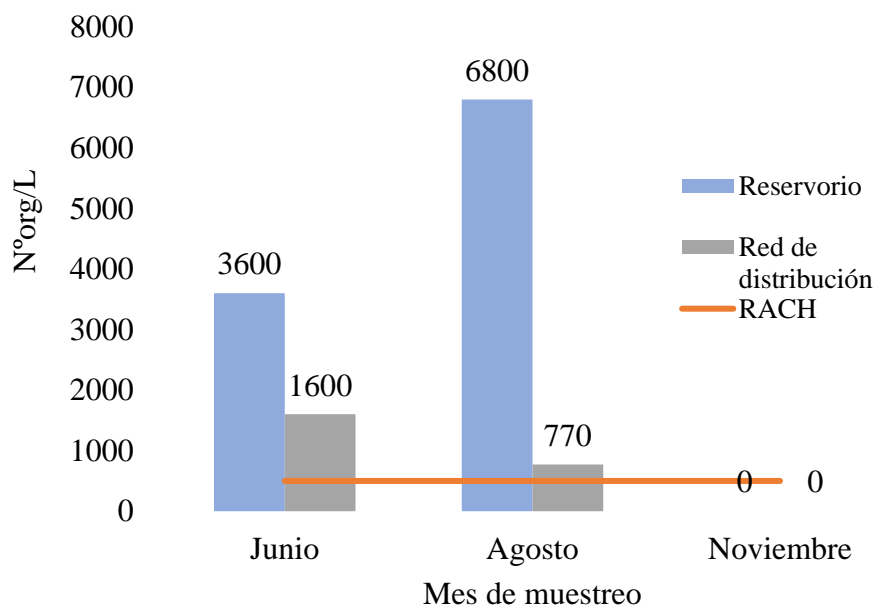


Figura 28. Comparación de bacterias heterotróficos del reservorio y red de distribución con el RACH

Según las figuras 28 y 29, se ha detectado la presencia de bacterias heterotróficas y *E.coli* en las muestras del reservorio y la red de distribución que superan el valor máximo establecido en el RACH para *E.coli* y para bacterias heterotróficas (1.8UFC/100mL y 500 UFC/100mL, respectivamente) para los muestreos realizados en el mes de junio y agosto, sin embargo para el mes de noviembre no se ha detectado la presencia de los mismos.

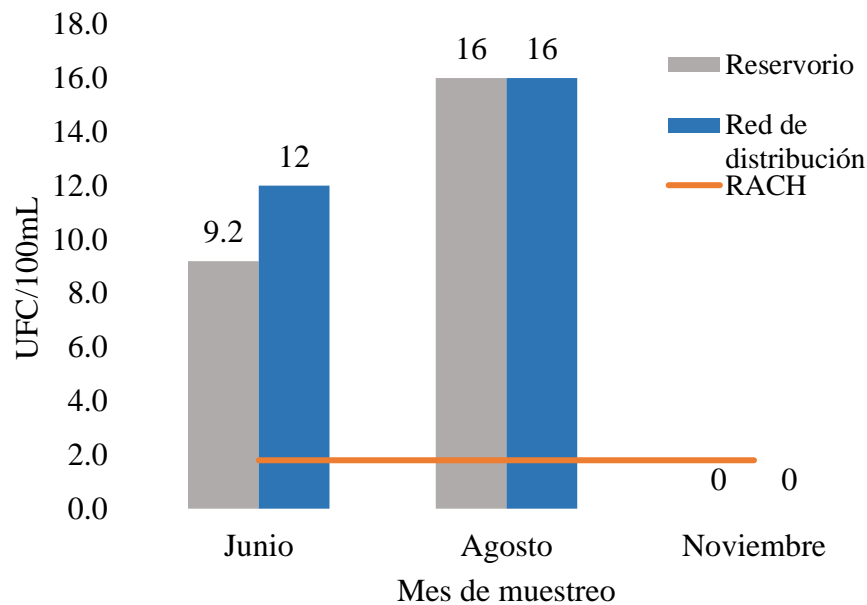


Figura 29. Comparación de *Escherichia coli* del reservorio y red de distribución con el RACH

De acuerdo al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2017), la presencia de *E.coli* indica contaminación fecal en el agua ya que este microorganismo está presente de forma habitual en el tracto digestivo de los animales, los principales efectos que puede generar su consumo directo en el agua de las poblaciones es gastroenteritis por lo que su presencia implica un alto riesgo.

Según la figura 30, se ha detectado la presencia de organismos de vida libre en valores que superan lo establecido en el RACH (0 N°org/L) tanto para el reservorio como para la red de distribución, de acuerdo con Aurazo (2015), los organismos de vida libre suponen un problema para el tratamiento del agua a potabilizar pudiendo ser estas bacterias, algas azules, crisofíceas, diatomeas, clorofíceas, ciliados, rotíferos, anélidos, entre otros.

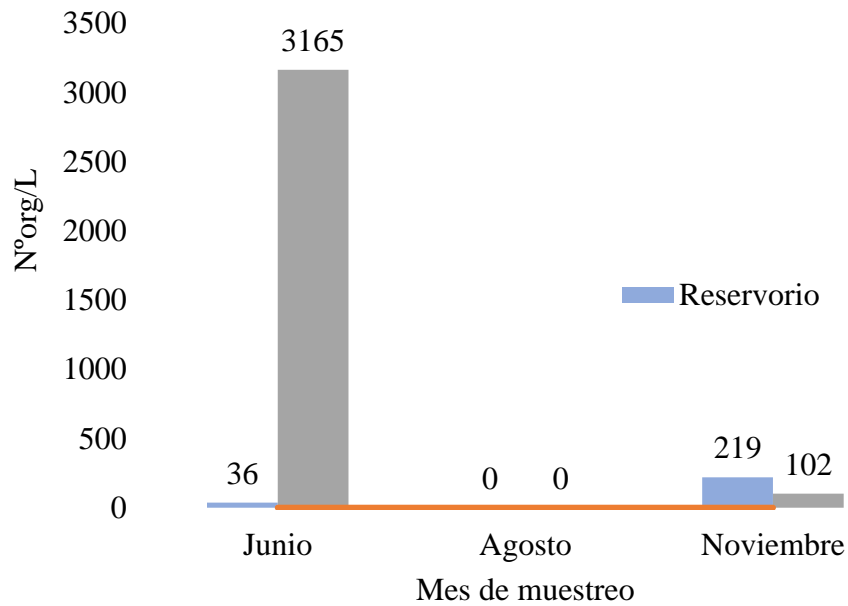


Figura 30. Comparación de organismos de vida libre del reservorio y red de distribución con el RACH

Así mismo, en la figura 31 se ha detectado la presencia de huevos y larvas de helmintos de patógenos en el reservorio y red de distribución con valores que superan el Reglamento de Agua para Consumo Humano (0 N°org/L) en el mes de agosto, en el mes de junio no se detectó la presencia de estos microorganismos.

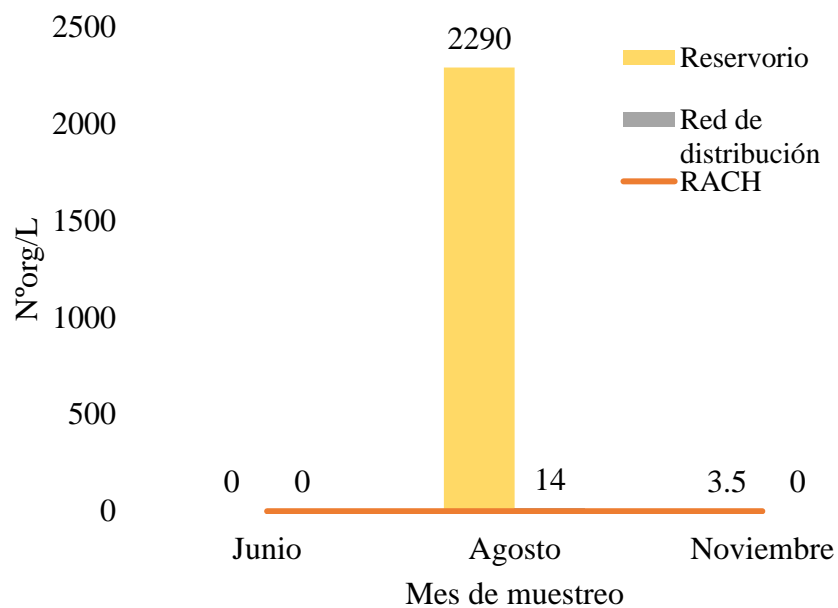


Figura 31. Comparación de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos del reservorio y red de distribución con el RACH

De acuerdo con Simón (2017), los helmintos son animales invertebrados de cuerpo alargado que suelen estar presentes producto de aguas residuales por lo que su presencia en cuerpos de agua utilizados para consumo directo representa un riesgo muy alto.

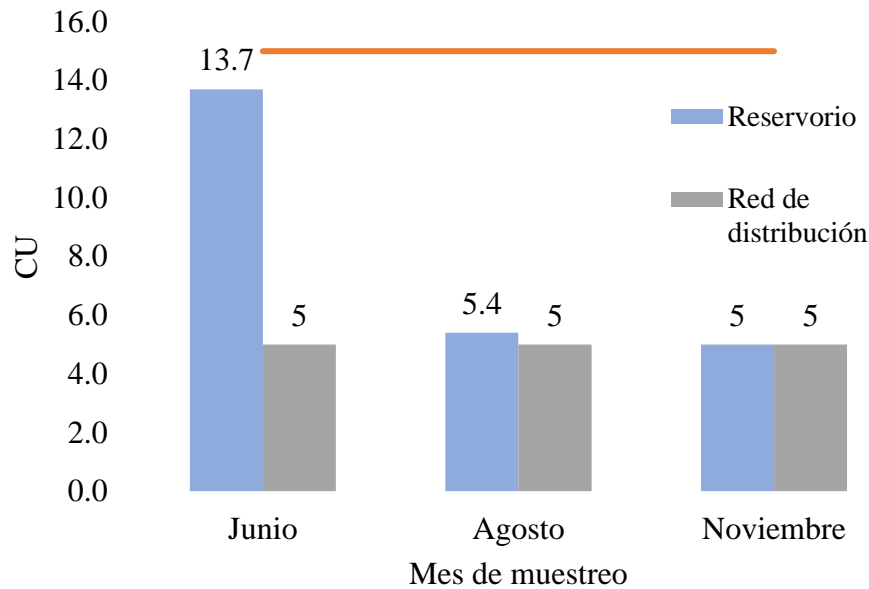


Figura 32. Comparación de color del reservorio y red de distribución con el RACH

Si bien el color es un parámetro organoléptico también posee unidades de medida para su comparación con el RACH (15 CU), y de acuerdo con el monitoreo realizado, en ambas infraestructuras se encuentra por debajo del límite establecido en todos los muestreos realizados (ver figura 32).

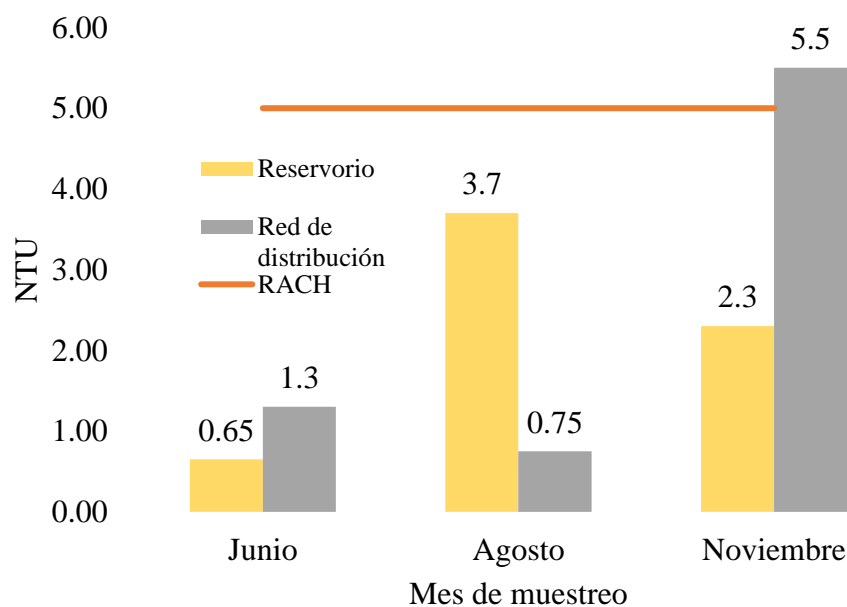


Figura 33. Comparación de turbiedad del reservorio y red de distribución con el RACH

De acuerdo a la figura 33 se analizaron los valores de turbiedad en ambas infraestructuras (reservorio y red de distribución), encontrándose estos valores por debajo del límite máximo permitido en el Reglamento de Agua para Consumo Humano (RACH: 5 NTU), excepto por el mes de noviembre en la red de distribución ya que el valor monitoreado es de 5.5 NTU.

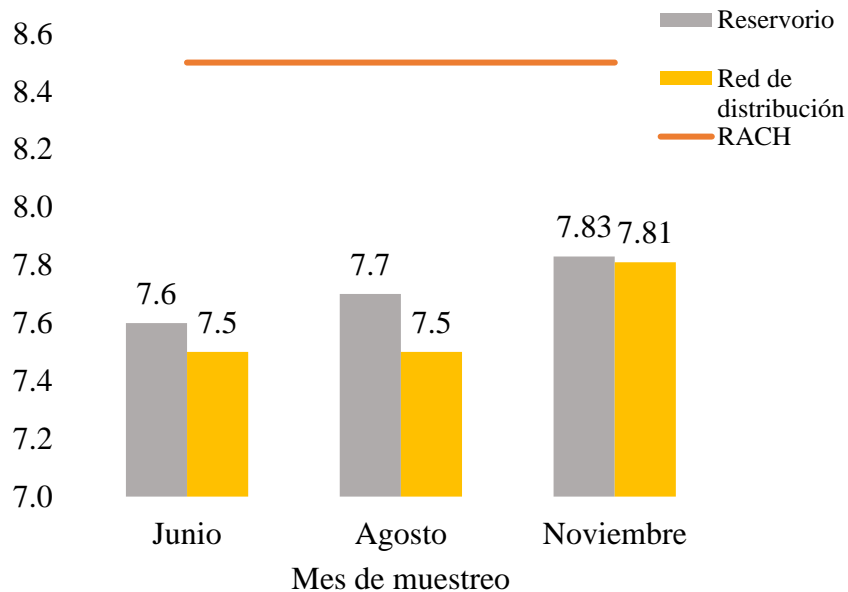


Figura 34. Comparación de pH del reservorio y red de distribución con el RACH

Así mismo en la figura 34 se observa que los valores de pH se encuentran ligeramente neutros dentro de los valores permitidos de 8.5 para todos los muestreos realizados en la evaluación del parámetro.

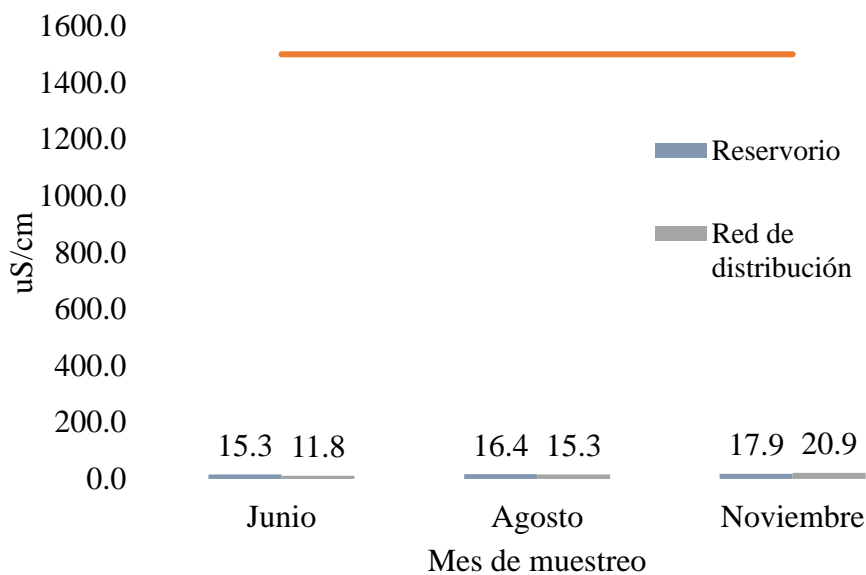


Figura 35. Comparación de conductividad del reservorio y red de distribución con el RACH

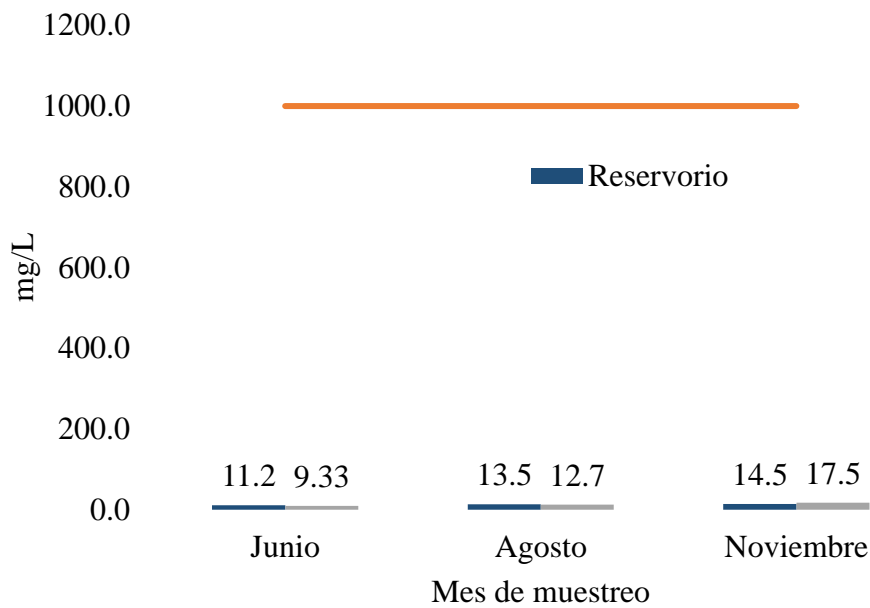


Figura 36. Comparación de sólidos totales disueltos del reservorio y red de distribución con el RACH

Según los resultados de la figura 35 y 36, los parámetros de conductividad y sólidos totales disueltos se encuentran por debajo de los establecido en el RACH y la misma representa valores bajos, de acuerdo con Pérez (2016), los valores de conductividad poseen una relación directamente proporcional con la concentración de sólidos disueltos, es decir, a valores bajos de sólidos menor será la conductividad.

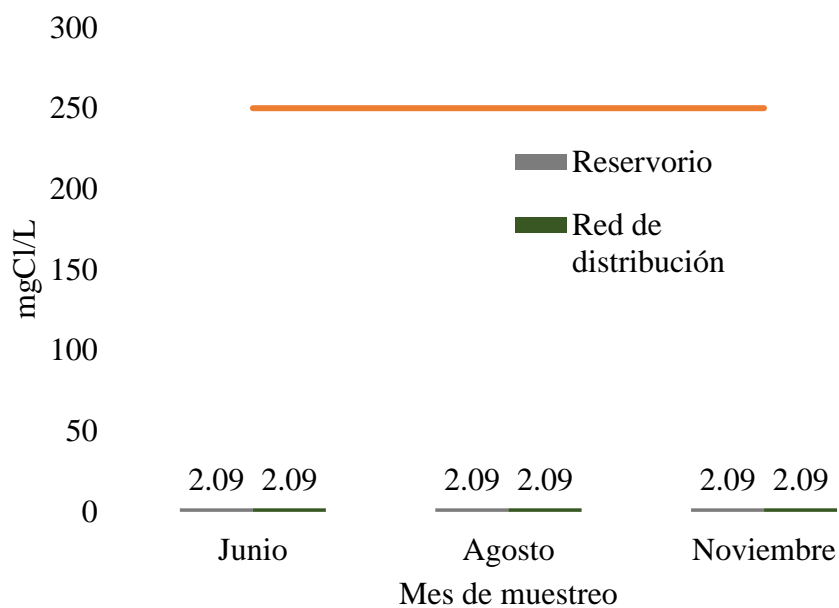


Figura 37. Comparación de cloruros del reservorio y red de distribución con el RACH

Los valores de cloruros son mínimos y se encuentran por debajo del límite máximo establecido en el RACH (250 mgCl/L), en ambas infraestructuras tanto reservorio como red de distribución de acuerdo con la figura 37.

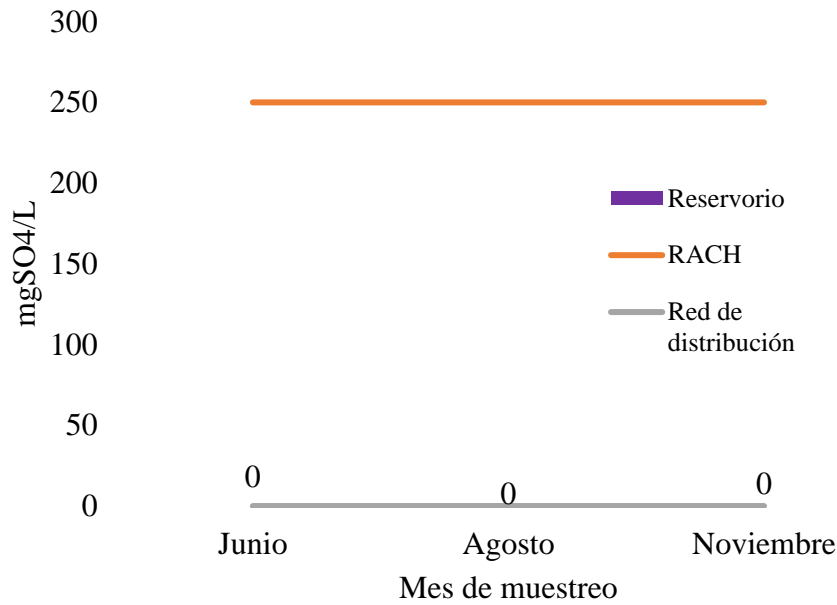


Figura 38. Comparación de sulfatos del reservorio y red de distribución con el RACH

En el caso de los sulfatos no se ha detectado la presencia de este indicador en ningún muestreo realizado para ninguna de las infraestructuras (ver figura 38).

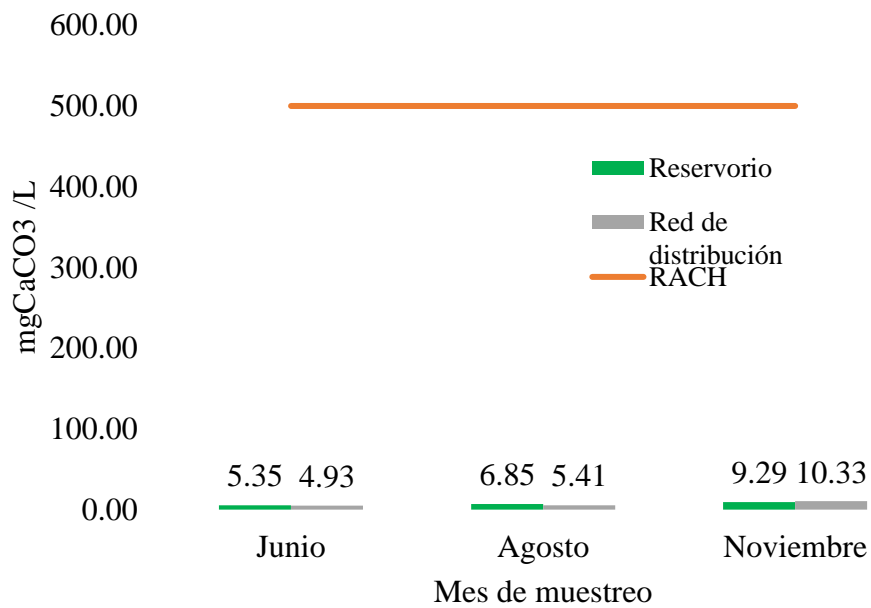


Figura 39. Comparación de dureza total del reservorio y red de distribución con el RACH

Según Jiménez (2018), los sulfatos cuando se encuentran en grandes concentraciones pueden representar un peligro para la salud humana y además el sabor que se puede percibir es desagradable, además también generan daño a la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, sin embargo, esto no sucede en el centro poblado Nueva Esperanza, esto se refleja en los valores de dureza total, los cuáles también son bajos y no superan lo establecido en el RACH (ver figura 39).

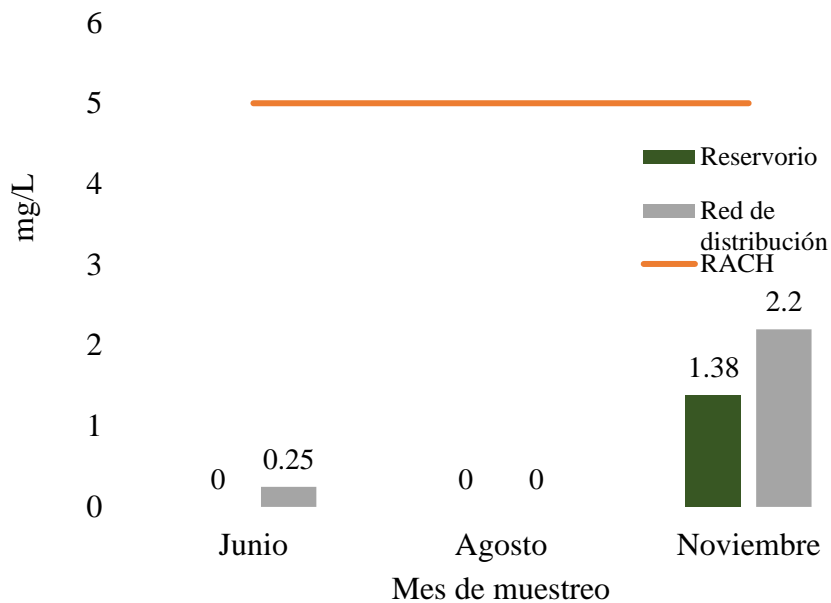


Figura 40. Comparación de cloro residual del reservorio y red de distribución con el RACH

De acuerdo con la figura 40, existe presencia de cloro residual dentro de las infraestructuras de reservorio y red de distribución lo que nos indica que se está llevando a cabo un proceso de desinfección y aunque su valor se encuentre por debajo de lo establecido en el RACH:5mg/L, por los parámetros parasitológicos identificados previamente se podría entender que el proceso es incorrecto, ya que el objetivo de la desinfección es controlar las enfermedades que pueden producirse por parásitos y otros microorganismos patógenos (Bendezú, 2018), así mismo, se debe considerar que las muestras para la red de distribución fueron tomados de la primera vivienda del sistema, tal como lo recomienda la OMS (2021) para poder verificar que los valores de cloro residual se encuentren dentro de lo establecido.

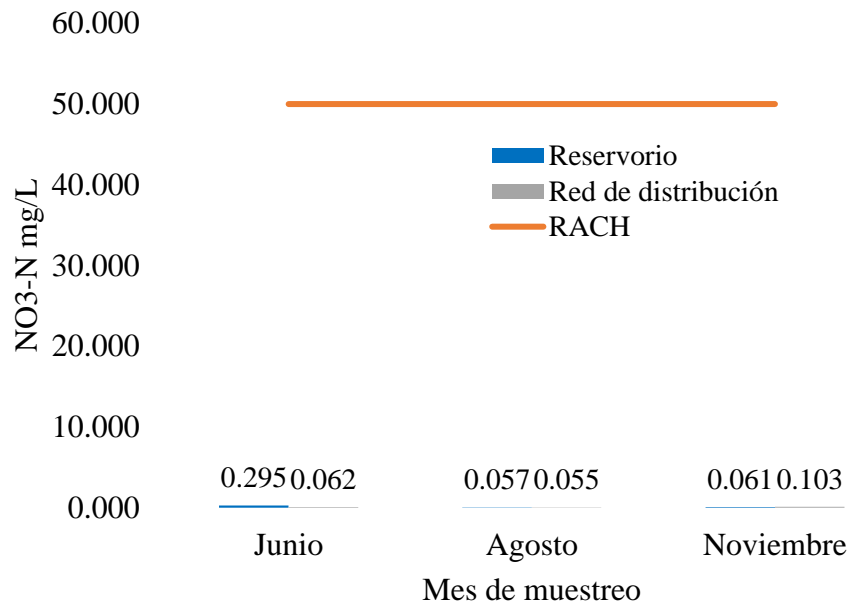


Figura 41. Comparación nitratos del reservorio y red de distribución con el RACH

Según la figura 41 y 42 los valores de nitratos y nitritos del reservorio y la red de distribución se encuentran por debajo de lo establecido en el RACH.

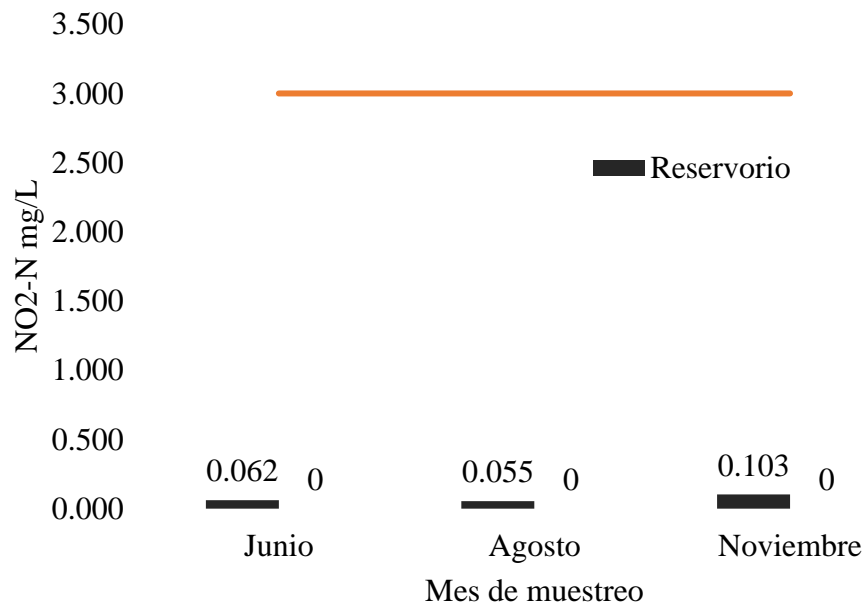


Figura 42. Comparación nitritos del reservorio y red de distribución con el RACH

4.3. Determinación del Índice de Calidad de Agua de la quebrada Nueva Esperanza

El índice de calidad de agua se aplicó solo para los valores obtenidos en la captación, por tratarse de una fuente de agua natural ya que el índice está basado en los límites que se consideran en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

Tabla 11. ICA para la quebrada Nueva Esperanza

F1	0.33	0.2	0.33
F2			
Parámetro	Junio	Agosto	Noviembre
Coliformes Fecales o Termotolerantes	5.5		2.95
Coliformes Totales	1.8		1.2
<i>Escherichia coli</i>	79	4.5	49
Organismos de vida libre	3185	1	3241
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	1	14	1
Color			
Turbiedad			
pH			
Conductividad			
Sólidos totales disueltos (TDS)			
Cloruros			
Sulfatos			
Dureza (Dureza total)			
Nitratos			
Nitritos			
Sumatoria de excedentes	654.46	6.50	659.03
F3	99.85	86.67	99.85
ICA	42.35	49.96	42.35
Significancia ICA	Malo	Regular	Malo

La significancia obtenida en el ICA en los muestreos de Junio y Noviembre nos indica que no se cumplen con los objetivos de calidad, es decir, de manera frecuente las características que se espera o desea tener se encuentran en peligro o dañadas, para el muestreo realizado en Agosto el valor ICA nos indica que los usos que destinados para la fuente de agua requieren de tratamiento porque a menudo se aleja de los valores deseables, éstas características del índice de calidad ambiental se relacionan con la situación actual de la infraestructura (sin

mantenimiento) y las actividades que se realizan alrededor de ello, como crianza de animales pecuarios y asentamiento humano.

Cabe resaltar que para el mes de agosto la significancia es diferente debido a que los parámetros de coliformes fecales y totales no exceden lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua a diferencia de los otros meses evaluados, sin embargo los valores obtenidos en el ICA-PE en los tres meses de muestreo de la quebrada Nueva Esperanza indican que el recurso hídrico requiere de un tratamiento previo antes de ser utilizado por la población, en concordancia con el informe emitido por la Municipalidad Distrital de Luyando (2018), donde se indica la mala calidad de la quebrada y la urgencia del uso de tratamiento del mismo.

De acuerdo a lo indicado por Caho y López (2017), el índice de calidad de agua en fuentes que son utilizadas para abastecimiento deberían encontrarse en la categoría bueno o excelente, debido al peligro que significa para la salud de sus consumidores que éstos valores se encuentren en categorías inferiores, en los resultados obtenidos se ha podido determinar que la calidad de agua es malo y regular, es decir, que las condiciones que brinda la quebrada Nueva Esperanza se alejan de las ideales para mantener los servicios ambientales de abastecimiento primario que brinda.

Así mismo, la metodología utilizada evaluar la calidad de agua en la quebrada Nueva Esperanza permite hacer un análisis de forma integral, según Unzueta (2019) considera (en los factores de cálculo) la variación y comparación de parámetros considerados en la normativa que favorecen la evaluación en cuerpos de agua.

V. CONCLUSIONES

1. El 100% de la población encuestada respondió que, si posee el servicio de agua potable y que paga por dicho servicio, pero solo el 32% indicó que la frecuencia es durante todo el día; con respecto a la calidad del servicio, el 51% se encuentra inconforme.

2. Se ha identificado que parámetros microbiológicos como coliformes totales, fecales y *E.coli*, se encuentran por encima de los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua de la categoría 1 A1 y el Reglamento de Agua para Consumo Humano (RACH) para la captación, reservorio y red de distribución.

3. El valor del Índice de Calidad de Agua en los muestreos realizados en junio y noviembre para la quebrada Nueva Esperanza es malo y para el mes de junio es regular.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar mayores investigaciones sobre metodologías de calidad de agua de acuerdo a las características de las fuentes de agua de tal manera que puedan ajustarse a las condiciones ambientales y de intervención antrópica.
2. Llevar a cabo trabajos de investigación sobre tratamiento de agua potable que permitan una desinfección adecuada teniendo en cuenta las condiciones de los sistemas de abastecimiento.
3. Realizar investigaciones con número de muestreos mayor en periodos más largo de tiempo que permitan comparar la calidad del agua en temporadas de estiaje y lluvia.
4. Identificar actividades que se lleven a cabo en la parte alta de la cuenca de donde nace la quebrada Nueva Esperanza que puede estar generando contaminantes y alterando la calidad del agua.
5. Realizar trabajos articulados con la población del Centro Poblado y el gobierno local para mejora de la infraestructura de abastecimiento de agua que permita el funcionamiento correcto del tratamiento de agua para consumo humano.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, A. (2016). *Calidad del agua para consumo humano en el municipio de Trubaco. Colombia, Bolivar*. 140 p.
- Aguilar, O. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. Tesis Ing. Ambiental*. Abancay, Perú. Universidad Tecnológica de los Andes. 132 p.
- Agüero, R. (2007). *Agua potable para poblaciones rurales. Sistemas de Abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Lima. Perú. 166p.
- ANA. (2011). *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. [En línea]: Autoridad Nacional del Agua (<https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/plan-nacional-de-recursos-hidricos>, 15 de Set. 2020).
- ANA. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua (ICA), aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. [En línea]: Autoridad Nacional del Agua (<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/metodologia-para-la-determinacion-del-indice-de-calidad-de-agua-ica-pe-aplicado-los>, 10 de mar. 2021).
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía*. 10 ed. México: International Thomson Editores. 1091 p.
- APHA. (1989). *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 17ava Ed.
- Atencio, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y region Pasco*. Tesis Ing. Ambiental. Cerro de Pasco, Perú. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 142 p.
- Aurazo, M. (2004). *Manual para Análisis Básicos de Agua de Bebida, Organización Panamericana de la Salud*. Capítulo 4, Toma de Muestras.
- Aurazo, M. (2015). *Aspectos biológicos de la calidad del agua*. [En línea]: SSWM (https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPIS-OPS%202004.%20Tratamiento%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.%20Cap%C3%ADtulo%202.pdf, 21 de Ene. 2022).

- Bracho, I. (2017). *Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. Minería y Geología*. 33(3):341-352.
- Cabrera, E. . (2003). *Determinación de nitratos y nitritos en agua: Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar*. *Revista de la Sociedad Química de México*. 47(1), 88-92.
- Caho, C., López, E. (2017). *Determinación de Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca – Guaymaral empleando metodologías UWQI y CWQI*. *Producción + Limpia*. 12(2):35-49.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES). (2015). *Calidad del agua*. [En línea]: ONU-DAES (<https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>, 21 de Ene. 2022).
- DIGESA. (2008). *Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”*. Dirección General de Salud Ambiental. Lima, Perú.
- DIGESA. (2010). *Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, ANEXO II y ANEXO III*. Dirección General de Salud Ambiental. Lima, Perú.
- DIGESA. (2011). *Resolución Ministerial N° 156-2010/MINSA “Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental*. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud”. Lima, Perú.
- Elorza, H., & Medina, J. (1999). *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*. 2 ed. México: Oxford University. 769 p.
- Fuentes, F. (2007). *Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora, México*. *Rev Salud Publica Nutr*. 8(3):1-13.
- González, T. (2013). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la Población del Corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití, Departamento de Bolívar*. Bogotá Colombia.

- Inca, M. (2018). *Percepción de la calidad y acceso del consumo de agua segura en familias de la red de Tamburco – Abancay*. Tesis para optar el grado de Mtro en Gestión Pública. Universidad César Vallejo. 93 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Determinación de Escherichia colia y coliformes totales en agua por método de filtración por membrana en agar chromocult*. [En línea]: IDEAM (<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174#:~:text=La%20presencia%20de%20Escherichia%20coli,se%20considera%20como%20indicador%20universal.,> 21 Ene. 2022).
- IPROGA. (2015). *La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en Perú*. [En línea]: Instituto de Promoción para la Gestión del Agua (<https://www.iproga.org.pe/articulos/huella.html>, 02 de Oct. 2020).
- Jacobo, S. (2013). *Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias*. Huánuco, Perú. 204 p.
- Jiménez, K. (2018). *Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del Atlántico Colombiano*. Tesis para optar el título de Ing.Civil. Universidad Católica de Colombia.
- Ley de Recursos Hídricos N°29338. [En línea]: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>
- Ministerio de Agricultura (MIDAGRI). (2019). *Dotación de agua en el Perú*. [En línea]: <https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/329-uso-y-manejo-deagua>
- Madrigal, H. (2020). *¿Qué pensamos del agua? Percepción de la población sobre la situación actual del recurso hídrico en Costa Rica: un indicador sobre el conocimiento y la gestión del agua*. *Uniciencia*, 34(1), 152-188
- Martínez, A., et al. (2004). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Editorial Crative Commons. Barcelona, España. 64 p.
- MINSA. (2017). *Vigilancia sanitaria de la Unidades Ejecutoras de Salud*. [En línea]: Ministerio de Salud, (<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3981.pdf>, 03 de Oct. 2020).

- Olivas, E. (2011). *Indicadores fecales y patógenos en agua descargada al Río Bravo*. Terra Latinoamericana. 29(4):449-457.
- OMS. (2006). *Guía para la Calidad del Agua Potable*. [En línea]: Organización Mundial de la Salud (https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf, 16 de Set. 2020).
- OMS. (2021). *Medición del cloro residual en el agua*. [En línea]: Organización Mundial de la Salud (<http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>)
- ONU. (2015). *Agua y desarrollo sostenible*. Consultado el 21 de mar. 2019. [En línea]: Organización de las Naciones Unidas (https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml, 26 de Jun. 2020).
- Pérez, E. (2016). *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica*. Tecnología en Marca. 29:(3)3-14.
- Pullés, R. (2014). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua potable en Cuba*. Revista CENIC. 45(1):25-36.
- Ramos, L. (2008). *Análisis de la contaminación microbiológica (Coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano*. Acta biol. Colomb. 13(3)87-98.
- Rios, S. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 35(2):236-247.
- SENAMHI. (2022). *Condiciones de tiempo*. Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú. [En línea]: SENAMHI, (http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi.Artículo, 10 Oct. 2020).
- Simón, P. (2017). *Recuento e identificación de huevos de helmintos en aguas residuales urbanas de la región de Murcia*. Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia (ESAMUR).
- Soto, A. (2014). *La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada, Cajamarca*.

SUNASS. (2018). *Consumo de agua potable*. Consultado el 28 mar. 2019. [En línea]: Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento (http://www.sunass.gob.pe/doc/NotasPrensa/2018/Enero/np012_2018.pdf, 28 de Jul. 2020).

Unzueta, A. (2019). *Indice de calidad de las quebradas El Aguila y el Piuranito, Tingo María – Huánuco – Perú*. Para optar el grado de Bach. Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 158 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta de la percepción local en la calidad de agua del centro poblado

Nueva Esperanza

1. ¿Tiene el servicio de agua para consumo humano en su vivienda?
 - a. Si tengo
 - b. No tengo
 - c. No responde
 - d. No conoce del tem
2. ¿Qué tiempo al día tiene agua en su vivienda?
 - a. Menos de 3 horas
 - b. Entre 3 y 12 horas
 - c. 24 horas
 - d. No conoce del tema
3. ¿Está satisfecho con la calidad de agua que consume?
 - a. No
 - b. Si
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
4. ¿Conoce si el agua que consume es potable?
 - a. No
 - b. Si
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
5. Si es potable ¿alguién le informó sobre la calidad?
 - a. Municipalidad Distrital de Luyando
 - b. Red de Salud
 - c. JASS de Nueva Esperanza
 - d. Otras instituciones
 - e. No conoce del tema
6. ¿Cuál es el volumen de agua que recibe su vivienda de forma diaria?
 - a. Menos de 100 L diarios
 - b. Más de 100 L diarios
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
7. ¿Realiza algún pago por el servicio de agua?
 - a. No

- b. Si
- c. No responde
- d. No conoce del tema

Anexo 2. Padrón de asociados de la JASS Nueva Esperanza

PADRÓN DE ASOCIADOS

ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO "JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) DEL CC.PP. JASS NUEVA ESPERANZA"

REGIÓN : HUANUCO

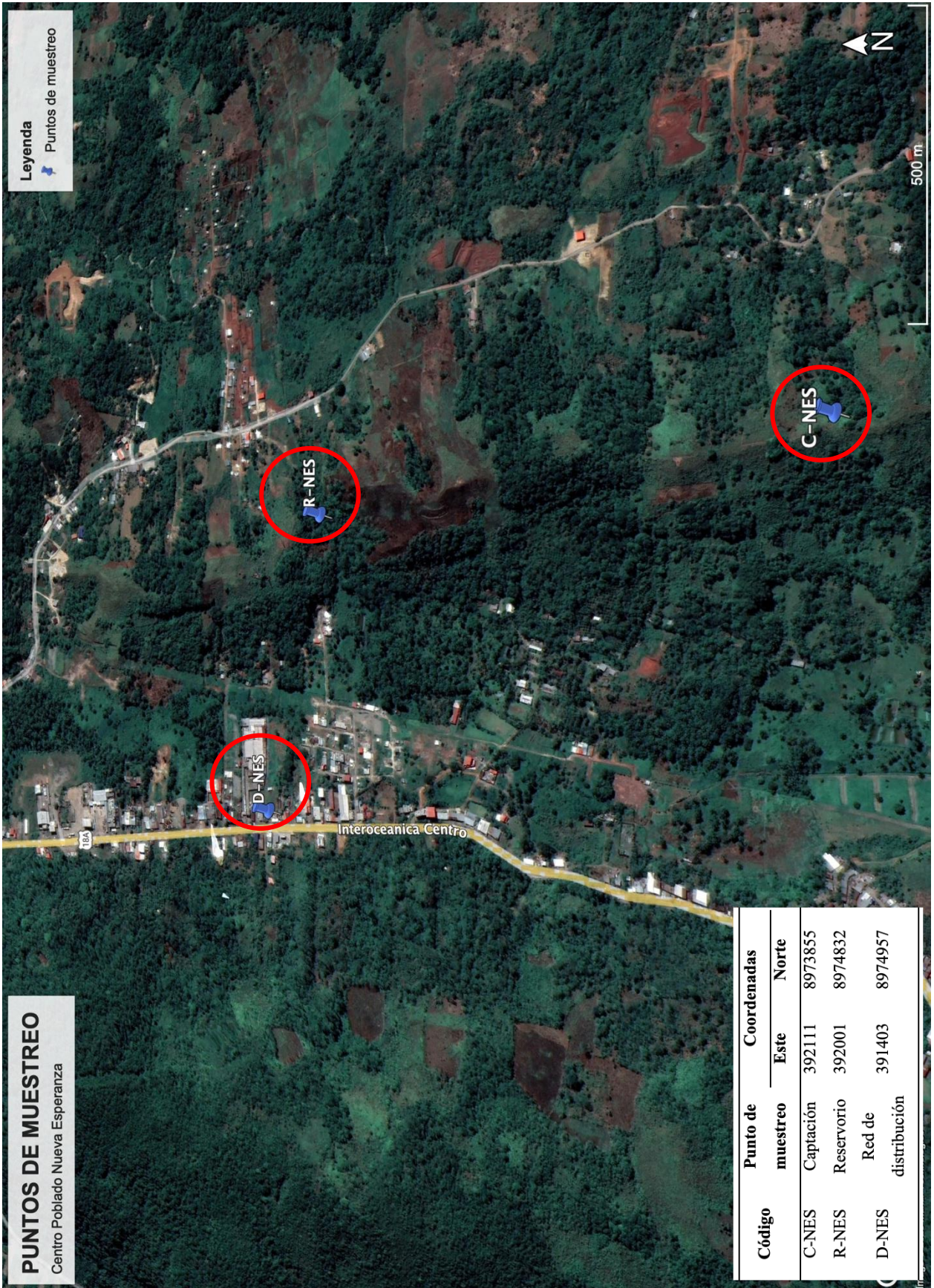
UBIGEO CCPP: 1006050039

PROVINCIA: LEONCIO PRADO, DISTRITO : LUYANDO

CENTRO POBLADO: NUEVA ESPERANZA

N° Vivienda	Nombres y Apellidos (Titular de familia y cónyuge)	DNI	N° Miembros		
			H	M	Total
1	Haydee Aguirre Barrera	22947106	2	1	3
2	Dionicio Aquino Atavillos	22963471	2	5	7
3	Ezequiel Aquino Atavillos	22990373	2	2	4
4	Marlit Cardenas Angulo	22999625	3	3	6
5	Joniti Chaves Guerra	42735019	1	2	3
6	Arnoll Hipolito Sanches	22940163	2	2	4
7	David Hipolito Sanches	22989026	1	1	2
8	Elias Hipolito Sanches	23003168	3	2	5
9	Ercilia Hipolito Sanches	22405509	1	2	3
10	Cristina Hipolito Suarez	40488449	1	2	3
11	Irma Carpio Iglecias	10053658	0	1	1
12	Lidia Antonia Figueroa Campos	23016452	1	3	4
13	Hermelinda Juancho Ramirez	10285425	2	1	3
14	Antonio Juancho Ramirez	40488449	2	5	7
15	Mateo Alejandro Maguiña Carrion	31627830	2	2	4
16	Juan Carlos Miraval Fernades	OO106273	0	1	1
17	Francisco Noreña Soria	40442644	3	3	6
18	Alejandro Pimentel Solis	22973193	5	6	11
19	Juana Ramires Gonzales	22989112	1	3	4
20	Carmen Hilda Rojas Veltran	23020822	2	3	5
21	Vilma Villanueva Valentin	40498059	1	4	5
22	Ema Limaynuta Lorenzo	22640695	3	2	5
23	Carmen Sanches Barrera	41372041	3	4	7
24	Juana Rivera Bravo	22996837	2	3	5
25	Norma Gusman Terry	22992981	2	2	4
26	Berna Toques Rengifo	22989861	4	6	10
27	Eucario Fidencio Pinedo Laveriano	22865959	1	0	1
28	Enrique Rivera Bravo	23016463	3	2	5
29	Adolfo Marino Osorio Alarcon	43192280	3	3	6
30	Cristina Celia Hipolito Suarez	43007736	1	2	3
31	Jose Luis Martines	22990165	3	2	5

Fuente: Municipalidad Distrital de Luyando (2022)





CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión 06
FE 11/2019
Página 5 de 6

Cliente: Masibel Pequena Cabañero
Lugar: Nueva Esperanza - Ayando - Píado - Hco. Empresa: 2022-08-VH-26-J
Contacto: — **E-mail:** kevin33192@gmail.com **Telef(s):** 944908438
Planta: — **Proyecto:** T-5.5

MUESTREO			PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO										MUESTREO POR CLIENTE			
PUNTO DE MUESTREO ó CODIGO DEL CLIENTE	FECHA	HORA	TIPO DE MATRIZ	Observaciones	Temperatura	pH	Conductividad	Turbidez	Color	Clorofila	Sólidos Totales	Sólidos Suspensos Totales	Sólidos Suspensos Fijos	Sólidos Volátiles	Demanda Química de Oxígeno	Demanda Biológica de Oxígeno	Cod. Lab.	Datos Adicionales
R-NE5	2022/08/21	15:59	Agua de uso y consumo H														20081840	
E-NE5	2022/08/21	16:42	Agua residual														20081841	
D-NE5	2022/08/21	17:29	Agua de uso y consumo H														20081842	



Observaciones de Muestreo: _____
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Alester Kevin Gayzáles Soto
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____
Firma(s): _____ **Firma(s):** _____
Recibido en Laboratorio: _____ **Recibido en Laboratorio:** _____
Día/Hora: _____ **Día/Hora:** 15:00

Anexo 5. Informes de monitoreo proporcionado por el laboratorio acreditado



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 163027-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Natural subterránea	Agua de Uso y Consumo Humano	Agua de Uso y Consumo Humano
Matriz analizada	Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de muestreo	2022-06-04	2022-06-04	2022-06-04
Hora de inicio de muestreo (h)	10:45	11:38	12:20
Coordenadas UTM WGS 84 18L	0392111E	0392001E	0391403E
	8974855N	8974832N	8974957N
Altitud (msnm)	709	697	672
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Descripción del punto de muestreo	Captación del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Conexión domiciliar del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza
Código del Cliente	C-NES	R-NES	D-NES
Código del Laboratorio	22060578	22060579	22060580
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayo	Unidades	Resultados	
pH (medición en campo)	Unid. pH	7,70	7,60 7,50
Cloro residual / libre (medición en campo)	Cl ₂ mg/L	<0,1	<0,1 0,25
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2,09	<2,09 <2,09
Conductividad	µS/cm	15,5	15,3 11,8
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5	13,7 <5
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	10,8	11,2 9,33
Turbiedad	NTU	<0,40	0,65 1,3
Cianuro Total	mg/L	<0,005	<0,005 <0,005
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	6,28	5,35 4,93
Fluoruros (F ⁻)	F mg/L	<0,10	<0,10 <0,10
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	0,085	0,295 0,062
Nitritos	NO ₂ ⁻ - N mg/L	<0,003	<0,003 <0,003
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	<1,50	<1,50 <1,50
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	140 x 10 ¹	23 23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	130	16 16
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	79	9,2 12
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	19000	3600 1600

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado PCA, incubación 35°C/48 ± 3 h

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

17025



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 163027 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua de uso y consumo humano	Agua de uso y consumo humano
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano
Fecha de muestreo	2022-06-04	2022-06-04
Hora de inicio del muestreo (h)	11:38	12:20
Coordenadas UTM WGS 84	0392001E 8974832N	0391403E 8974957N
Altitud (msnm)	697	672
Condiciones de la muestra	Preservada	Preservada
	Volumen de muestra: 8 L	Volumen de muestra: 8 L
Descripción del punto de muestreo	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Conexión domiciliar del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza
Código del Cliente	R-NES	D-NES
Código del Laboratorio	22060579	22060580
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	1
PROTOZOARIOS	Org./L	27
COPEPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	9
NEMATODOS	Org./L	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		36

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:

- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Producto declarado	Agua natural subterránea
Matriz analizada	Agua natural
Fecha de muestreo	2022-06-04
Hora de inicio del muestreo (h)	10:45
Coordenadas UTM WGS 84	0392111E 8974855N
Altitud (msnm)	709
Condiciones de la muestra	Preservada
	Volumen de muestra: L; Zooplancton: 7 L Fitoplancton: 1
Descripción del punto de muestreo	Captación del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza
Código del Cliente	C-NES
Código del Laboratorio	22060578
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)	
Ensayo de Organismos de Vida Libre	
GRUPO	Unidad
FTOPLANCTON	Org./L
ZOOPLANCTON	Org./L
NEMATODOS	Org./L
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)	

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua Natural según:

- Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM; Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

- RM N° 235-2019-MINAM.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 15 de Junio del 2022.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 164929-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para uso y consumo humano	Agua Natural subterránea	Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2022-08-21	2022-08-21	2022-08-21	
Hora de inicio de muestreo (h)	15:59	16:42	17:29	
Coordenadas UTM-WGS 84 18L	0392001E 8974832N	0392111E 8974855N	0391403E 8974957N	
Altitud (msnm)	697	709	672	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	
Descripción del punto de muestreo	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Captación del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Conexión domiciliar del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	
Código del Cliente	R-NES	C-NES	D-NES	
Código del Laboratorio	22081840	22081841	22081842	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)				
Ensayo	Unidades	Resultados		
Cloro residual / libre (medición en campo)	Cl ₂ mg/L	<0.1	<0.1	<0.1
pH (medición en campo)	Unid. pH	7.70	6.70	7.50
Cianuro Total	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09	<2.09	<2.09
Conductividad	µS/cm	16.40	17.40	15.30
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	5,4	<5	<5
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	6.85	7.21	5.41
Fluoruros (F ⁻)	F ⁻ mg/L	<0.10	<0.10	<0.10
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	0.057	0.090	0.055
Nitritos	NO ₂ ⁻ - N mg/L	<0.003	<0.003	<0.003
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	<1.50	<1.50	<1.50
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	13.5	13.0	12.7
Turbiedad	NTU	3.70	0.80	0.75
Numeración Coliformes Totales	NMP/100mL	>23	23	>23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	23	7.8	23
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	16	4.5	16
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación ⁽⁴⁾	ufc/mL	6800	7700	770

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado PCA, incubación 35°C/48 ± 3 h



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 164929 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua para uso y consumo humano		Agua para uso y consumo humano
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de muestreo	2022-08-21		2022-08-21
Hora de inicio del muestreo (h)	15:59		17:29
Coordenadas UTM WGS 84	0392001E 8974832N		0391403E 8974957N
Altitud (msnm)	697		672
Descripción del punto de muestreo	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza		Conexión domiciliar del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza
Condiciones de la muestra	Preservada		Preservada
Código del Cliente	R-NES		D-NES
Código del Laboratorio	22081840		22081842
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)			
Ensayo de Organismos de Vida Libre			
GRUPO	Unidad	Resultados	Resultados
ALGAS	Org./L	2010	<1
PROTOZOARIOS	Org./L	241	<1
COPEPODOS	Org./L	<1	<1
ROTIFEROS	Org./L	<1	14
NEMATODOS	Org./L	39	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		2290	14

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

17025

control


SAG

 LABORATORIO DE ENSAYO
 ACREDITADO POR EL ORGANISMO
 INTERNATIONAL ACCREDITATION
 SERVICE, INC. - IAS
 CON REGISTRO TL - 951

 LABORATORIO DE ENSAYO
 ACREDITADO POR EL
 ORGANISMO DE
 ACREDITACIÓN INACAL-DA
 CON REGISTRO N° LE - 047


INFORME DE ENSAYO N° 164929 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua Natural subterránea		
Matriz analizada	Agua natural		
Fecha de muestreo	2022-08-21		
Hora de inicio del muestreo (h)	16:42		
Coordenadas UTM WGS 84	0392111E		
Altitud (msnm)	8974855N		
Descripción del punto de muestreo	709		
	Captación del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza Preservada		
Condiciones de la muestra	Volumen de muestra:	L; Zooplácton: 7 L	Fitoplancton: 1
Código del Cliente	C-NES		
Código del Laboratorio	22081841		
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACA-DA (SEDE LIMA 2)			
Ensayo de Organismos de Vida Libre			
GRUPO	Unidad	Resultados	
FITOPLANCTON	Org./L	<1	
ZOOPLANCTON	Org./L	14	
NEMATODOS	Org./L	<1	
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		14	

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua Natural según:
 - Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM; Estandares de Calidad Ambiental (ECA).
 - RM N° 235-2019-MINAM.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 04 de Octubre del 2022.

17025



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 167626-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Natural	Agua de Uso y Consumo Humano	Agua de Uso y Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2022-11-25	2022-11-25	2022-11-25	
Hora de inicio de muestreo (h)	08:49	10:02	10:50	
Coordenadas UTM WGS 84 18L	392111 E	392001 E	391403 E	
	6974655 N	6974832 N	6974957 N	
Altitud (msnm)	709	697	672	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	
Descripción del punto de muestreo	Captación del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Conexión domiciliar de sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	
Código del Cliente	C-NES	%-NES	D-NES	
Código del Laboratorio	22112501	22112502	22112503	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)				
Ensayo	Unidades	Resultados		
pH (medición en campo)	Unid: pH	7.81	7.83	7.81
Cloro residual / libre (medición en campo)	Cl ₂ mg/L	<0.1	1.38	2.20
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09	<2.09	<2.09
Conductividad	µS/cm	11.1	17.9	20.9
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5	<5	<5
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	12.0	14.5	17.5
Turbiedad	NTU	0.90	2.30	5.50
Cianuro Total	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	6.09	9.29	10.33
Fluoruros (F ⁻)	F mg/L	<0.10	<0.10	0.30
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	0.034	0.061	0.103
Nitritos	NO ₂ ⁻ - N mg/L	<0.003	<0.003	<0.003
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	<1.50	<1.50	<1.50
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	110	<1.1	<1.1
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	79	<1.1	<1.1
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	49	<1.1	<1.1
Recuento de Bacterias Heterotróficas por Incorporación ⁽⁴⁾	ufc/mL	3700	<1	<1

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado PCA, incubación 35°C/48 ± 3 h

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

1702.5

Fruto contenido

Altitud

Superficie construida



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167626 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua de uso y consumo humano	Agua de uso y consumo humano
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano
Fecha de muestreo	2022-11-25	2022-11-25
Hora de inicio del muestreo (h)	10:02	10:50
Coordenadas UTM WGS 84	392001 E 8974832 N	391403 E 8974957 N
Altitud (msnm)	697	672
Condiciones de la muestra	Preservada	Preservada
Descripción del punto de muestreo	Reservorio del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza	Conexión domiciliar del sistema de agua potable de la localidad de Nueva Esperanza
Código del Cliente	R-NES	D-NES
Código del Laboratorio	22112502	22112503
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	<1
PROTOZOARIOS	Org./L	100
COPEPODOS	Org./L	10
ROTIFEROS	Org./L	38
NEMATODOS	Org./L	71
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		219
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
FITOPLANCTON	Org./L	1931
ZOOPLANCTON	Org./L	883
NEMATODOS	Org./L	427
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		3241

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua Natural según:
- Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM; Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- RM N° 235-2019-MINAM.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 19 de Diciembre del 2022.

Certificado



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

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, departamento de Lima.
Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

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

Fecha de Renovación: 25 de marzo de 2021
Fecha de Vencimiento: 24 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:44:02
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0135-2021-INACAL
Contrato N° : N° 012-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-047

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

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

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Anexo 7. Panel fotográfico**Figura 43.** Preparación de reactivos para la toma de muestra**Figura 44.** Lectura de parámetros in situ



Figura 45. Extracción de muestras de la captación



Figura 46. Toma de muestras del reservorio



Figura 47. Toma de muestra en un punto de la red de distribución



Figura 48. Muestras listas con sus preservantes para el traslado al laboratorio



Figura 49. Muestras para trasladar a la ciudad de Lima para el análisis correspondiente



Figura 50. Recorrido de la zona para la toma de muestras



Figura 51. Medición de parámetros in situ



Figura 52. Encuesta a la población



Figura 53. Encuesta a la población

Anexo 7. Encuesta aplicada a la población

ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN LOCAL EN LA CALIDAD DE AGUA DEL
CENTRO POBLADO NUEVA ESPERANZAFecha: 15/04/22Sexo: M F

1. ¿Tiene el servicio de agua para consumo humano en su vivienda?
 - a. Si tengo
 - b. No tengo
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
2. ¿Qué tiempo al día tiene agua en su vivienda?
 - a. Menos de 3 horas
 - b. Más de 3 horas
 - c. Todo el día
 - d. No conoce del tema
3. ¿Está satisfecho con la calidad de agua que consume?
 - a. No
 - b. Si
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
4. ¿Conoce si el agua que consume es potable?
 - a. No
 - b. Si
5. Si es potable ¿alguien le informó sobre la calidad?
 - a. Municipalidad Distrital de Luyando
 - b. Red de Salud
 - c. JASS de Nueva Esperanza
 - d. Otras instituciones
 - e. No conoce del tema
6. ¿Cuál es el volumen de agua que recibe su vivienda de forma diaria?
 - a. Menos de 100 L diarios
 - b. Más de 100 L diarios
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema
7. ¿Realiza algún pago por el servicio de agua?
 - a. No
 - b. Si
 - c. No responde
 - d. No conoce del tema

Anexo 8. Métodos utilizados para el análisis fisicoquímico

Parámetro	Unidad de medida	Método
Color	UCV	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120C, 23rd Ed,2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
Turbiedad	UNT	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130B, 23rd Ed,2017. Turbidity. Nephelometric Method.
pH (medición en campo)	Unid. pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed,2017. pH value. Electrometric Method.
Conductividad	µmho/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510B, 23rd Ed,2017. Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos totales disueltos (TDS)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540B, 23rd Ed,2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried al 180°C.
Cloruros	mg Cl / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed,2017. Chloride. Argentometric Method.
Sulfatos	mg SO ₄ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed,2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Dureza (dureza total)	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed,2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
Cloro residual libre	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed,2017. Validado (modificado) 2019. Determinación de Cloro Libre (Cloro Residual).
Nitratos	mg NO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 23rd Ed,2017. Nitrogen

Parámetro	Unidad de medida	Método
Nitritos	mg NO ₂ /L	(Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B, 23rd Ed,2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.

Fuente: APHA (1989)

Anexo 9. Métodos utilizados para el análisis microbiológico

Parámetro	Unidad de medida	Método
Bacteriológicos		
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed,2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Totales	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed,2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G (ítem 2), 23rd Ed,2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other <i>Escherichia coli</i> Procedures (PROPOSED).
Bacterias heterotróficas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 D, 23rd Ed,2017. Heterotrophic Plate Count. Membrane Filter Method.
Organismos de vida libre	Nº de org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2 a, c.1./ Part 10200G, 23rd Ed,2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Parasitológico		
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos	Nº de org/L	SAG-160930 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparasitos en aguas residuales. CEPIS 1993 (Validado). Identificación y/o cuantificación de formas parasitarias en aguas (cuantitativo y cualitativo).

Fuente: APHA (1989)

Anexo 10. Comparación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la ECA-A1

Parámetro	Unidad de medida	ECA A1
Microbiológicos		
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100mL	20
Coliformes Totales	NMP/100mL	50
Bacterias heterotróficas	UFC/mL	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	0
Organismos de vida libre	Nº de org/L	0
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº de org/L	0
Fisicoquímicos		
Color	UCV	15
Turbiedad	NTU	5
pH	Unid. pH	6.5 - 8.5
Conductividad	µS/cm	1500
Sólidos totales disueltos (TDS)	mg/L	1000
Cloruros	mgCl/L	250
Sulfatos	mgSO ₄ /L	250
Dureza (Dureza total)	mg CaCO ₃ /L	500
Cloro Residual Libre	mg/L	-
Nitratos	mgNO ₃ /L	50
Nitritos	mgNO ₂ /L	3

Fuente: Estándar de Calidad Ambiental Agua – A1 (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM)

Anexo 11. Comparación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (RACH)

Parámetro	Unidad de medida	Reglamento de calidad de agua para consumo humano (RACH)
Microbiológicos		
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100mL	1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8
Bacterias heterotróficas	UFC/mL	500
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL	1.8
Organismos de vida libre	N° de org/L	0
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° de org/L	0
Fisicoquímicos		
Color	UCV	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Unid. pH	8.5
Conductividad	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos (TDS)	mg/L	1000
Cloruros	mg Cl/L	250
Sulfatos	mg SO ₄ /L	250
Dureza (Dureza total)	mg CaCO ₃ / L	500
Cloro Residual Libre	mg / L	5
Nitratos	mg NO ₃ / L	50
Nitritos	mg NO ₂ / L	3

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA)