

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Tesis de Grado

**EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE CONTROL MINIMO SEGÚN LA
NORMA BOLIVIANA 512 EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
EUREKA DEL MUNICIPIO DE COBIJA PARA CONSUMO HUMANO**

Elaborada por: Ana Carolina Vaca Mendez

Tutor: M.Sc. Juan Carlos Surco Almendras

COBIJA-PANDO-BOLIVIA

2025

Dedicatoria

A mi padre, el cual es mi ejemplo a seguir, con el que estoy agradecida por permitirme realizar un sueño más y el apoyo en cada etapa de mi vida, lo que soy, es gracias a él; y a mis hermanas, por ser un pilar fundamental de impulso con el amor que me han brindado.

Agradecimientos

En primer lugar, doy gracias a Dios, por bendecir y guiar mi camino.

A mi padre, por su cariño y apoyo incondicional durante toda mi vida e incentivarme a ser una mejor persona día a día.

A mis hermanas, que son y serán mis compañeras, las cuales me brindan amor y comprensión.

A mis docentes, ya que me han dado las herramientas necesarias para obtener el conocimiento, el cual me servirá para desenvolverme en el campo profesional.

A mi tutor el M.Sc. Juan Carlos Surco Almendras por guiarme durante el transcurso de la elaboración del trabajo de investigación con su capacidad y conocimiento científico.

Al Ing. José Antonio Chávez Torrico, por asesorarme y brindarme la oportunidad de realizar el trabajo de investigación en la Empresa “EPSA Cobija”.

A la empresa “EPSA Cobija” por abrirme las puertas y permitir poner en práctica el conocimiento adquirido a lo largo del proceso de aprendizaje.

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, perteneciente a la Empresa Prestadora de Servicios de Agua (EPSA) del municipio de Cobija, con el propósito de evaluar los parámetros mínimos de control de calidad del agua potable, de acuerdo con los requisitos de la Norma Boliviana NB 512, durante los meses de julio y agosto de 2025, mediante el muestreo en tres puntos estratégicos del sistema: Punto 1 (Arroyo Bahía), correspondiente al agua cruda de la fuente; Punto 2, que representa el tanque de almacenamiento previo al bombeo; y Punto 3, correspondiente a las bombas de distribución de agua tratada.

Los parámetros analizados fueron pH, conductividad, turbidez, cloro libre residual, Coliformes totales y E. coli, comparándose los resultados con los límites permisibles establecidos por la NB 512, a fin de evaluar la eficiencia del proceso de potabilización y la calidad final del agua distribuida.

Los resultados mostraron que el Punto 1 presentó altos valores de turbidez y presencia de Coliformes totales, evidenciando contaminación microbiológica y la necesidad de un tratamiento efectivo. En cambio, los Puntos 2 y 3 mostraron una reducción significativa de la turbidez y la ausencia de E. coli, demostrando la efectividad del proceso de desinfección. El pH y la conductividad permanecieron dentro de los valores normativos, indicando un buen control fisicoquímico del tratamiento. El análisis estadístico evidenció que el coeficiente de variación (CV) fue alto en el Punto 1 (>20%), reflejando baja precisión, mientras que los Puntos 2 y 3 presentaron mayor estabilidad y homogeneidad en sus resultados.

En general, la investigación confirma que la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka cumple con los parámetros de calidad establecidos por la NB 512 en los puntos finales de distribución, garantizando un agua apta para el consumo humano. Sin embargo, se recomienda fortalecer el control operativo del cloro libre residual, realizar mantenimientos preventivos en la red de distribución e incrementar la frecuencia de monitoreo, para asegurar una desinfección constante y efectiva.

Este estudio contribuye al fortalecimiento del control de calidad del agua en la EPSA Cobija, promoviendo una gestión eficiente del recurso hídrico y la protección de la salud pública, en concordancia con la NB 512 y la Ley N.º 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

Abstract

This research was conducted at the Eureka Drinking Water Treatment Plant, belonging to the Water Services Provider Company (EPSA) of the municipality of Cobija, with the purpose of evaluating the minimum quality control parameters for drinking water, in accordance with the requirements of Bolivian Standard NB 512, during the months of July and August 2025. Sampling was carried out at three strategic points in the system: Point 1 (Bahía Stream), corresponding to the raw water source; Point 2, representing the storage tank prior to pumping; and Point 3, corresponding to the treated water distribution pumps.

The parameters analyzed were pH, conductivity, turbidity, residual free chlorine, total Coliforms, and E. coli. The results were compared with the permissible limits established by NB 512 in order to evaluate the efficiency of the water treatment process and the final quality of the distributed water.

The results showed that Point 1 exhibited high turbidity levels and the presence of total Coliforms, indicating microbiological contamination and the need for effective treatment. In contrast, Points 2 and 3 showed a significant reduction in turbidity and the absence of E. coli, demonstrating the effectiveness of the disinfection process. pH and conductivity remained within regulatory values, indicating good physicochemical control of the treatment. Statistical analysis revealed a high coefficient of variation (CV) at Point 1 (>20%), reflecting low precision, while Points 2 and 3 showed greater stability and homogeneity in their results.

Overall, the investigation confirms that the Eureka Drinking Water Treatment Plant meets the quality parameters established by NB 512 at the final distribution points, guaranteeing water suitable for human consumption. However, it is recommended to strengthen operational control of residual free chlorine, perform preventive maintenance on the distribution network, and increase the frequency of monitoring to ensure constant and effective disinfection.

This study contributes to strengthening water quality control at EPSA Cobija, promoting efficient water resource management and the protection of public health, in accordance with NB 512 and Law No. 2066 on Drinking Water and Sanitary Sewerage Services.

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
ABREVIATURAS Y NOMENCLATURAS.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. OBJETIVO	9
4.1. Objetivo General.....	9
4.2. Objetivos Específicos	9
5. HIPÓTESIS.....	10
5.1. Hipótesis Nula.....	10
5.2. Hipótesis Alternativa	10
6. MARCO TEÓRICO	11
6.1. Agua.....	11
6.2. Agua de Consumo Humano	11
6.3. Agua Potable	11
6.4. Agua no Potable	11
6.5. Calidad del Agua	12
6.6. Contaminación del Agua	12
6.7. Causas de la Contaminación Hídrica.....	12
6.7.1. Origen Agrícola - Ganadero.....	12
6.7.2. Origen Industrial.....	12
6.7.3. Origen Doméstico	13
6.8. Consecuencias de la Contaminación del Agua	13
6.9. Efectos de la Contaminación del Agua en la Salud.....	13
6.10. Microorganismos Indicadores de la Calidad del Agua	14
6.11. Coliformes.....	14
6.12. Coliformes Totales.....	14
6.13. Escherichia Coli.....	15
6.14. Parámetro	15
6.14.1. Parámetros de Control Mínimo.....	15
6.15. Fuentes de Abastecimiento de Agua	17
6.16. Sistema de Agua Potable.....	17
6.17. Planta Potabilizadora de Agua.....	17
6.18. Vigilancia de la Calidad del Agua.....	18
6.19. Análisis Microbiológico	19
6.20. Muestra de Agua	19
6.21. Muestreo	19
6.22. Punto de Muestreo	19
6.23. Temperatura	19
6.24. pH.....	20
6.25. Turbidez	20
6.26. Conductividad.....	20
6.27. Cloro Libre Residual	21
6.28. Usuario o Consumidor.....	21
6.29. Marco Legal	21
6.29.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia	21
6.29.2. Ley Nº 1333 del Medio Ambiente	22
6.29.3. Norma Boliviana NB 496 Agua potable Toma de Muestras	22

6.29.4. Reglamento Nacional NB 512 - Reglamento Nacional Para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.....	22
7. MATERIALES Y METODOS	24
7.1. Tipo de investigación.....	24
7.2. Ubicación	24
7.3. Materiales y equipos.....	26
7.4. Metodología	27
7.5. Fase de planificación.....	30
7.6. Fase de recolección de datos y muestras	30
7.7. Fase de análisis de laboratorio	31
7.7.1. Determinación de pH	31
7.7.2. Determinación de Turbidez.....	31
7.7.3. Determinación de Conductividad.....	31
7.7.4. Determinación de Cloro Libre Residual.....	32
7.7.5. Determinación de Coliformes Totales y E. coli	32
7.8. Análisis estadístico	32
7.8.1. Precisión.....	33
7.8.1.2. Coeficiente de variación.....	34
7.8.2. Exactitud.....	35
8. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.....	36
8.1. Resultados e interpretación de los análisis estadísticos	64
9. CONCLUSIONES	98
10. RECOMENDACIONES:.....	100
11. BIBLIOGRAFÍA	101
12. ANEXOS	107
12.1. Anexo 1 fotografías del proceso de muestreo y análisis de laboratorio	107
12.2. Anexo 2 planilla de muestreo de resultados del laboratorio.....	113
12.3. Anexo 3 formulario de muestreo	114
12.4. Anexo 4 planillas de muestreo de resultados del laboratorio escaneadas	115
12.5. Anexo 5 formularios de muestreo escaneados	130

Índice de Tablas

Tabla 1 Parámetros de Control Mínimo	16
Tabla 2 Materiales, Equipos y Reactivos para realizar el Control Mínimo	26
Tabla 3 Cronograma de toma de muestras en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka de los meses de julio y agosto	29
Tabla 4 Estimación de la Precisión (Coeficiente de Variación)	34
Tabla 5 Resultados de las muestras analizadas de E. coli en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) el mes de julio del 2025	36
Tabla 6 Resultados de las muestras analizadas de E. coli en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	38
Tabla 7 Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100ml en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	40
Tabla 8 Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	42
Tabla 9 Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	44
Tabla 10 Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	46
Tabla 11 Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	48
Tabla 12 Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	50
Tabla 13 Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	52
Tabla 14 Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	54
Tabla 15 Resultados del Cloro Libre Residual mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	56
Tabla 16 Resultados del Cloro Libre Residual mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	58
Tabla 17 Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en $^{\circ}\text{C}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) el mes de julio del 2025	60

Tabla 18 Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en °C en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025.....	62
Tabla 19 Resultados de los análisis estadísticos de E. coli en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	65
Tabla 20 Resultados de los análisis estadísticos de E. coli en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025.....	67
Tabla 21 Resultados de los análisis estadísticos de C. totales en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	69
Tabla 22 Resultados de los análisis estadísticos de C. totales en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025.....	72
Tabla 23 Resultados de los análisis estadísticos del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025.....	74
Tabla 24 Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	77
Tabla 25 Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en µs/cm en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	80
Tabla 26 Resultados del análisis estadístico de la Conductividad en µs/cm en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025.....	83
Tabla 27 Resultados de los análisis estadístico de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	86
Tabla 28 Resultados del análisis estadístico de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025.....	89
Tabla 29 Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025	92
Tabla 30 Resultados de los análisis estadísticos del Cloro Libre Residual en mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025	95

Índice de Figuras

Figura 1 Croquis de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka con los puntos de muestreo	18
Figura 2 Puntos de Muestreo en la Planta de Tratamiento de Agua Potable ..	25
Figura 3 Resultados del parámetro E. coli del mes de julio del 2025	37
Figura 4 Resultados del parámetro E. coli del mes de agosto del 2025	39
Figura 5 Resultados del parámetro C. totales del mes de julio del 2025	41
Figura 6 Resultados del parámetro C. totales del mes de agosto del 2025 ...	43
Figura 7 Resultados del parámetro pH del mes de julio del 2025.....	45
Figura 8 Resultados del parámetro pH del mes de agosto del 2025	47
Figura 9 Resultados del parámetro Conductividad del mes de julio del 2025 .	49
Figura 10 Resultados del parámetro Conductividad del mes de agosto del 2025	51
Figura 11 Resultados del parámetro Turbidez del mes de julio del 2025	53
Figura 12 Resultados del parámetro Turbidez del mes de agosto del 2025....	55
Figura 13 Resultados del parámetro Cloro Libre Residual del mes de julio del 2025	57
Figura 14 Resultados del parámetro Cloro Libre Residual del mes de agosto del 2025	59
Figura 15 Resultados del parámetro Temperatura del mes de julio del 2025	61
Figura 16 Resultados del parámetro Temperatura del mes de agosto del 2025	63
Figura 17 Toma de Muestras del Punto 3.....	107
Figura 18 Toma de Muestras del Punto 3.....	107
Figura 19 Lectura del pH	107
Figura 20 Lectura de la Conductividad.....	108
Figura 21 Lectura de la Turbidez.....	108
Figura 22 Lectura de la Conductividad.....	109
Figura 23 Lectura del pH	109

Figura 24 Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico .	109
Figura 25 Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico .	110
Figura 26 Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico .	110
Figura 27 Lectura de los Análisis Microbiológicos	111
Figura 28 Lectura de los Análisis Microbiológicos	111
Figura 29 Lectura de Muestra de Agua del Punto 1	112
Figura 30 Lectura de Muestra de Agua del Punto 1	112
Figura 31 Lectura de Muestra de Agua del Punto 2	112
Figura 32 Lectura de Muestra de Agua del Punto 3	112
Figura 33 Lectura de las Muestras de Agua del Punto 1 y 3.....	112
Figura 34 Planilla de muestreo	113
Figura 35 Formulario de muestreo utilizado para el registro de datos en campo	114

ABREVIATURAS Y NOMENCLATURAS

CV: Coeficiente de variación

CPE: Constitución Política del Estado

DPD: Dietil Parafenilendiamina

EPSA: Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

NB: Norma Boliviana

NB 496: Norma Boliviana 496 Agua potable Toma de Muestras

NB 512: Norma Boliviana 512 AGUA POTABLE – Requisitos

PET: Polietileno Tereftalato

pH: Potencial de Hidrógeno

Pt: Punto

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

Punto 1: Toma de Agua (Arroyo Bahía)

Punto 2: Tanque de Almacenamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka

Punto 3: Salida de las Bombas de Agua (Red de Distribución) de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka

SEDES: Servicio Departamental de Salud

Ley 2066: Ley de Prestación y Utilización de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo de las comunidades, siendo indispensable para la salud pública, la producción de alimentos y las actividades domésticas. Sin embargo, la disponibilidad de agua en condiciones seguras y aptas para el consumo humano continúa siendo un desafío en diversas regiones del país. La calidad del agua destinada al consumo humano constituye un aspecto fundamental en la gestión de los servicios básicos, ya que su contaminación puede generar efectos adversos en la salud de la población, afectando directamente la calidad de vida y el bienestar social (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022; Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2018).

En este contexto, la Empresa Prestadora de Servicios de Agua (EPSA) del municipio de Cobija desempeña un papel crucial, al ser la responsable de captar, tratar y distribuir el agua potable a la población. De acuerdo con lo establecido en el Artículo 21 de la Ley N.º 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, las EPSA están obligadas a garantizar la calidad de los servicios que reciben los usuarios, siendo responsables del control de la calidad del agua suministrada. Asimismo, la Norma Boliviana NB 512, establece los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mínimos que debe cumplir el agua para considerarse apta para el consumo humano en el territorio nacional (Ley N.º 2066, 2000; Norma Boliviana NB 512, 2016).

Es por ello que resulta necesario realizar estudios periódicos de evaluación y control de la calidad del agua potable, con el fin de verificar la eficacia de los procesos de tratamiento implementados por la EPSA, así como la conformidad de los resultados con los estándares normativos establecidos. Estos estudios permiten identificar posibles desviaciones en el proceso, asegurar la protección de la salud pública y fortalecer la gestión técnica y operativa del servicio de abastecimiento (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022; Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2018; Norma Boliviana NB 512, 2016).

La presente investigación se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, perteneciente a la EPSA Cobija, la cual capta el agua cruda del Arroyo Bahía y la somete a diferentes etapas de potabilización antes de su distribución a la población. Para ello, se seleccionaron tres puntos estratégicos de muestreo:

Punto 1: Toma de agua (fuente superficial – Arroyo Bahía).

Punto 2: Tanque de almacenamiento, donde el agua es retenida antes del bombeo.

Punto 3: Salida de las bombas de distribución, correspondientes al inicio de la red de distribución de agua potable tratada.

En estos puntos se evaluaron los parámetros de control mínimo de calidad exigidos por la NB 512, incluyendo pH, conductividad, turbidez, cloro libre residual, C. totales y E. coli, durante los meses de julio y agosto de 2025. El análisis estadístico y comparativo de estos parámetros permitió valorar la eficiencia del proceso de potabilización, así como la seguridad sanitaria del agua distribuida a la población.

El estudio cobra especial relevancia al considerar que la contaminación microbiológica y los cambios en las características fisicoquímicas del agua pueden alterar su potabilidad y representar un riesgo potencial para la salud pública. Evaluar estos parámetros conforme a la NB 512 garantiza no solo el cumplimiento normativo, sino también la confianza de los usuarios en la calidad del servicio que brinda la EPSA..

En consecuencia, esta tesis tiene como propósito evaluar la calidad del agua potable producida y distribuida por la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, verificando la conformidad de los resultados con la normativa vigente, identificando posibles deficiencias y proponiendo recomendaciones orientadas a mejorar los procesos de control, tratamiento y monitoreo de la calidad del agua. De esta manera, se busca contribuir al fortalecimiento

técnico y operativo de la EPSA Cobija, en su compromiso con la salud y bienestar de la población.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ciudadanos de la ciudad de Cobija consideran que el agua distribuida por la EPSA no es de buena calidad, y por este motivo sólo utilizan la misma para bañarse, lavar sus utensilios, ropa, etc., pero no para consumo humano. Las familias que deciden utilizar el agua para consumo humano proveniente de la EPSA, previamente la hierven, lo que implica un gasto extra en su presupuesto, las demás optan consumir agua de vertientes naturales o por comprar agua embotellada, ya que perciben que es más segura y esto ayuda a disminuir las probabilidades de contraer fiebre tifoidea o enfermedades diarreicas, las cuales son muy comunes por consumir agua con una mala calidad (Marín, Forno, & Franco, 2010).

El servicio departamental de salud (SEDES-PANDO) señala que las enfermedades diarreicas agudas y la fiebre tifoidea están entre los principales casos de mortandad hospitalaria del municipio de Cobija, además que de igual manera se tiene incidencia de cólera, hepatitis, problemas dérmicos (del cuero cabelludo) y oculares como conjuntivitis (Herencia, F, 2008).

De acuerdo a los antecedentes de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados al agua de la cual la EPSA realiza el tratamiento de desinfección, esta posee un elevado contenido de turbidez, contaminación bacteriológica, además de que el pH tiende a estar al límite inferior de lo normado. Los factores que ocasionan que el agua se encuentre en este estado son el elevado contenido de partículas en suspensión, que se conforman de una gran cantidad de materia orgánica viva y en descomposición, la descarga de residuos sólidos y líquidos como los lixiviados (BID, 2013). Por ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué estado se encuentra el agua tratada por la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Eureka de la EPSA Cobija?

3. JUSTIFICACIÓN

Es necesario realizar un estudio el cual nos indique la calidad del agua potable de la empresa "EPSA" ya que es la encargada de suministrar el agua a los ciudadanos de la ciudad de Cobija y de acuerdo a lo que señala el Artículo 21 de la Ley N° 2066, "las EPSAS, están obligadas a garantizar la calidad de los servicios que reciben los usuarios". "Las EPSA son las responsables del control de la calidad del agua suministrada" de acuerdo con la NB 512. Son de mucha importancia estos estudios ya que existe la posibilidad de que el agua distribuida contenga microorganismos que pudieran alterar su calidad y no sea apta para el consumo humano para esto contamos con diferentes normativas las cuales tienen un estándar de calidad establecido.

Es de vital importancia tener acceso al agua segura, ya que esto juega un papel crucial en la salud de los consumidores. El acceso a agua de mala calidad no solo afecta directamente la salud pública, sino que también genera un impacto social y económico considerable. Desde el punto de vista social, enfermedades transmitidas por el agua contaminada pueden reducir la calidad de vida de las personas, provocar ausentismo escolar y laboral, y aumentar la carga sobre el sistema de salud. Económicamente, esto se traduce en mayores gastos médicos, pérdida de productividad y limitaciones en el desarrollo económico local. Por tanto, garantizar el acceso al agua segura contribuye a la equidad social, al bienestar colectivo y al desarrollo sostenible de la comunidad.

Cuando los análisis del agua son apropiadamente realizados, a intervalos regulares adecuados y por personas con el debido conocimiento para detectar problemas y sugerir soluciones técnicas, el consumo de agua de buena calidad está garantizado. A través de la presente investigación se brindarán los resultados obtenidos en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, para evidenciar si los parámetros del Control Mínimo pH, Conductividad, Turbidez, Cloro Libre Residual están dentro de lo que estipula la NB 512 y si

existe contaminación a causa de Coliformes totales, y E. coli, para que así se tomen las medidas correspondientes, garantizando la inocuidad del agua.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar los parámetros de control mínimo según la NB 512 en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka del municipio de Cobija para consumo humano, ya que la población que dispone del servicio de Agua Potable, no confían en la calidad de la misma, y con este trabajo se evaluará que tan efectivo es el tratamiento que se le realiza al agua para consumo humano.

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo General

- Evaluar los parámetros de control mínimo de calidad de agua, según la Norma Boliviana 512 (pH, conductividad, turbidez, cloro libre residual, E. coli y Coliformes totales) en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka del municipio de Cobija para consumo humano.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar la presencia o ausencia de E. coli y Coliformes totales en la Toma de Agua (Arroyo Bahía), en el Tanque de Almacenamiento y en la Salida de las Bombas de Agua (Red de Distribución) de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, en base a la NB 512.
- Determinar el pH, conductividad, turbidez, Cloro Libre Residual en la Toma de Agua (Arroyo Bahía), en el Tanque de Almacenamiento y en la Salida de las Bombas de Agua (Red de Distribución) de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka en base a la NB 512.
- Comparar e interpretar los resultados obtenidos de los análisis realizados en la Toma de Agua (Arroyo Bahía), el Tanque de Almacenamiento, y en la Salida de las Bombas de Agua (Red de Distribución) de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, están dentro de los límites permisibles establecidos por la NB 512.

5. HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis Nula

El tratamiento que realiza la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka del municipio de Cobija no es adecuado, ya que el pH, la conductividad, la turbidez, el cloro libre residual no se encuentran dentro de los límites permisibles según la NB 512, y hay evidencia de E. coli, y Coliformes totales, por ello, el agua no es apta para consumo humano.

5.2. Hipótesis Alternativa

El tratamiento que realiza la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka del municipio de Cobija es adecuado, ya que el pH, la conductividad, la turbidez, el cloro libre residual se encuentran dentro de los límites permisibles según la NB 512, y no hay evidencia de E. coli, y Coliformes totales, por ello, el agua es apta para consumo humano.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Agua

El agua es un recurso natural muy importante en la Tierra, ya que existe de muchas maneras. Es vital para la vida, la economía y el cuidado del medio ambiente. En todo el mundo, se piensa que el agua es algo que todos deben tener y que se debe usar de forma responsable (OMS, 2019).

El agua es una sustancia incolora, inodora e insípida, cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, por esta razón se presenta como H₂O (FUNCAGUA , 2020).

6.2. Agua de Consumo Humano

El agua de consumo humano, es la que no causa ningún peligro representativo para la salud de quienes la consumen con el paso del tiempo, considerando las distintas amenazas que se pueden presentar en las diversas fases de la vida (Organización Mundial de la Salud, 2018).

6.3. Agua Potable

Según el Reglamento Nacional NB 512 (2018) manifiesta que el agua potable es aquella “agua que, por sus características organolépticas, físico-químicas, radiológicas y microbiológicas es considerada apta para consumo humano y que cumple con lo establecido en la NB 512”.

6.4. Agua no Potable

El agua no potable, es aquella que no es apta para el consumo, ya que, no está regulada según las respectivas normativas, pudiendo presentar elevadas cantidades de nitritos arsénicos o fosfatos, de igual manera hospedar virus, bacterias, componentes

radiactivos, sedimentos en suspensión, elementos orgánicos o productos tóxicos, siendo nociva para la salud (Pérez Porto & Merino, 2017).

6.5. Calidad del Agua

Este término hace referencia para detallar el estado en el que se encuentra el agua, indicando sus propiedades químicas, físicas y biológicas, esto dependiendo al uso que se le quiera dar (Diersing, 2009).

6.6. Contaminación del Agua

Se define como la presencia de sustancias ajenas al recurso hídrico, como ser químicas o de otra naturaleza, en una cantidad mayor a la correspondiente en una situación natural, de manera que no posea los requisitos para el uso que se le hubiera otorgado en su estado innato (Fundación Ecolec , 2021).

6.7. Causas de la Contaminación Hídrica

6.7.1. Origen Agrícola - Ganadero

Esto se produce a causa del riego de los cultivos y otras actividades de limpieza ganadera, las que pueden contribuir al agua cantidades sustanciosas estiércol y orines, en otras palabras, grandes cantidades de materia orgánica, nutrientes y microorganismos (iAgua, 2021).

6.7.2. Origen Industrial

La mayor parte de las industrias necesitan de enormes cantidades de agua limpia en sus etapas de producción, y sustancias tóxicas como ácidos, metales pesados, sales y restos de materiales en descomposición son desechadas al final del proceso, las que son arrojadas a ríos mares u otras fuentes de agua existentes (Nuestraesfera , 2014).

6.7.3. Origen Doméstico

La contaminación del agua por origen doméstico, procede de las actividades humanas, como el vertido de materia orgánica (restos de comida, heces), aceites, detergentes y jabones, básicamente en residuos humanos, los cuales llegan a las redes del alcantarillado a través de descargas hidráulicas proveniente de la infraestructura (Mara, 1976).

6.8. Consecuencias de la Contaminación del Agua

La contaminación del recurso hídrico, tiene efectos negativos para el medio ambiente y la salud del planeta. Algunos de los problemas de mayor consideración de los distintos tipos de contaminación en el agua son: el exterminio de la biodiversidad, la contaminación de la cadena alimentaria por transmisión tóxica a los alimentos y la carencia del agua potable (Fundación Aquae, s/f).

6.9. Efectos de la Contaminación del Agua en la Salud

La contaminación del agua representa un gran problema de salud Pública. Los mecanismos de transmisión de las enfermedades pueden ser:

- **Directo:** por consumo de agua contaminada, extraída de fuentes que abastecen poblaciones extensas o pozos contaminados. De igual manera, pudiendo ser por contacto cutáneo o mucoso (con actividades recreativas, contacto ocupacional o inclusive médico) siendo capaz de ocasionar infecciones locales en piel lesionada o infecciones sistémicas.
- **Indirecto:** el agua opera como vehículo de infecciones, de igual manera puede transmitirse por medio de alimentos con algún agente contaminante por el riego de aguas residuales. De igual manera, los crustáceos acumulan cantidades elevadas de poliovirus, y al ser ingeridos, impactan de forma negativa al ser humano.

Finalmente, ciertos insectos que se reproducen en el agua, son vehículos de transmisión de enfermedades como la malaria o la fiebre amarilla. La vulnerabilidad de las personas a estas infecciones depende de distintos elementos como son: la edad, aseo personal, acidez gástrica, motilidad gastrointestinal y la inmunidad (Echarri, 1998).

6.10. Microorganismos Indicadores de la Calidad del Agua

La verificación de la calidad microbiológica del agua, usualmente se basa en el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal y regularmente se elige *Escherichia coli* o, alternativamente, Coliformes termotolerantes (Organización Mundial de la Salud , 2011).

Los principales microorganismos utilizados como indicadores de la calidad del agua son: Coliformes Totales, Termotolerantes y *Escherichia coli* (Paredes, 2014).

6.11. Coliformes

Los coliformes son una familia de bacterias que normalmente suelen estar en el suelo, en las plantas, en el tracto intestinal de animales de sangre caliente y seres humanos. Estas bacterias tienen ciertas características bioquímicas en común y tienen importancia como indicadores de contaminación en los alimentos o el en agua (Paredes, 2014).

6.12. Coliformes Totales

Son bacterias que tienen forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos Gram negativos, su característica principal es que fermenta la lactosa con formación de gases al cabo de 24-48 horas a una temperatura de 35° a 37°C, se encuentra conformado por los

siguientes géneros principales: Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella y Escherichia, este último, diferenciándose por ser resistente a temperaturas de 44° a 46° (Chiluiza, 2015).

6.13. Escherichia Coli

Son bacterias pertenecientes al grupo de los Coliformes totales, anaerobias facultativas con forma de bacilos, Gram negativas, capaces de soportar temperaturas elevadas de 44° a 46°, se encuentran en el tracto intestinal de los seres humanos y animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, las cuales son expulsadas en las heces fecales, siendo un indicador de contaminación fecal (Chiluiza, 2015).

6.14. Parámetro

“Nombre del elemento o compuesto a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.71).

6.14.1. Parámetros de Control Mínimo

De acuerdo a la Normativa Boliviana 512 (2018) señala “Los parámetros de control mínimo son aquellos que permiten caracterizar y evaluar la calidad del agua, dando una referencia inicial de su aptitud para consumo humano; se pueden determinar en campo con equipos portátiles”. En la Tabla N° 1 podemos observar los requisitos necesarios para cumplir con el control:

Tabla 1 Parámetros de Control Mínimo

Nº	Parámetro	Valor máximo aceptable	Observaciones
1	pH ⁽¹⁾	6,5 a 9,0	Un valor de 9,5 de pH es aceptado sólo para aguas que provienen de sistemas de potabilización y siempre y cuando se cumpla con el rango del Índice Langelier. El laboratorio deberá registrar y reportar el valor de la temperatura a la cual se realizó la medición de pH.
2	Conductividad	1500,0 µS/cm ⁽²⁾	El laboratorio deberá registrar y reportar el valor de la temperatura a la cual se realizó la medición de conductividad.
3	Turbiedad	5 UNT	UNT = unidades nefelométricas de turbiedad
4	Cloro libre residual ⁽³⁾⁽⁵⁾	0,2 mg/L a 1,5 mg/L	Medido en el punto de muestreo.
5	Coliformes termotolerantes ⁽⁴⁾	<1 UFC/100 mL	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de membrana filtrante.
		<2 NMP/100 mL	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de tubos múltiples.
6	<i>Escherichia coli</i> ⁽⁴⁾	<1 UFC/100 mL	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de membrana filtrante.
		<2 NMP/100 mL	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de tubos múltiples.

Fuente: Normativa Boliviana 512, 2018

Los parámetros microbiológicos establecidos en esta categoría se realizan para determinar el riesgo de contaminación fecal en el agua.

- (1) Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua.
- (2) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua.
- (3) Para situaciones de emergencias y desastres el valor mínimo se ajustará a 0,5 mg/L en el punto terminal de la red de distribución.
- (4) Para el cumplimiento del Control Mínimo, es suficiente realizar uno de estos dos ensayos, ya que ambos identifican la presencia de bacterias.

- (5) El uso de cualquier desinfectante diferente a un generador de cloro activo debe ser autorizado por el ente normador (VAPSB) en base a estudios técnicos realizados en entidades de investigación.

6.15. Fuentes de Abastecimiento de Agua

“Depósitos o cursos naturales de agua, superficiales o subterráneos” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.69).

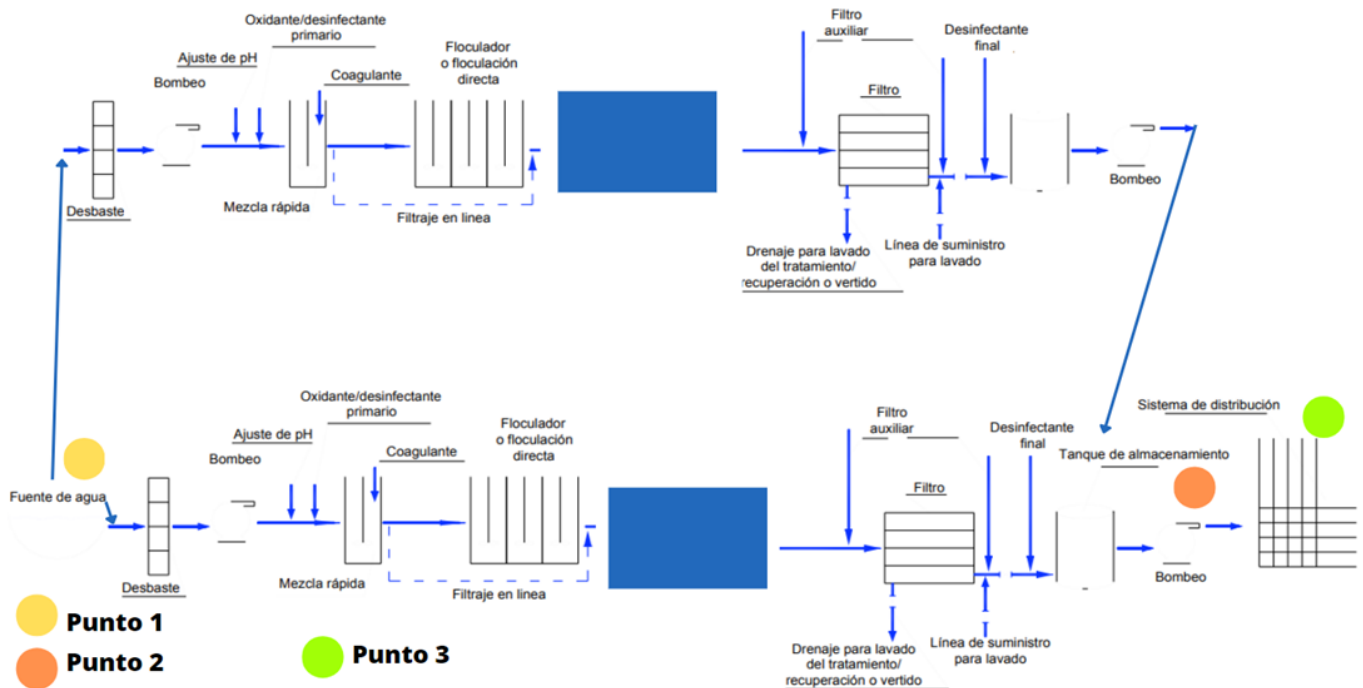
6.16. Sistema de Agua Potable

“Conjunto de estructuras, equipos, accesorios e instalaciones que tienen por objeto transformar la calidad del agua y transportarla desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo en condiciones adecuadas de calidad” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.73).

6.17. Planta Potabilizadora de Agua

“Conjunto de obras civiles, instalaciones y equipos convenientemente dispuestos para llevar a cabo procesos y operaciones unitarias que permitan obtener aguas de calidad aptas para consumo y uso humano” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.72). En la figura 1 se pueden observar los puntos establecidos en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka de la ciudad de Cobija para realizar la toma de muestras del presente trabajo de investigación.

Figura 1
Croquis de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka con los puntos de muestreo



Fuente: Elaborado en base al “REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO PARA PLANTAS POTABILIZADORAS DE AGUA”.

6.18. Vigilancia de la Calidad del Agua

Proceso continuo y sistemático de información, análisis, interpretación y difusión de la información relacionada con la identificación, notificación, medición, determinación de causas de enfermedades y prevención de muertes vinculadas con la calidad de agua de consumo humano, con el propósito de formular estrategias de promoción y prevención adecuadas (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.74).

6.19. Análisis Microbiológico

“Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características microbiológicas del agua” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.65).

6.20. Muestra de Agua

“Alícuota representativa de un volumen de agua que conserva sus propiedades y características” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.70).

6.21. Muestreo

“Acción que consiste en coleccionar un volumen considerado como representativo, para examinar y evaluar las diversas características definidas con un procedimiento dado” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.71).

6.22. Punto de Muestreo

“Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior análisis físico-químico, microbiológico y/o radiológico” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.72).

6.23. Temperatura

“Magnitud física que refleja la intensidad del calor de la materia” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.73).

6.24. pH

El pH es un parámetro que indica la concentración de iones hidronio en el agua. Esta medición se lleva a cabo utilizando un pHmetro, que incluye un electrodo de vidrio capaz de generar una corriente eléctrica proporcional a la cantidad de protones en la solución. Esta corriente se mide en un galvanómetro y puede convertirse fácilmente en unidades de pH mediante diversos métodos de calibración. La calibración se realiza de manera potenciométrica, utilizando un electrodo indicador de vidrio junto con un electrodo de referencia, que a menudo pueden estar integrados en un solo dispositivo, empleando patrones trazables. El pH indica la intensidad de las características ácidas o básicas del agua (Rodríguez Sanchez & Tunarozza Bustamante, 2018).

6.25. Turbidez

La turbidez es una característica óptica resultante de la dispersión y absorción de la luz, que puede ser reemitida y no transmitida al atravesar el agua que contiene pequeñas partículas en suspensión. Esta propiedad puede ser provocada por la presencia de fango, arcillas, sílice y azufre, así como por escorrentías superficiales que transportan materia orgánica y mineral en suspensión (Rodríguez Sanchez & Tunarozza Bustamante, 2018).

6.26. Conductividad

La conductividad del agua es un indicador de su capacidad para conducir electricidad, lo cual está relacionado con la cantidad de iones que contiene. Este parámetro es crucial para evaluar la calidad del agua, ya que una conductividad más alta sugiere una mayor concentración de sólidos disueltos, como sales y minerales, que pueden afectar tanto la salud de los ecosistemas acuáticos como la potabilidad del agua.

La conductividad se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y puede fluctuar según factores como la temperatura, la presencia de contaminantes y la

composición química del agua. Un incremento en la conductividad puede señalar contaminación por productos químicos, residuos industriales o escorrentías agrícolas (APHA , 2017).

6.27. Cloro Libre Residual

“Cantidad de cloro libre, no combinado, presente en el agua potable después de la desinfección en forma de ácido hipocloroso o ion hipoclorito que debe asegurar la inocuidad del agua” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.67).

6.28. Usuario o Consumidor

“Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que recibe el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario o ambas” (Norma Boliviana NB 495 Agua Potable Definiciones y Terminología, 2016, p.74).

6.29. Marco Legal

6.29.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

“El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad” (CPE, 2009, art. 373, p.98).

El Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos (CPE, 2009, art. 374).

6.29.2. Ley N° 1333 del Medio Ambiente

Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad (LEY No. 1333 LEY DEL MEDIO AMBIENTE, 1992, art. 36).

6.29.3. Norma Boliviana NB 496 Agua potable Toma de Muestras

La determinación de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, es esencial para el control de la calidad y permite garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano (Norma Boliviana NB 496 Agua potable Toma de muestras, 2016).

6.29.4. Reglamento Nacional NB 512 - Reglamento Nacional Para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Tiene por objeto, reglamentar a la NB 512 “ Agua Potable – Requisitos”, Quinta Revisión, en cuanto se refiere a la calidad física, química, microbiológica, organoléptica y radiológica del agua destinada al consumo humano, para resguardar la salud de los consumidores, las que deben cumplir las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA) y todos los actores institucionales, en el

marco de sus competencias a nivel nacional (Reglamento Nacional NB 512 - REGLAMENTO NACIONAL para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2018).

Así mismo, este Reglamento establece los distintos parámetros para tener la calidad adecuada del agua, ya que, indica que el control de la calidad de este recurso, inicia en la prevención, aplicando distintas acciones de protección de fuentes, inspecciones sanitarias, correcta operación del sistema de agua, mantenimiento y limpieza, con la finalidad de evitar riesgos de contaminación, garantizando la inocuidad del agua, de esta manera contribuir a la protección de la población de posibles enfermedades de origen hídrico.

7. MATERIALES Y METODOS

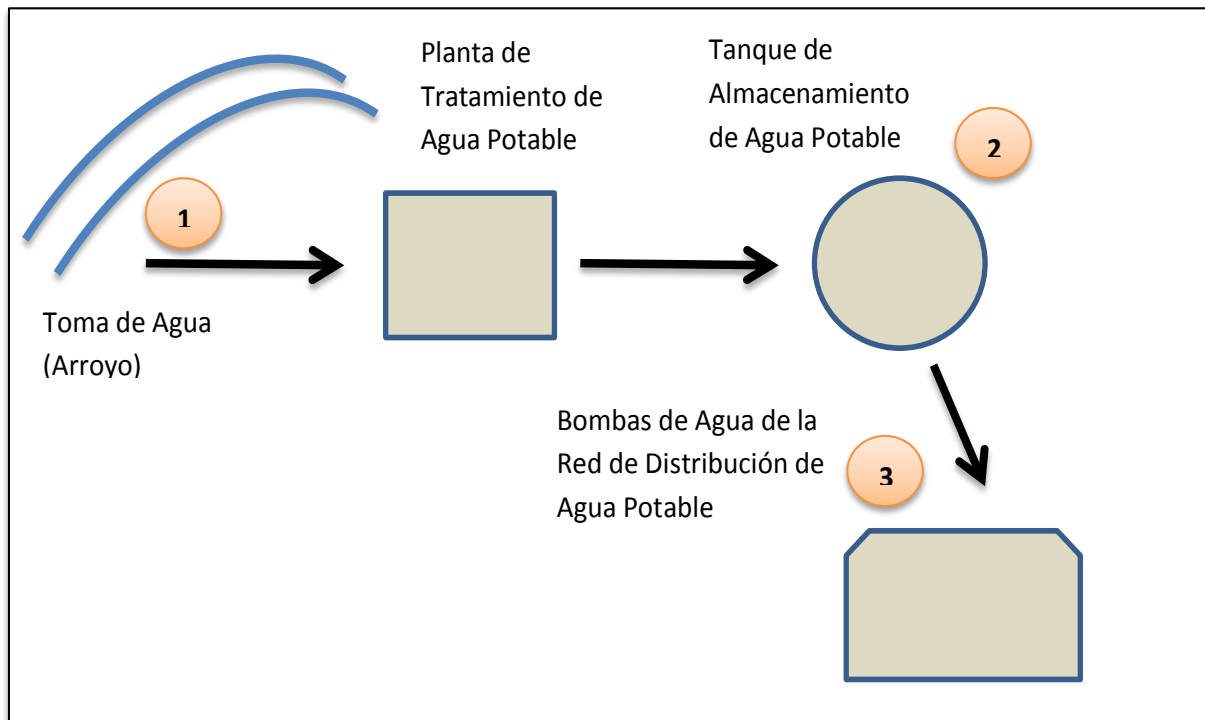
7.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, ya que al realizar el análisis de las muestras y determinar los valores de cloro libre residual, pH, turbidez, conductividad, y la existencia o inexistencia de E. coli y Coliformes totales, se conoció si el proceso de desinfección que se realiza en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka es eficiente o no, en cuanto a lo que estipula la NB 512 para garantizar la calidad de agua potable.

7.2. Ubicación

El presente trabajo se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Agua Potable “Eureka” de la ciudad de Cobija, de la empresa EPSA, en la zona Eureka, con las coordenadas de 525469.8777E, 8778318.967 N 19L, donde se tomaron muestras de agua según los puntos (ver figura 1), para monitorear el estado del agua, los cuales fueron: Toma de Agua (Arroyo Bahía), Tanque de Almacenamiento y la Salida de las Bombas de Agua (Red de distribución), según se observa en la fig. 2. Como se detalla a continuación:

Figura 2
Puntos de Muestreo en la Planta de Tratamiento de Agua Potable



Fuente: Elaboración propia 2025

7.3. Materiales y equipos

Para efectuar el estudio del presente trabajo, a continuación se detallarán los materiales, equipos y reactivos que fueron necesarios para realizar el control mínimo en las muestras correspondientes, los cuales se pueden observar en la tabla 2:

Tabla 2 Materiales, Equipos y Reactivos para realizar el Control Mínimo

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Placas Petri • Filtros de membrana (poro de 0.45um) • Botellas PET de dos litros • Bata de laboratorio • Vaso precipitado de 50 ml. • Picetas con agua destilada • Guantes de latex • Barbijo • Zapatos antideslizantes • Conservadora • Pilas • Pinzas planas • Mechero de Bunsen • Encendedor • Papel toalla • Papel higiénico • Planillas de muestreo • Etiquetas • Lapiceros, marcador 	<ul style="list-style-type: none"> • Kit de ensayo con disco comparador de colores • Equipo de filtración de membrana • Bomba de vacío • pH-metro • Conductímetro • GPS • Refrigerador • Termómetro de laboratorio • Incubadora • Estufa 	<ul style="list-style-type: none"> • DPD • Agua desionizada • Solución Buffer Tampón 4.01, 7.00 y 10.01

Fuente: Elaboración propia, 2025

7.4. Metodología

Para el presente estudio, se llevó a cabo la recolección de muestras de agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, perteneciente a la EPSA Cobija, siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

Periodo de muestreo:

La recolección se realizó durante dos meses: Julio y agosto.

Frecuencia de muestreo por punto:

De cada punto de muestreo se tomaron 15 muestras mensuales, distribuidas de la siguiente manera:

- 4 muestras en la primera semana.
- 4 muestras en la segunda semana.
- 4 muestras en la tercera semana.
- 3 muestras en la cuarta semana.

Cantidad total de muestras:

Considerando tres puntos de muestreo en la planta, se obtuvieron:

- 45 muestras por mes (15 por cada uno de los 3 puntos).
- 90 muestras en total al concluir los dos meses de muestreo.

Horario de recolección:

Las muestras se tomaron en las mañanas, a las 8:00 a.m., para mantener uniformidad en las condiciones de muestreo.

Visualización de cronograma:

En la Tabla 3 se detalla la distribución semanal de la recolección de muestras durante los meses de julio y agosto. En la Figura 1, se representa gráficamente el cronograma de muestreo por punto y semana.

Tabla 3 Cronograma de toma de muestras en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka de los meses de julio y agosto

Cronograma de toma de muestras en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka																						
ACTIVIDADES	PUNTOS	MES DE JULIO DEL 2025																				
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					Muestras totales de cada punto
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
Determinación del pH, conductividad, turbidez, Cloro Libre Residual Identificación de la presencia o ausencia de E. coli y Coliformes totales Comparación e interpretación de los resultados obtenidos de los análisis realizados	1, 2,3	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	15
Total																					45	
Cronograma de toma de muestras en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka																						
ACTIVIDADES	PUNTOS	MES DE AGOSTO DEL 2025																				
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					Muestras totales de cada punto
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
Determinación del pH, conductividad, turbidez, Cloro Libre Residual Identificación de la presencia o ausencia de E. coli y Coliformes totales Comparación e interpretación de los resultados obtenidos de los análisis realizados	1, 2,3	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	15
Total																					45	

Fuente: Elaboración propia 2025

Para metodología del muestreo se explicará a continuación las fases de la misma:

7.5. Fase de planificación

Para ello se definió los objetivos de las muestras, los parámetros que se analizaron, los puntos de muestreo y la frecuencia de las mismas. Las que se llevaron a cabo en los meses de julio y agosto de la gestión 2025.

7.6. Fase de recolección de datos y muestras

En la fase de muestreo y recolección de datos correspondientes, la metodología que se empleó se describe a continuación:

1. Frascos debidamente esterilizados, se procedió a obtener las muestras de la Toma de Agua (p1), del Tanque de Almacenamiento (p2), y de las bombas de Agua de la Red de Distribución (p3).
2. Luego se codificó las muestras y se procedió a llenar la respectiva planilla de muestreo con los siguientes datos:
 - a. Código de muestra
 - b. Fecha de muestreo
 - c. Hora de muestreo
 - d. Localidad
 - e. Coordenadas del punto de muestreo
 - f. Dirección del punto de muestreo
 - g. Volumen de la muestra
 - h. Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio
 - i. Tipo de conservación de la muestra
 - j. Entidad
 - k. Observaciones

- I. Responsable del muestreo
3. Una vez que se obtuvieron las muestras, se trasladaron al laboratorio en una conservadora para mantener la temperatura de las mismas.
4. Una vez en el laboratorio, se procedió a realizar el respectivo análisis de ellas.

7.7. Fase de análisis de laboratorio

Los métodos a emplearse para el control mínimo fueron de acuerdo a las Normas Bolivianas que se describen a continuación con los respectivos procedimientos para determinar cada parámetro:

7.7.1. Determinación de pH

Para ello se ha tenido como guía la NB 31001 Agua potable - Determinación de pH (potencial de hidrógeno) - Método electrométrico, este método consiste en introducir un electrodo de vidrio en el agua para medir la fuerza eléctrica que se genera entre el agua y el ácido del electrodo.

7.7.2. Determinación de Turbidez

Para ello se utilizó como guía la NB 514 Agua Potable – Determinación de la Turbiedad, en la que se empleó un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y varios detectores fotoeléctricos.

La calibración del equipo se realizó antes del respectivo análisis de las muestras.

7.7.3. Determinación de Conductividad

Para ello se tuvo de guía la “NB 31011 - Agua Potable - Determinación de la Conductividad”, donde indica que la determinación de la conductividad se realiza midiendo la resistencia eléctrica en un área de solución definida por el diseño de la sonda, se aplica

un voltaje entre los dos electrodos que integran la sonda y que están inmersos en la solución. La caída en voltaje causada por la resistencia de la solución es utilizada para calcular la conductividad por centímetro.

7.7.4. Determinación de Cloro Libre Residual

Se utilizó la NB 31010 - Agua potable - Determinación del cloro libre residual - Método colorimétrico DPD, el método colorimétrico DPD es un procedimiento que permite medir la cantidad de cloro residual en el agua. Se basa en la reacción entre el cloro y el reactivo DPD, que produce un compuesto de color.

7.7.5. Determinación de Coliformes Totales y E. coli

La NB 512 indica que este método determina el número de bacterias por retención, a través de una membrana de celulosa de 0,45 μm de porosidad y adición de un medio de cultivo para el desarrollo, para cuantificación de las colonias típicas o atípicas, para el cual se utilizó la “NB 31003 Agua potable - Identificación y recuento de bacterias Coliformes totales - Método de membrana filtrante” y la “NB 31005 Agua potable - Identificación y recuento de Escherichia coli - Método de membrana filtrante”.

7.8. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva orientada a la precisión y exactitud, utilizando medidas como la media aritmética, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación, se elaboraron tablas de frecuencia y representaciones gráficas, empleando para ello la hoja de cálculo Microsoft Excel.

7.8.1. Precisión

Indica el grado de concordancia entre los resultados obtenidos para réplicas de una misma muestra, aplicando el mismo procedimiento experimental bajo condiciones prefijadas. Usualmente se expresa en términos de la DESVIACIÓN ESTANDAR (s). Otra forma de expresar la precisión es la Desviación Estándar relativa o COEFICIENTE DE VARIACION (Cv). Las medidas más comunes de la precisión son repetibilidad y reproducibilidad. La repetibilidad es una medida de la precisión de datos obtenidos por un solo operador trabajando siempre en las mismas condiciones (equipos, materiales y reactivos). La reproducibilidad es una medida de la precisión de los datos obtenidos entre dos o más analistas y/o laboratorios que utilizan el mismo método y similares condiciones (Skoog et al., 2014).

7.8.1.1. Desviación estándar

Se conoce como un parámetro de calidad de la precisión. La desviación estándar da como resultado un valor numérico que representa el promedio de diferencia que hay entre los datos y la media. Se utiliza la siguiente fórmula.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dónde:

x_i = es el dato que se está analizando

\bar{x} = es la media de los datos

n = es el número de medidas

(Montgomery & Runger, 2014).

7.8.1.2. Coeficiente de variación

Es un parámetro estadístico que indica, en términos porcentuales, la dispersión de una serie de datos respecto al valor medio. El valor del coeficiente de variación (CV) es igual a 0 cuando no existen diferencias entre los puntos, resultando entonces una distribución totalmente homogénea. Se calcula como:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

s= Desviación estándar

\bar{x} = promedio

(Spiegel, Schiller & Srinivasan, 2013).

Para el análisis de las muestras, se consideró una estimación con un coeficiente de variación como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4
Estimación de la Precisión (Coeficiente de Variación)

Estimación de la Precisión (Coeficiente de Variación)
<ul style="list-style-type: none">· Hasta el 7% es precisa· Entre el 8 y el 14%, significa que existe una precisión aceptable· Entre el 15 y el 20% precisión irregular y por lo tanto se debe utilizar con precaución· Mayor del 20% indica que la estimación es poco precisa y por tanto debe utilizarse solo con fines descriptivos.

Fuente: Elaboración propia

7.8.2. Exactitud

Es el grado de aproximación entre el valor obtenido experimentalmente y el valor real o aceptado; normalmente se expresa en términos de error. La exactitud expresada como el porcentaje de error, se calcula:

$$\%E = \frac{(X_p - X_t)}{X_t} 100\%$$

Xt

Dónde:

Xp = Valor promedio obtenido

Xt = Valor teórico (Valor de referencia)

(Skoog et al., 2014).

8. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

En los siguientes gráficos y tablas se pueden observar los resultados de los análisis de los 3 puntos (los que se describen en la figura N° 2) analizados dentro de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka del municipio de Cobija, de los parámetros fisicoquímicos (Cloro Libre Residual, pH, Conductividad, Turbidez) y microbiológicos (Coliformos totales, E. coli).

Tabla 5

Resultados de las muestras analizadas de E. coli en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) el mes de julio del 2025

Resultados de las muestras analizadas de E. coli en UFC/100mL en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	2	0	0
02/07/2025	3	0	0
03/07/2025	1	0	0
04/07/2025	4	0	0
07/07/2025	3	0	0
08/07/2025	7	0	0
09/07/2025	0	0	0
11/07/2025	1	0	0
14/07/2025	6	0	0
15/07/2025	7	0	0
16/07/2025	3	0	0
18/07/2025	3	0	0
21/07/2025	2	0	0
23/07/2025	0	0	0
25/07/2025	2	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

Tabla N° 5 muestra el recuento de E. coli en el mes de julio del 2025, en donde las muestras analizadas en el Punto 1, el valor mínimo es de 0 UFC/mL, mientras que el máximo es de 7 UFC/mL, mientras que en el Punto 2 fue de 0 UFC/mL y en el Punto 3, el recuento fue de 0 UFC/mL, cumpliendo con lo establecido en la NB 512 (tabla N° 1), es decir, presentaron recuentos de <1 UFC/100 mL, ya que este es el valor mínimo y máximo permisible.

Figura 3
Resultados del parámetro E. coli del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 3 se puede observar que en las muestras analizadas en el Punto 1, existe la presencia de E. coli, ya que ellas son obtenidas del arroyo, mientras que en el Punto 2 fue de 0 UFC/mL, al igual que en el Punto 3, se evidenció la ausencia de E. coli, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), que es de <1 UFC/100 mL, siendo apta para consumo humano.

Tabla 6

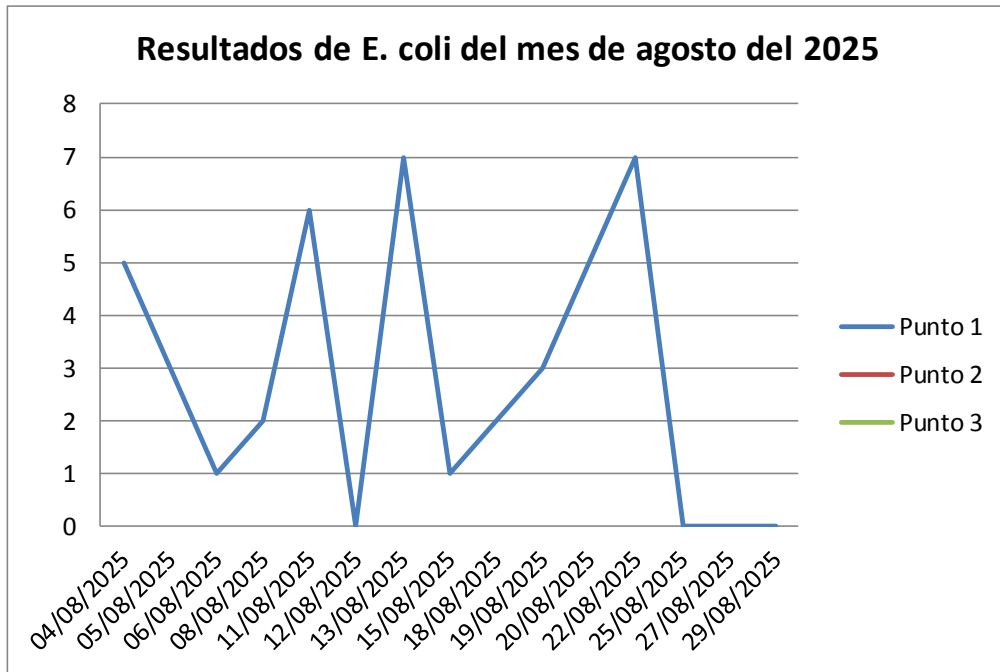
Resultados de las muestras analizadas de *E. coli* en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Resultados de las muestras analizadas de <i>E. coli</i> en UFC/100mL en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	5	0	0
05/08/2025	3	0	0
06/08/2025	1	0	0
08/08/2025	2	0	0
11/08/2025	6	0	0
12/08/2025	0	0	0
13/08/2025	7	0	0
15/08/2025	1	0	0
18/08/2025	2	0	0
19/08/2025	3	0	0
20/08/2025	5	0	0
22/08/2025	7	0	0
25/08/2025	0	0	0
27/08/2025	0	0	0
29/08/2025	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 6 se puede observar los resultados obtenidos de los recuentos de *E. coli* en los distintos Puntos, en el caso del Punto 1, el valor mínimo del recuento de *E. coli* es de 0 UFC/100mL, y el máximo es de 7 UFC/100mL ya que estas son obtenidas del arroyo; mientras que en el Punto 2 fue de 0 UFC/100mL y en el Punto 3 fue de 0 UFC/100mL, por ende se evidenció la inexistencia de *E. coli*, puesto que el agua de estos dos puntos pasa por un proceso de desinfección, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), siendo apta para consumo humano.

Figura 4
Resultados del parámetro E. coli del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 4 se puede evidenciar que en las muestras analizadas en el Punto 1, existe la presencia de E. coli, ya que son obtenidas del arroyo, mientras tanto, en las muestras del Punto 2 fue de 0 UFC/100mL y en el Punto 3 fue de 0 UFC/100mL, por ende se evidenció la ausencia de E. coli, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), siendo apta para consumo humano.

Tabla 7

Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100ml en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

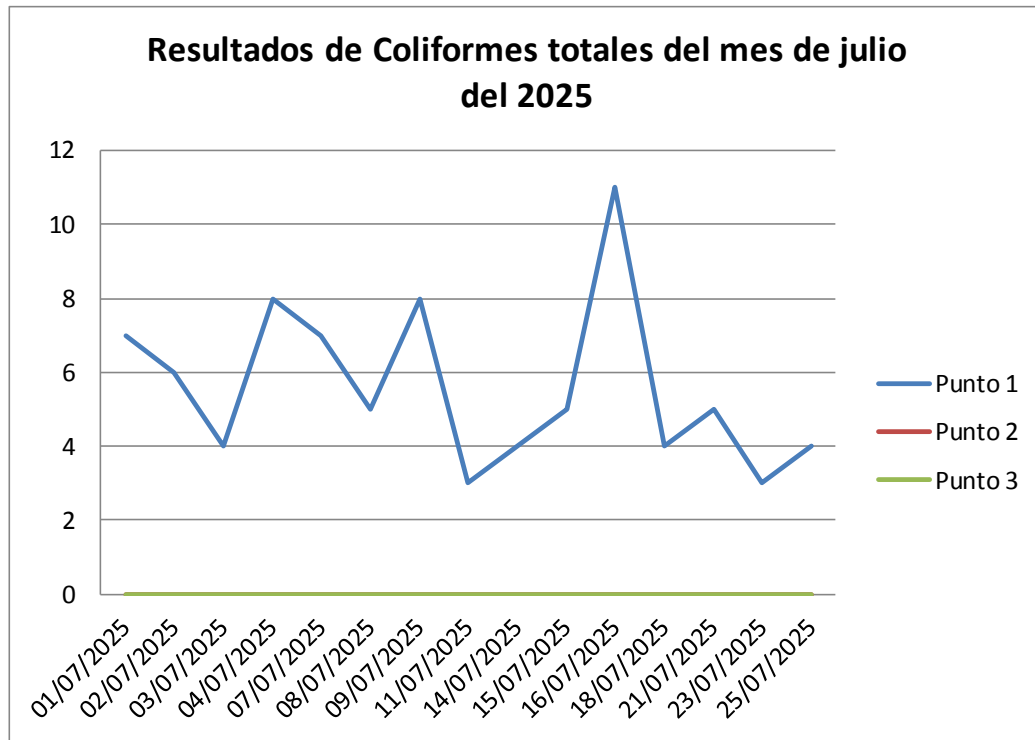
Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100mL en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	7	0	0
02/07/2025	6	0	0
03/07/2025	4	0	0
04/07/2025	8	0	0
07/07/2025	7	0	0
08/07/2025	5	0	0
09/07/2025	8	0	0
11/07/2025	3	0	0
14/07/2025	4	0	0
15/07/2025	5	0	0
16/07/2025	11	0	0
18/07/2025	4	0	0
21/07/2025	5	0	0
23/07/2025	3	0	0
25/07/2025	4	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 7 se puede observar que en las muestras analizadas del Punto 1 existe la presencia de C. totales, ya que ellas son obtenidas del arroyo, mientras que se puede evidenciar que en el Punto 2 se evidenció la ausencia de C. totales y de igual manera en el Punto 3, se evidenció la ausencia de C. totales, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1).

Figura 5

Resultados del parámetro C. totales del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 5 se puede evidenciar que en las muestras analizadas del Punto 1 existe la presencia de C. totales, ya que ellas son obtenidas del arroyo, mientras que en el Punto 2 se evidenció la ausencia de C. totales y de igual manera, en el Punto 3 se evidenció la ausencia de C. totales, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), siendo apta para consumo humano.

Tabla 8

Resultados de las muestras analizadas de *C. totales* en UFC/100mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

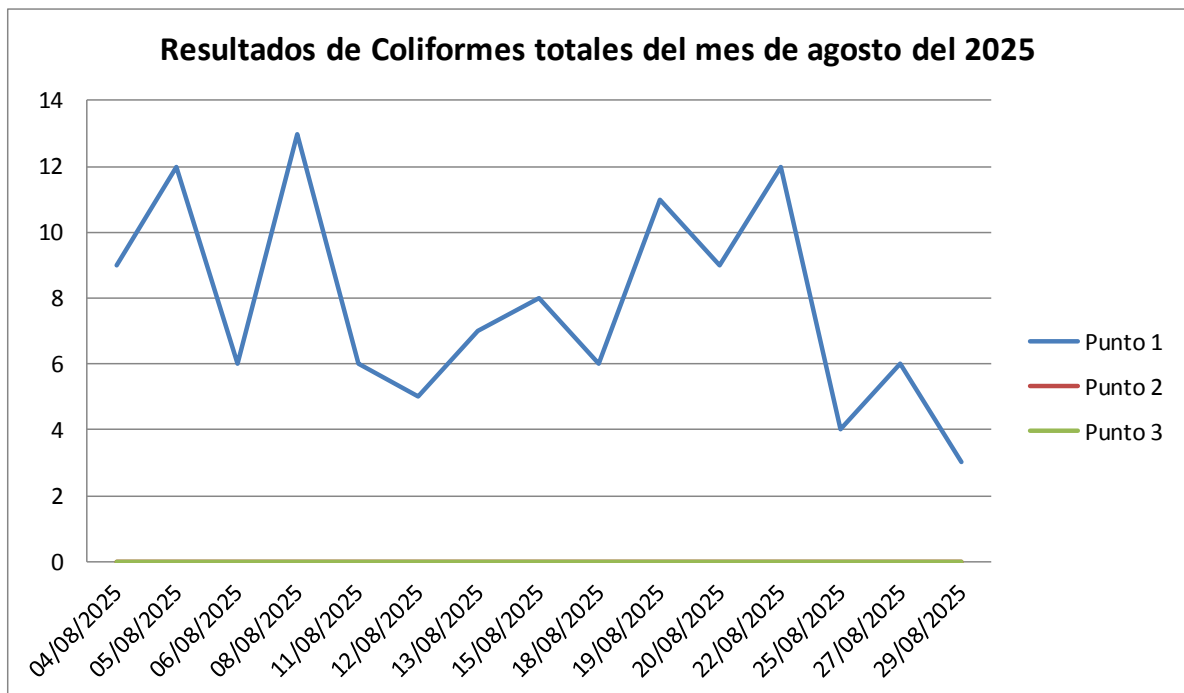
Resultados de las muestras analizadas de <i>C. totales</i> en UFC/100mL en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	9	0	0
05/08/2025	12	0	0
06/08/2025	6	0	0
08/08/2025	13	0	0
11/08/2025	6	0	0
12/08/2025	5	0	0
13/08/2025	7	0	0
15/08/2025	8	0	0
18/08/2025	6	0	0
19/08/2025	11	0	0
20/08/2025	9	0	0
22/08/2025	12	0	0
25/08/2025	4	0	0
27/08/2025	6	0	0
29/08/2025	3	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 8 se puede observar los resultados obtenidos de las muestras del mes de agosto, en los que, en el Punto 1, el valor mínimo es de 3 UFC/100mL y el máximo es de 13 UFC/100mL; y en el Punto 2 fue de 0 UFC/100mL al igual que en el Punto 3 fue de 0 UFC/100mL, por ende se evidenció la inexistencia de *C. totales*, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), siendo apta para consumo humano.

Figura 6

Resultados del parámetro C. totales del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 6 se puede observar los resultados obtenidos de las muestras del mes de agosto, en los que, en el Punto 1, el valor mínimo es de 3 UFC/100mL y el máximo es de 13 UFC/100mL, ya que estas son obtenidas del arroyo; y en el Punto 2 fue de 0 UFC/100mL y en el Punto 3 fue de 0 UFC/100mL, por ende se evidenció la inexistencia de C. totales, ya que el agua de estos dos puntos pasa por un proceso de desinfección, cumpliendo con lo establecido con la NB 512 (tabla N° 1), siendo apta para consumo humano.

Tabla 9

Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

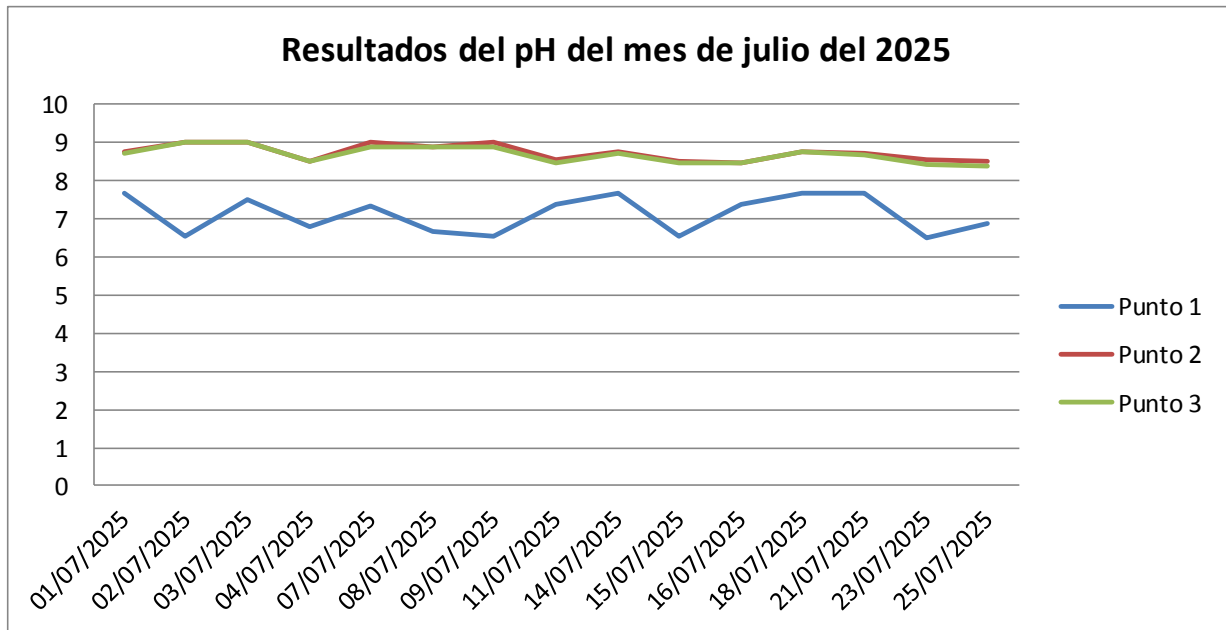
Resultados de las muestras analizadas del pH en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	7,69	8,75	8,73
02/07/2025	6,54	9	9
03/07/2025	7,5	9	9
04/07/2025	6,8	8,5	8,5
07/07/2025	7,36	9	8,9
08/07/2025	6,69	8,9	8,9
09/07/2025	6,55	9	8,9
11/07/2025	7,39	8,55	8,49
14/07/2025	7,69	8,75	8,73
15/07/2025	6,55	8,52	8,49
16/07/2025	7,39	8,49	8,47
18/07/2025	7,69	8,76	8,75
21/07/2025	7,67	8,73	8,7
23/07/2025	6,52	8,54	8,43
25/07/2025	6,9	8,5	8,4

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 9 se puede observar que el valor mínimo obtenido en el Punto 1 es de 6,52 y el máximo es de 7,69, mientras tanto, en el Punto 2 el valor mínimo es 8,5 y el máximo es de 9; mientras que en el Punto 3, el valor mínimo es 8,4 y el máximo es de 9; encontrándose dentro de lo permisible según la NB 512 (tabla N° 1).

Figura 7

Resultados del parámetro pH del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 7 del análisis del potencial de Hidrógeno, se puede observar que las muestras del Punto 1 están en un rango de 6,52 a 7,9, mientras tanto, en el Punto 2 el valor mínimo es 8,5 y el máximo es de 9; mientras que en el Punto 3, el valor mínimo es 8,4 y el máximo es de 9; estando entre lo requerido según la NB 512 (tabla N° 1).

Tabla 10

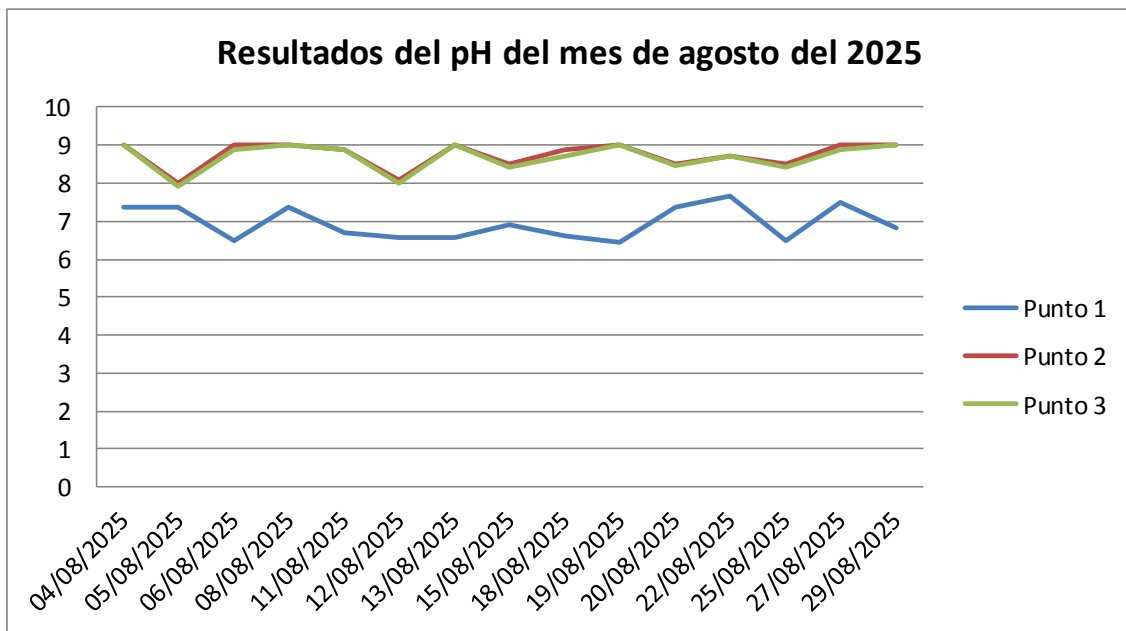
Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Resultados de las muestras analizadas del pH en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	7,36	9	9
05/08/2025	7,36	8	7,9
06/08/2025	6,49	9	8,9
08/08/2025	7,36	9	9
11/08/2025	6,69	8,9	8,9
12/08/2025	6,58	8,1	8
13/08/2025	6,57	9	9
15/08/2025	6,9	8,5	8,4
18/08/2025	6,6	8,9	8,7
19/08/2025	6,43	9	9
20/08/2025	7,37	8,49	8,45
22/08/2025	7,67	8,73	8,7
25/08/2025	6,5	8,5	8,42
27/08/2025	7,5	9	8,9
29/08/2025	6,8	9	9

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 10 se puede constatar que el valor mínimo del Punto 1 es de 6,43 y el máximo es de 7,67, en tanto a los resultados obtenidos en el Punto 2 el valor mínimo fue de 8 y el máximo fue de 9, y de igual manera en el Punto 3, el valor mínimo fue de 8 y el máximo de 9, estando dentro de los límites permisibles según la NB 512 (tabla N° 1).

Figura 8
Resultados del parámetro pH del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 8 del análisis del potencial de Hidrógeno, se puede percibir que las muestras del Punto 1 están en un rango de 6,43 a 7,67, mientras tanto, en el Punto 2 el valor mínimo fue de 8 y el máximo fue de 9, y de igual manera en el Punto 3, el valor mínimo fue de 8 y el máximo de 9, estando entre lo requerido según la NB 512 (tabla N° 1), que como mínimo es de 6,5 y lo máximo es de 9,5 ya que pasando ese límite es muy alcalino y por debajo de 6,5 es ácido y el 6 es neutro.

Tabla 11

Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

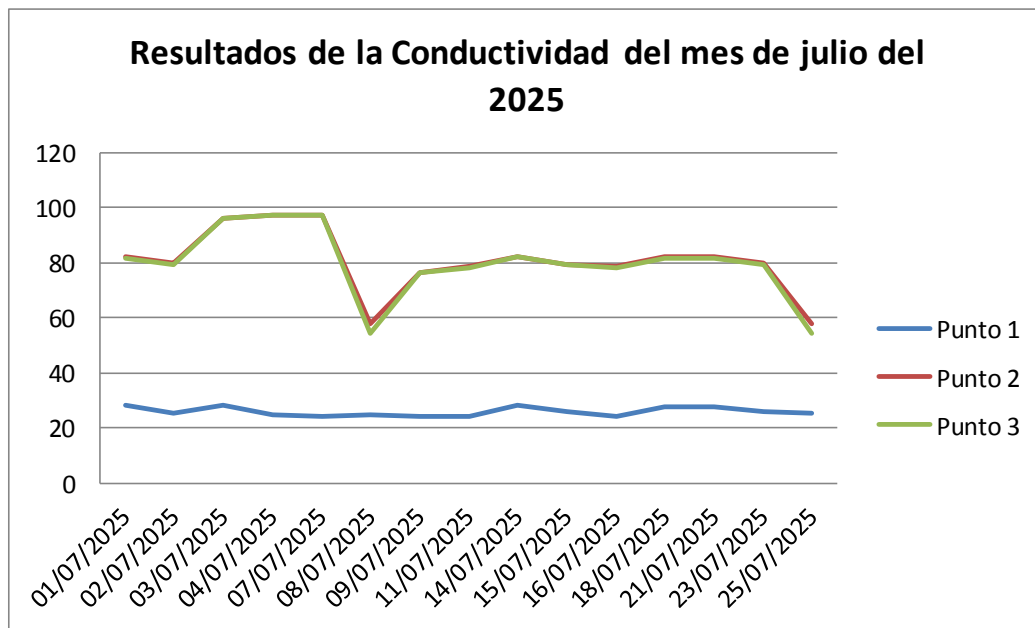
Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	28	82,5	81,9
02/07/2025	25,5	79,8	79,4
03/07/2025	28,1	96,1	96
04/07/2025	24,5	97,5	97,1
07/07/2025	24,3	97,2	97,5
08/07/2025	24,5	57,7	54,4
09/07/2025	23,9	76,5	76,4
11/07/2025	24	78,7	78,4
14/07/2025	28	82,4	82,1
15/07/2025	25,7	79,6	79,4
16/07/2025	23,9	78,8	78,2
18/07/2025	27,9	82,4	81,9
21/07/2025	27,9	82,2	81,9
23/07/2025	25,7	79,9	79,5
25/07/2025	25,5	57,8	54,5

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 11 se puede percibir que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 23,9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el máximo es de 28,1; mientras que en el Punto 2, valor mínimo es de 57,7 y el máximo de 97,5; a la vez, en el Punto 3, el valor mínimo es de 54,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$; cumpliendo lo que la NB 512 indica (tabla N° 1).

Figura 9

Resultados del parámetro Conductividad del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 9 se puede observar que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 23,9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el máximo es de 28,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$; mientras que en el Punto 2, valor mínimo es de 57,7 y el máximo de 97,5; a la vez, en el Punto 3, el valor mínimo es de 54,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$; cumpliendo lo que la NB 512 (tabla N° 1).

Tabla 12

Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s/cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

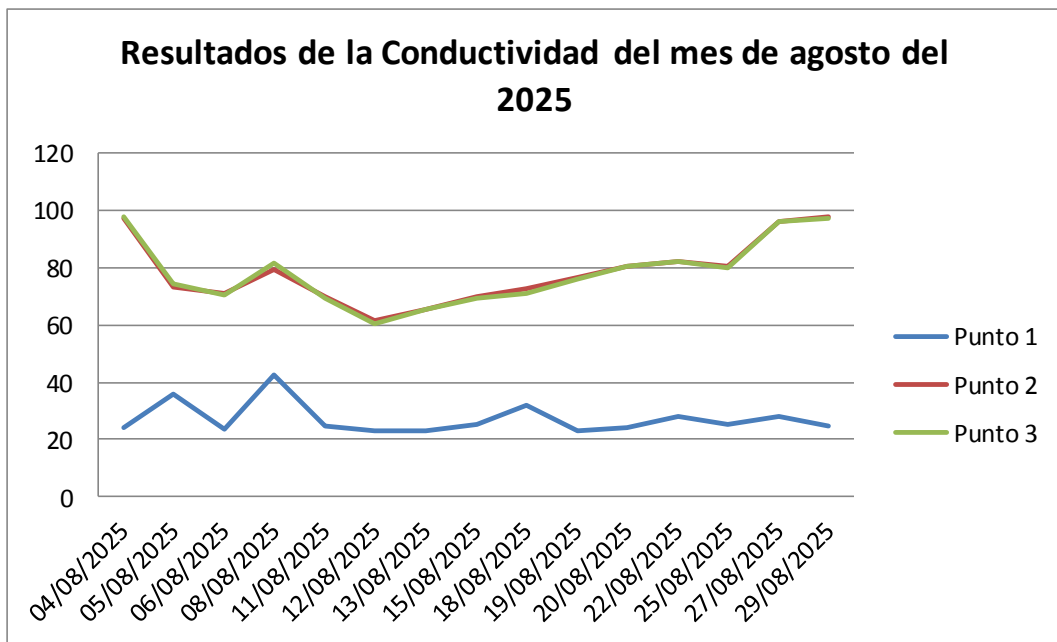
Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s/cm}$ en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	24,3	97,2	97,5
05/08/2025	36,1	73	74,3
06/08/2025	23,5	70,9	70,2
08/08/2025	42,6	79,4	81,4
11/08/2025	24,5	69,7	69,4
12/08/2025	23,2	61,4	60,6
13/08/2025	23,1	65,5	65,2
15/08/2025	25,5	69,8	69,5
18/08/2025	32	72,6	71,1
19/08/2025	23,3	76,3	76,1
20/08/2025	23,9	80,5	80,2
22/08/2025	27,9	82,2	81,9
25/08/2025	25,2	80,5	80,1
27/08/2025	28,1	96,1	96
29/08/2025	24,5	97,5	97,1

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 12 se puede observar que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 23,1 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 42,6 $\mu\text{s/cm}$, mientras que, en el Punto 2 el valor mínimo es de 61,4 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s/cm}$ y en el Punto 3, el valor mínimo es de 60,6 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s/cm}$.

Figura 10

Resultados del parámetro Conductividad del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 10 se puede observar que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 23,1 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 42,6 $\mu\text{s/cm}$, mientras tanto, en el Punto 2 el valor mínimo es de 61,4 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s/cm}$ y en el Punto 3, el valor mínimo es de 60,6 $\mu\text{s/cm}$ y el máximo es de 97,5 $\mu\text{s/cm}$.

Tabla 13

Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

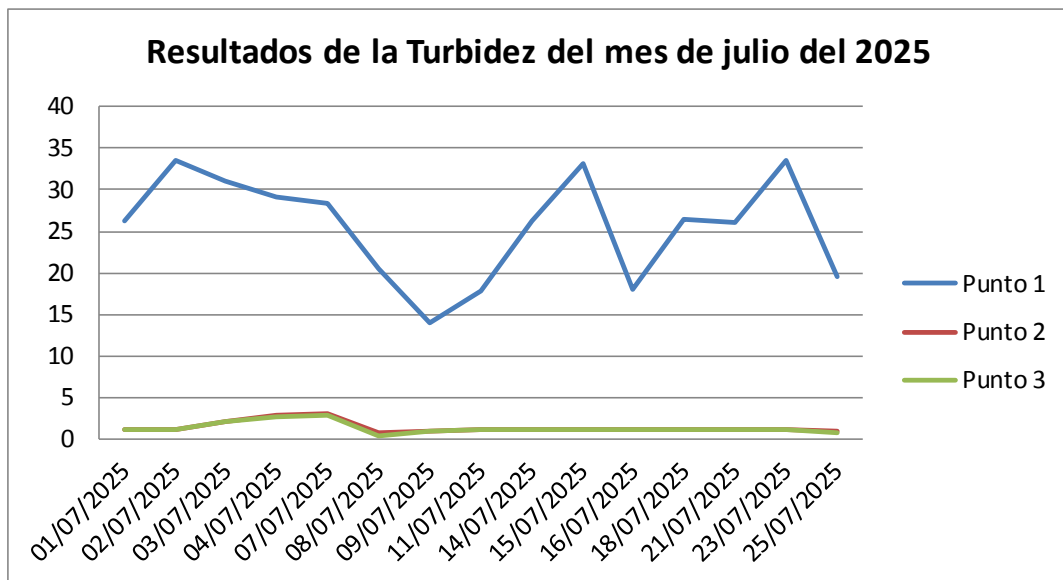
Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	26,3	1,05	1,03
02/07/2025	33,5	1,06	1,04
03/07/2025	31,1	2,1	2,05
04/07/2025	29,1	2,7	2,65
07/07/2025	28,4	2,9	2,88
08/07/2025	20,4	0,6	0,2
09/07/2025	13,9	0,83	0,79
11/07/2025	17,8	1,04	1,03
14/07/2025	26,3	1,04	1,02
15/07/2025	33,2	1,06	1,04
16/07/2025	17,9	1,04	1,01
18/07/2025	26,4	1,03	1,02
21/07/2025	26,1	1,02	1,01
23/07/2025	33,6	1,09	1,05
25/07/2025	19,5	0,9	0,7

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la Tabla N° 13 se observa que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 17,9 UNT, mientras que el valor máximo es de 33,6 UNT, a la vez, se observa que en el Punto 2 el valor mínimo es de 0,6 UNT y el valor máximo es de 2,9 UNT a la vez, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,2 UNT y el máximo es de 2,88 UNT, encontrándose dentro de los límites permisibles según la NB 512 (tabla N° 1), ya que no tiene que superar los 5 UNT.

Figura 11

Resultados del parámetro Turbidez del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 11 se puede observar que el valor mínimo de las muestras del Punto 1 es de 17,9 UNT, mientras que el valor máximo es de 33,6 UNT, ya que estas muestras son obtenidas del arroyo, a la vez, se observa que en el Punto 2 el valor mínimo es de 0,6 UNT y el valor máximo es de 2,9 UNT, mientras tanto, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,2 UNT y el máximo es de 2,88 UNT, encontrándose dentro de los límites permisibles según la NB 512 (tabla N° 1), ya que no tiene que superar los 5 UNT.

Tabla 14

Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

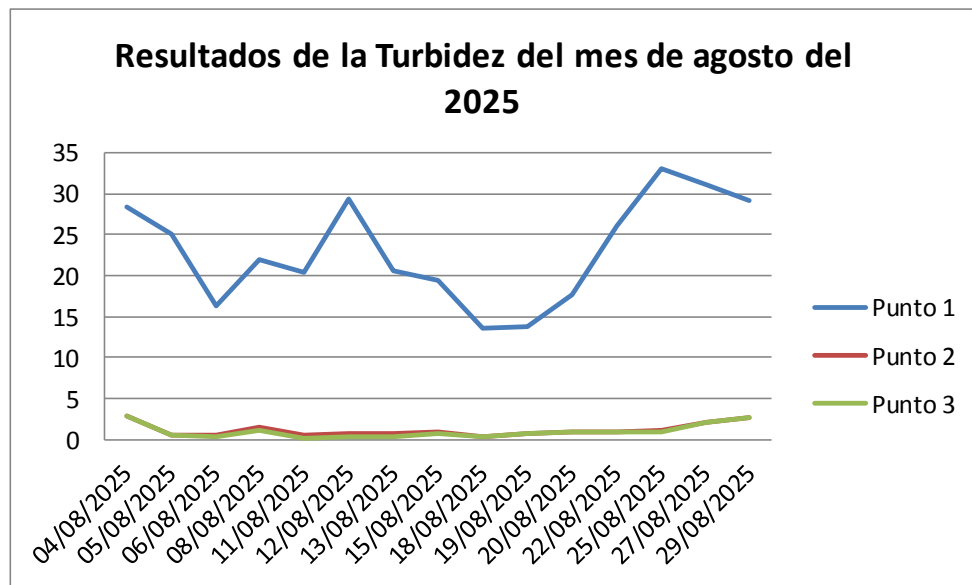
Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	28,4	2,9	2,88
05/08/2025	25	0,62	0,58
06/08/2025	16,3	0,5	0,34
08/08/2025	22	1,5	1,2
11/08/2025	20,4	0,6	0,2
12/08/2025	29,3	0,7	0,3
13/08/2025	20,5	0,7	0,3
15/08/2025	19,5	0,9	0,7
18/08/2025	13,6	0,42	0,39
19/08/2025	13,8	0,81	0,78
20/08/2025	17,7	1,02	1,01
22/08/2025	26,1	1,02	1,01
25/08/2025	33,1	1,05	1,01
27/08/2025	31,1	2,1	2,05
29/08/2025	29,1	2,7	2,65

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 14 se observa que el valor mínimo de las muestras analizadas del Punto 1 es de 13,6 UNT, mientras que el valor máximo es de 33,1 UNT, ya que estas muestras son obtenidas del arroyo, mientras que, en el Punto 2 el valor mínimo es de 0,5 UNT y el valor máximo es de 2,9 UNT; respecto al Punto 3, el valor mínimo es de 0,2 UNT, y el máximo es de 2,88 UNT, encontrándose dentro de los límites permisibles según la NB 512 (tabla N° 1), ya que no tiene que superar los 5 UNT, puesto que no sería apta para consumo humano.

Figura 12

Resultados del parámetro Turbidez del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 12 se puede observar que el valor mínimo de las muestras analizadas del Punto 1 es de 13,6 UNT, mientras que el valor máximo es de 33,1 UNT, ya que estas muestras son obtenidas del arroyo, mientras tanto, en el Punto 2 el valor mínimo es de 0,5 UNT y el valor máximo es de 2,9 UNT; respecto al Punto 3, el valor mínimo es de 0,2 UNT, y el máximo es de 2,88 UNT, encontrándose dentro de los límites permisibles según la NB 512 (tabla N° 1), ya que no tiene que superar los 5 UNT, puesto que no sería apta para consumo humano.

Tabla 15

Resultados del Cloro Libre Residual mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	0	1	0,9
02/07/2025	0	1	1
03/07/2025	0	1,4	1,3
04/07/2025	0	1,5	1,5
07/07/2025	0	1	1
08/07/2025	0	1,1	1,05
09/07/2025	0	0,9	0,9
11/07/2025	0	1	1
14/07/2025	0	1	0,9
15/07/2025	0	1	1
16/07/2025	0	1	1
18/07/2025	0	1	0,9
21/07/2025	0	1	1
23/07/2025	0	1	1
25/07/2025	0	1	0,9

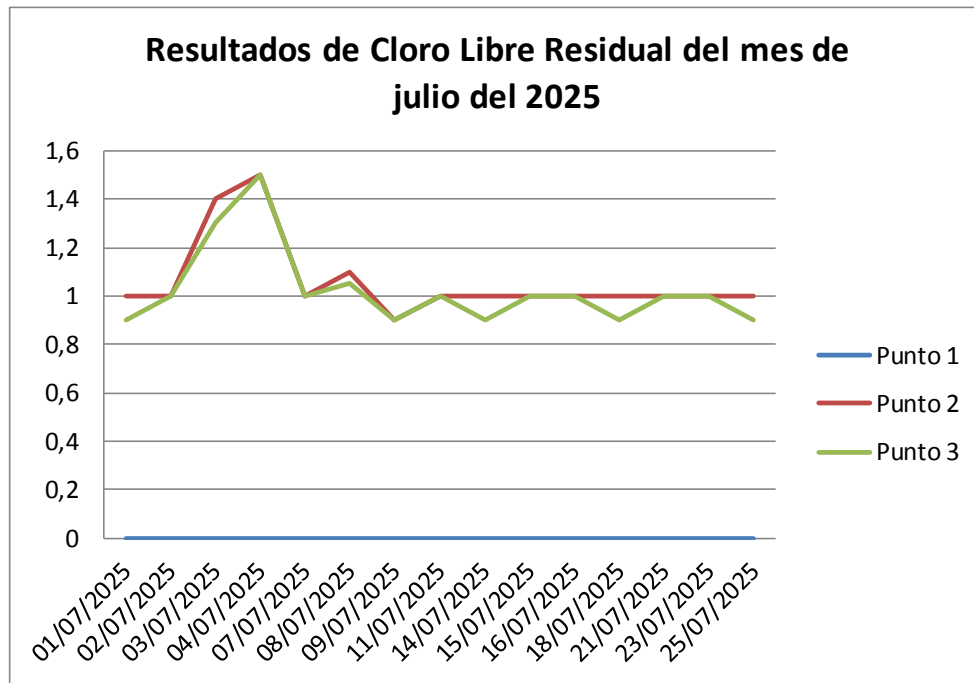
Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 15 se puede observar de que todas las muestras obtenidas del punto 1, indican la inexistencia de Cloro Libre Residual, ya que las muestras analizadas fueron del Arroyo y no tenía una fuente que le proporcionara Cloro, a la vez, pudiéndose percatar, que en el punto 2 el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el máximo es de 1,5 mg/L; y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el más elevado es de 1,5 mg/L, ya que en

estos puntos reciben Cloro y los mismos están dentro de los valores permitidos según la NB 512 (tabla N° 1).

Figura 13

Resultados del parámetro Cloro Libre Residual del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 13 se puede observar que los resultados obtenidos del punto 1, indican que no existe Cloro Libre Residual en el mismo, puesto que este punto no tiene una fuente que le provea Cloro, mientras que en el punto 2 el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el máximo es de 1,5 mg/L; y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el más elevado es de 1,5 mg/L; manteniendose en lo permitido en la NB 512 (tabla N° 1), que es de 0,2 mg/L a 1,5 mg/L, siendo considerada apta para consumo humano.

Tabla 16

Resultados del Cloro Libre Residual mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

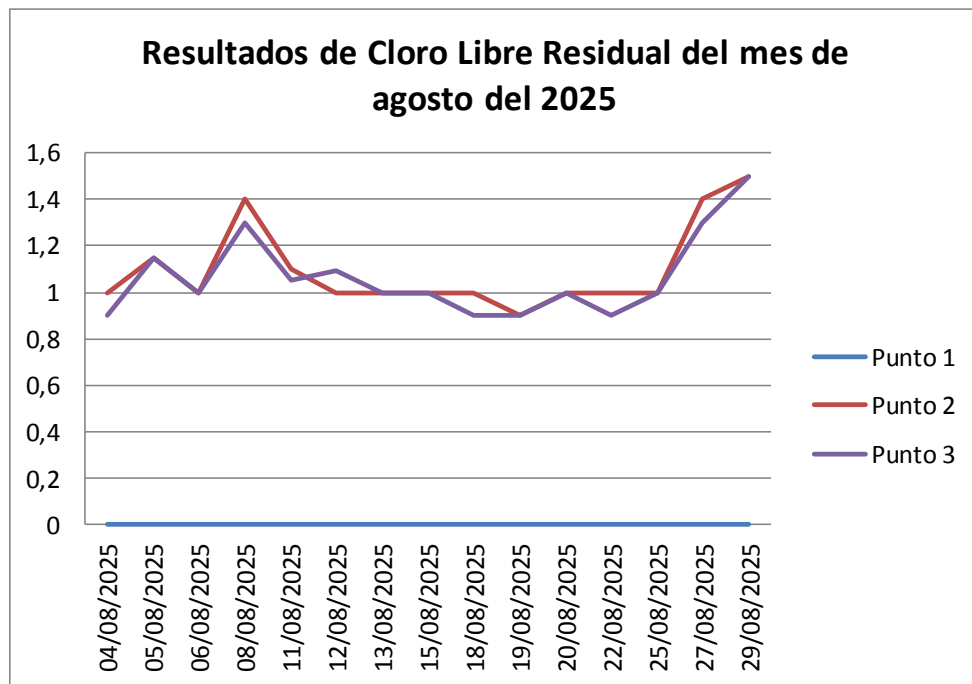
Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	0	1	0,9
05/08/2025	0	1,15	1,15
06/08/2025	0	1	1
08/08/2025	0	1,4	1,3
11/08/2025	0	1,1	1,05
12/08/2025	0	1	1,09
13/08/2025	0	1	1
15/08/2025	0	1	1
18/08/2025	0	1	0,9
19/08/2025	0	0,9	0,9
20/08/2025	0	1	1
22/08/2025	0	1	0,9
25/08/2025	0	1	1
27/08/2025	0	1,4	1,3
29/08/2025	0	1,5	1,5

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 16 se puede observar que en todas las muestras obtenidas del punto 1, indican la inexistencia de Cloro Libre Residual, ya que este punto no tiene una fuente que le provea Cloro; a la vez, se puede ver que en el punto 2, el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el valor máximo es de 1,5 mg/L y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el valor máximo es de 1,5 mg/L, cumpliendo con lo que indica la NB 512 (tabla N° 1).

Figura 14

Resultados del parámetro Cloro Libre Residual del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 14 se puede observar de que las muestras analizadas del punto 1 indican la inexistencia de Cloro Libre Residual, ya que este punto no tiene una fuente que le provea Cloro, mientras tanto, los valores de las muestras analizadas del punto 2, indicaron como mínimo 0,9 mg/L y máximo 1,5 mg/L y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 0,9 mg/L y el valor máximo es de 1,5 mg/L, encontrándose dentro del rango permitido según la NB 512 (tabla N° 1) que es de 0,2 mg/L a 1,5 mg/L.

Tabla 17

Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en °C en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) el mes de julio del 2025

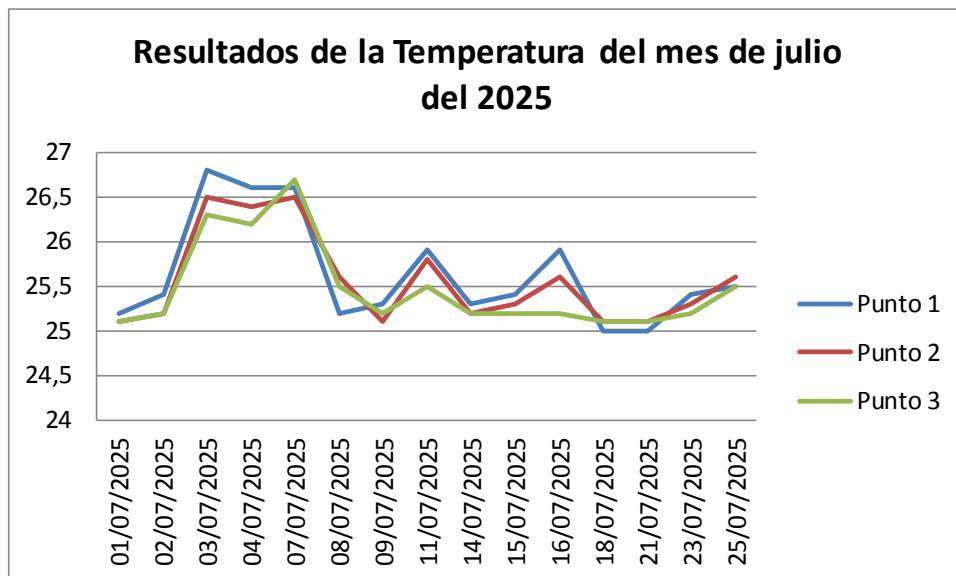
Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en °C en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	25,2	25,1	25,1
02/07/2025	25,4	25,2	25,2
03/07/2025	26,8	26,5	26,3
04/07/2025	26,6	26,4	26,2
07/07/2025	26,6	26,5	26,7
08/07/2025	25,2	25,6	25,5
09/07/2025	25,3	25,1	25,2
11/07/2025	25,9	25,8	25,5
14/07/2025	25,3	25,2	25,2
15/07/2025	25,4	25,3	25,2
16/07/2025	25,9	25,6	25,2
18/07/2025	25	25,1	25,1
21/07/2025	25	25,1	25,1
23/07/2025	25,4	25,3	25,2
25/07/2025	25,5	25,6	25,5

Fuente: Elaboración propia, 2025

En la tabla N° 17 se puede evidenciar los resultados obtenidos de la temperatura de los tres distintos puntos, en donde se observa que en el Punto 1 el valor mínimo es de 25 °C y el máximo es de 26,6 °C; a la vez, el valor mínimo en el Punto 2 es de 25,1 °C y el valor máximo es de 26,5 °C y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 25,1 °C y el máximo es de 26,7 °C.

Figura 15

Resultados del parámetro Temperatura del mes de julio del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la Figura N° 15 se puede evidenciar que el rango de la temperatura es similar en los distintos puntos de muestreo, en donde se evidencia que en el Punto 1, el valor mínimo es de 25 °C y el máximo es de 26,6 °C; a la vez, el valor mínimo en el Punto 2 es de 25,1 °C y el valor máximo es de 26,5 °C y de igual manera, en el Punto 3, el valor mínimo es de 25,1 °C y el máximo es de 26,7 °C.

Tabla 18

Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en °C en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

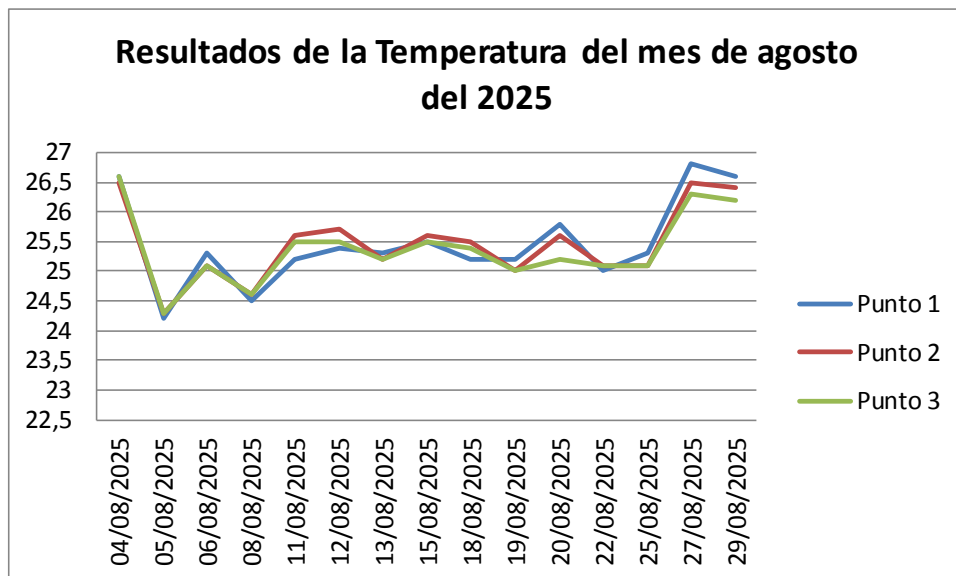
Resultados de las muestras analizadas de la Temperatura en °C en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	26,6	26,5	26,6
05/08/2025	24,2	24,3	24,3
06/08/2025	25,3	25,1	25,1
08/08/2025	24,5	24,6	24,6
11/08/2025	25,2	25,6	25,5
12/08/2025	25,4	25,7	25,5
13/08/2025	25,3	25,2	25,2
15/08/2025	25,5	25,6	25,5
18/08/2025	25,2	25,5	25,4
19/08/2025	25,2	25	25
20/08/2025	25,8	25,6	25,2
22/08/2025	25	25,1	25,1
25/08/2025	25,3	25,1	25,1
27/08/2025	26,8	26,5	26,3
29/08/2025	26,6	26,4	26,2

Fuente: Elaboración propia, 2025

En los resultados obtenidos en la tabla N° 18 se puede evidenciar que el valor mínimo de la temperatura en el Punto 1 es de 24,2 °C y el máximo es de 26,8 °C, a la vez, el valor mínimo en el Punto 2 es de 24,3 y el valor máximo es de 26,5 y de igual manera, el valor mínimo en el Punto 3 es de 24,3 °C y el valor máximo es de 26,6 °C.

Figura 16

Resultados del parámetro Temperatura del mes de agosto del 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la figura N° 16 se puede evidenciar que no existe mucha variación en el rango de temperatura de cada punto a lo largo de cada medición; siendo el valor mínimo en el Punto 1 de 24,2 °C y el máximo de 26,8 °C, a la vez, el valor mínimo en el Punto 2 de 24,3 y el valor máximo de 26,5 y de igual manera, el valor mínimo en el Punto 3 de 24,3 °C y el valor máximo de 26,6 °C.

8.1. Resultados e interpretación de los análisis estadísticos

A continuación se presentan las tablas de los resultados estadísticos de los análisis realizados en los meses de Julio y Agosto de la gestión 2025.

Tabla 19

Resultados de los análisis estadísticos de *E. coli* en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de <i>E. coli</i> en UFC/100mL en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	2	0	0
02/07/2025	3	0	0
03/07/2025	1	0	0
04/07/2025	4	0	0
07/07/2025	3	0	0
08/07/2025	7	0	0
09/07/2025	0	0	0
11/07/2025	1	0	0
14/07/2025	6	0	0
15/07/2025	7	0	0
16/07/2025	3	0	0
18/07/2025	3	0	0
21/07/2025	2	0	0
23/07/2025	0	0	0
25/07/2025	2	0	0
Análisis estadístico			
Promedio	2,93	0	0
Valor de referencia (NB 512)	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL
Precisión (Coeficiente de Variación)	76,74	0	0
Nuevo valor con la exactitud	2,93 ± 1,93	0 ± 0	0 ± 0
Exactitud	1,93	0	0
Incertidumbre	3,87	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 19, se calcularon en base a la tabla N° 5, en la que se observa que el coeficiente variación del Punto 1 es de 76,74%, indicando que los resultados de E. coli presentan una altísima variabilidad entre las mediciones, esto significa que los valores fluctúan mucho (entre 0 y 7 UFC/100 mL), lo que muestra una falta de consistencia en las mediciones, por lo tanto, la precisión de este punto es muy baja, clasificándose como “poco precisa”, según la tabla N° 4.

Mientras que en el Punto 2 y 3 los valores fueron de 0 %, siendo “precisa”, según la tabla N° 4, en estos puntos, todas las mediciones fueron 0, sin variación, esto muestra que el agua en estos puntos fue microbiológicamente estable y segura durante todo el mes.

En cuanto a la exactitud del Punto 1 es de 1,93, lo que indica que el promedio obtenido de 2,93, supera casi el doble del valor límite, esto significa que este punto no cumple con el estándar de calidad microbiológica establecido según la tabla N° 1, por lo que no son exactos ni aceptables según la NB 512.

Mientras que la exactitud del Punto 2 y 3, los valores fueron 0 y los valores promedio de igual manera han sido 0 UFC/100 mL, es decir, menores al valor máximo aceptable según la tabla N° 1 que es de <1 UFC/100 mL, esto indica una exactitud excelente, puesto que ambos puntos cumplen con el límite de calidad del agua potable.

Acerca de la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 3,87 encontrándose elevada, es decir, indica que los resultados son poco confiables y muy variables, ya que el agua de este punto es del arroyo.

En los puntos 2 y 3, la incertidumbre es nula porque no hubo ninguna variación, sin presencia de E. coli, con resultados estables y dentro del límite permisible.

Tabla 20

Resultados de los análisis estadísticos de *E. coli* en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de <i>E. coli</i> en UFC/100mL en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	5	0	0
05/08/2025	3	0	0
06/08/2025	1	0	0
08/08/2025	2	0	0
11/08/2025	6	0	0
12/08/2025	0	0	0
13/08/2025	7	0	0
15/08/2025	1	0	0
18/08/2025	2	0	0
19/08/2025	3	0	0
20/08/2025	5	0	0
22/08/2025	7	0	0
25/08/2025	0	0	0
27/08/2025	0	0	0
29/08/2025	0	0	0
Análisis estadístico			
Promedio	2,80	0	0
Valor de referencia (NB 512)	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL
Precisión (Coeficiente de Variación)	92,74	0	0
Nuevo valor con la exactitud	2,80 ± 1,80	0 ± 0	0 ± 0
Exactitud	1,80	0	0
Incertidumbre	3,6	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 20, se calcularon en base a la tabla N° 6, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del punto 1 tiene una precisión muy baja, con un valor de 92,74 %, lo que indica que los resultados varían mucho a lo largo del mes, y según la tabla N° 4 su precisión es “poco precisa”.

Los Puntos 2 y 3 tienen un coeficiente de variación de 0 %, porque no se detectó E. coli, por lo tanto, sus valores son estables y según la tabla N° 4 “precisos”.

En cuanto a la exactitud del Punto 1, el valor es de 1,80, es decir, presenta baja exactitud, ya que el valor promedio de E. coli excede el límite permisible para agua potable.

En cambio en los puntos 2 y 3, los valores fueron 0 y los valores promedio de igual manera han sido 0 UFC/100 mL, es decir, menores al valor máximo aceptable según la tabla N° 1 que es de <1 UFC/100 mL, lo que indica que son exactos y conformes con los estándares de calidad según la NB 512.

Acercas de la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 3,6 y es elevada, lo que indica una gran variabilidad y baja confiabilidad en los resultados, mientras que los Puntos 2 y 3, muestran mediciones seguras y consistentes, ya que los valores fueron de 0.

Tabla 21

Resultados de los análisis estadísticos de C. totales en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100mL en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	7	0	0
02/07/2025	6	0	0
03/07/2025	4	0	0
04/07/2025	8	0	0
07/07/2025	7	0	0
08/07/2025	5	0	0
09/07/2025	8	0	0
11/07/2025	3	0	0
14/07/2025	4	0	0
15/07/2025	5	0	0
16/07/2025	11	0	0
18/07/2025	4	0	0
21/07/2025	5	0	0
23/07/2025	3	0	0
25/07/2025	4	0	0
Análisis estadístico			
Promedio	5,6	0	0
Valor de referencia (NB 512)	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL
Precisión (Coeficiente de Variación)	39,82	0	0
Nuevo valor con la exactitud	5,6 ± 4,6	0 ± 0	0 ± 0
Exactitud	4,6	0	0
Incertidumbre	9,2	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 21, se calcularon en base a la tabla N° 7, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del Punto 1 fue de 39,82 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N° 4; este valor muestra una alta variabilidad entre los resultados entre 3 y 11 UFC/100 mL. Un CV de 39,82 % indica que las mediciones de C. totales no son consistentes, probablemente debido a variaciones naturales en la contaminación microbiológica del agua o cambios ambientales (lluvias, arrastre de materia orgánica, etc.). La precisión en este punto es baja, ya que los valores se dispersan significativamente respecto al promedio que fue de 5,6.

En cuanto al coeficiente de variación del Punto 2 y 3, el valor fue de 0 % , siendo “precisa”, según la tabla N° 4; en estos punto, todas las mediciones fueron iguales a 0, por lo tanto, no existe variabilidad entre los resultados. El agua de estos dos puntos no presentó C. totales detectables en todo el periodo, esto refleja una ausencia constante de contaminación microbiológica, teniendo una precisión perfecta, ya que los resultados son totalmente consistentes.

Respecto a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 4,6 y el promedio fue de 5,6 estando muy por encima del límite permisible ($<1\text{UFC}/100\text{ mL}$), según la tabla N° 1; y esto indica baja exactitud, el agua en este punto presentó contaminación por C. totales, lo que reflejó contaminación en el arroyo.

Mientras que el valor de la exactitud del Punto 2 y 3 fue de 0 y el promedio de igual manera fue de 0, y esto es menor al valor máximo permisible ($<1\text{UFC}/100\text{ mL}$), lo que significa una alta exactitud, ya que el resultado está dentro del rango aceptable, según la tabla N° 1, estos puntos presentan una excelente exactitud, puesto que el agua cumple completamente con el límite normativo.

En lo que se refiere a la incertidumbre del Punto 1, el valor es de 9,2 y esto muestra que los resultados de este punto son altamente variables y poco confiables, indicando que la medición podría fluctuar ampliamente.

En los puntos 2 y 3, la incertidumbre es nula porque no hubo ninguna variación, sin presencia de C. totales con resultados estables y dentro del límite permisible.

Tabla 22

Resultados de los análisis estadísticos de C. totales en UFC/100 mL en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de C. totales en UFC/100mL en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	9	0	0
05/08/2025	12	0	0
06/08/2025	6	0	0
08/08/2025	13	0	0
11/08/2025	6	0	0
12/08/2025	5	0	0
13/08/2025	7	0	0
15/08/2025	8	0	0
18/08/2025	6	0	0
19/08/2025	11	0	0
20/08/2025	9	0	0
22/08/2025	12	0	0
25/08/2025	4	0	0
27/08/2025	6	0	0
29/08/2025	3	0	0
Análisis estadístico			
Promedio	7,8	0	0
Valor de referencia (NB 512)	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL	<1 UFC/100 mL
Precisión (Coeficiente de Variación)	39,72	0	0
Nuevo valor con la exactitud	7,8 ± 6,8	0 ± 0	0 ± 0
Exactitud	6,8	0	0
Incertidumbre	13,6	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados de la tabla N° 22, se calcularon en base a la tabla N° 8, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del Punto 1 es de 39,72%, siendo “poco precisa”, según la tabla N°4; este valor es muy alto, lo que indica una gran variabilidad entre las mediciones (valores entre 3 y 13 UFC/100 mL). Un CV tan elevado refleja que las concentraciones de C. totales fluctuaron considerablemente durante el mes, esto puede deberse a que el agua es del arroyo.

Mientras que en el Punto 2 y 3 los valores fueron de 0 %, siendo “precisa”, según la tabla N°4; en estos puntos, todas las mediciones fueron 0, sin variación, esto muestra que el agua en estos puntos fue microbiológicamente estable y segura durante todo el mes.

En relación a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 6,8 y el promedio obtenido fue de 7,8 UFC/100 mL, lo que supera el valor máximo permisible según la tabla N° 1, que es de <1 UFC/100 mL; esto demuestra baja exactitud, indicando contaminación microbiológica significativa en este punto, ya que el agua es del arroyo.

En lo que respecta a la exactitud del Punto 2 y 3, los valores fueron 0 y los valores promedio de igual manera fueron de 0 UFC/100 mL, es decir, menores al valor máximo permitido según la tabla N° 1 que es de <1 UFC/100 mL, esto indica una exactitud excelente, pues los resultados están dentro del rango de agua microbiológicamente segura, ambos puntos cumplen con el límite permisible de calidad del agua potable.

La Incertidumbre del Punto 1 es de 13,6 lo que muestra que las mediciones de este punto durante agosto fueron aún menos confiables que en el mes de julio, con una mayor variabilidad entre las muestras.

En los puntos 2 y 3, al igual que en mes de julio, la incertidumbre es nula porque no hubo ninguna variación, sin presencia de C. totales, con resultados estables y dentro del límite permisible.

Tabla 23

Resultados de los análisis estadísticos del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas del pH en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	7,69	8,75	8,73
02/07/2025	6,54	9	9
03/07/2025	7,5	9	9
04/07/2025	6,8	8,5	8,5
07/07/2025	7,36	9	8,9
08/07/2025	6,69	8,9	8,9
09/07/2025	6,55	9	8,9
11/07/2025	7,39	8,55	8,49
14/07/2025	7,69	8,75	8,73
15/07/2025	6,55	8,52	8,49
16/07/2025	7,39	8,49	8,47
18/07/2025	7,69	8,76	8,75
21/07/2025	7,67	8,73	8,7
23/07/2025	6,52	8,54	8,43
25/07/2025	6,9	8,5	8,4
Análisis estadístico			
Promedio	7,13	8,73	8,69
Valor de referencia (NB 512)	9	9	9
Precisión (Coeficiente de Variación)	6,82	2,37	2,47
Nuevo valor con la exactitud	7,13 ± 0,21	8,73 ± 0,03	8,69 ± 0,03
Exactitud	0,21	0,03	0,03
Incertidumbre	0,42	0,06	0,07

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos de la tabla N° 23 se calcularon en base a la tabla N° 9, en la que se puede observar que el valor del coeficiente de variación del Punto 1 fue de 6,82%, considerándose “precisa”, según la tabla N° 4; esto quiere decir que las mediciones de pH en este punto presentan una dispersión baja, indica que las mediciones fluctuaron más a lo largo del mes, debido a que el agua de este punto es del arroyo.

El valor del coeficiente de variación del Punto 2 fue de 2,37%, considerándose “precisa”, según la tabla N° 4, el que refleja alta uniformidad en los valores de pH, demostrando una excelente consistencia en las mediciones.

De igual manera, el valor del Punto 3 fue de 2,47%, considerándose “precisa”, según la tabla N° 4; ya que el comportamiento es similar al Punto 2, puesto que presentó mucha estabilidad en las mediciones y baja variabilidad.

En cuanto a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 0,21 y el promedio fue de 7,13, lo que está por debajo del valor de referencia que es 9, pero con una diferencia moderada, se mantiene dentro de un rango seguro.

Mientras que el valor de la exactitud del Punto 2 fue de 0,03 y el promedio fue de 8,73, estando muy cercano al valor de referencia que es 9, esto indica alta exactitud, y esta con valores dentro del rango óptimo para el pH del agua potable.

Al igual que en el Punto 2, el valor de la exactitud en el Punto 3 fue de 0,03, mientras que el valor del promedio fue de 8,69, también está muy próximo al valor de referencia, mostrando excelente exactitud y condiciones ideales para la calidad del agua.

En lo que refiere a la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 0,42, esto quiere decir que existe una variación moderada y el pH se mantiene en valores cercanos a neutro, sin cambios bruscos que afecten la estabilidad química del agua.

El valor del Punto 2 de la incertidumbre fue de 0,06, indicando que es muy baja, reflejando mediciones altamente confiables y consistentes con el valor de referencia.

Acerca de la incertidumbre en el Punto 3, el valor fue de 0,07, siendo similar al Punto 2, el margen de error es muy reducido, lo que indica precisión y confiabilidad en la medición del pH.

Tabla 24

Resultados de las muestras analizadas del pH en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas del pH en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	7,36	9	9
05/08/2025	7,36	8	7,9
06/08/2025	6,49	9	8,9
08/08/2025	7,36	9	9
11/08/2025	6,69	8,9	8,9
12/08/2025	6,58	8,1	8
13/08/2025	6,57	9	9
15/08/2025	6,9	8,5	8,4
18/08/2025	6,6	8,9	8,7
19/08/2025	6,43	9	9
20/08/2025	7,37	8,49	8,45
22/08/2025	7,67	8,73	8,7
25/08/2025	6,5	8,5	8,42
27/08/2025	7,5	9	8,9
29/08/2025	6,8	9	9
Análisis estadístico			
Promedio	6,95	8,74	8,68
Valor de referencia (NB 512)	9	9	9
Precisión (Coeficiente de Variación)	6,30	3,94	4,27
Nuevo valor con la exactitud	6,95 ± 0,23	8,74 ± 0,03	8,68 ± 0,04
Exactitud	0,23	0,03	0,04
Incertidumbre	0,46	0,06	0,07

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos de la tabla N° 24 se calcularon en base a la tabla N° 10, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del Punto 1 es de 6,30%, y es el punto con mayor variabilidad en los resultados de pH y aunque según la tabla N° 4 es “precisa”, indica que las mediciones tuvieron fluctuaciones más notorias a lo largo del mes, debido a que el agua de este punto es del arroyo.

Respecto al coeficiente de variación del Punto 2, el valor fue de 3,94% y según la tabla N° 4 es “precisa”; las mediciones de pH en este punto son muy uniformes, con escasas fluctuaciones entre días.

Mientras que el coeficiente de variación en el Punto 3 fue de 4,27% y de igual manera es “precisa”, según la tabla N° 4; presenta una baja variación entre las mediciones, esto demuestra fiabilidad y repetibilidad en las determinaciones realizadas.

En cuanto a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 0,23 y el del promedio fue de 6,95, encentrándose por debajo del valor de referencia que es 9, indicando que el agua en este punto tiene una ligera tendencia a ser neutra o levemente ácida. Aunque no alcanza el valor máximo aceptable, se mantiene dentro de un rango no preocupante.

En cambio, el valor de la exactitud del Punto 2 fue de 0,03 y el valor del promedio de 8,74, que está muy próximo al valor de referencia que es 9, lo que indica una alta exactitud y condiciones de pH adecuadas para el agua.

El valor de la exactitud del Punto 3 fue de 0,04 y el valor del promedio de 8,68, que también es muy cercano al valor de referencia, mostrando muy buena exactitud y valores dentro del rango óptimo.

Acerca de la incertidumbre en el Punto 1, el valor fue de 0,42 lo que muestra una ligera variabilidad, pero los valores permanecen en el rango de neutralidad del pH, indicando condiciones estables.

El valor de la incertidumbre en el Punto 2 fue de 0,06, siendo muy bajo, reflejando gran confiabilidad en las mediciones y excelente control de los parámetros analíticos.

De igual manera, la incertidumbre del Punto 3 fue baja, con un valor de 0,07, por ende, el margen de error es mínimo, lo que significa que los resultados son muy confiables y precisos.

Tabla 25

Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s/cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s/cm}$ en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	28	82,5	81,9
02/07/2025	25,5	79,8	79,4
03/07/2025	28,1	96,1	96
04/07/2025	24,5	97,5	97,1
07/07/2025	24,3	97,2	97,5
08/07/2025	24,5	57,7	54,4
09/07/2025	23,9	76,5	76,4
11/07/2025	24	78,7	78,4
14/07/2025	28	82,4	82,1
15/07/2025	25,7	79,6	79,4
16/07/2025	23,9	78,8	78,2
18/07/2025	27,9	82,4	81,9
21/07/2025	27,9	82,2	81,9
23/07/2025	25,7	79,9	79,5
25/07/2025	25,5	57,8	54,5
Análisis estadístico			
Promedio	25,83	80,61	79,91
Valor de referencia (NB 512)	84 $\mu\text{s/cm}$	84 $\mu\text{s/cm}$	84 $\mu\text{s/cm}$
Precisión (Coeficiente de Variación)	6,55	14,39	15,67
Nuevo valor con la exactitud	25,83 \pm 0,69	80,61 \pm 0,04	79,91 \pm 0,05
Exactitud	0,69	0,04	0,05
Incertidumbre	1,39	0,08	0,10

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos de la tabla N° 25, se calcularon en base a la tabla N° 11, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del Punto 1 fue de 6,55 %, y según la tabla N°4 la precisión es “precisa”, y presentan una baja dispersión respecto al promedio que fue de 25,83 $\mu\text{S/cm}$, esto refleja una excelente estabilidad en los resultados, con lecturas muy similares entre los días de muestreo

El coeficiente de variación del Punto 2 fue de 14,39 % y según la tabla N° 4 la precisión es “aceptable”, y existe una ligera variabilidad en las mediciones, pero en general el método mantiene una precisión aceptable dentro de los rangos operativos.

El coeficiente de variación del Punto 3 fue de 15,67 %, y según la tabla N° 4 la precisión es “regular”, en la que se puede observar una mayor dispersión de datos, causada por diferencias notorias entre los valores más bajos (54,5 $\mu\text{S/cm}$) y los más altos (97,5 $\mu\text{S/cm}$). Aunque la precisión es “regular”, el comportamiento aún es estadísticamente controlado.

Respecto a la exactitud del Punto 1, el valor de este punto fue de 0,69 y el valor promedio fue 25,83 $\mu\text{S/cm}$, muy por debajo del valor de referencia, esto indica baja exactitud, ya que los resultados se alejan significativamente del valor esperado, es posible que el agua en este punto tenga baja concentración de sales disueltas, lo que reduce la conductividad, este punto muestra baja exactitud, aunque las mediciones sean consistentes; refleja un agua mucho menos conductiva que la esperada.

En el Punto 2, el valor de la exactitud fue de 0,04 y el del promedio fue de 80,61 $\mu\text{S/cm}$, muy cercano al valor de referencia (84 $\mu\text{S/cm}$), la exactitud es alta, lo que significa que las mediciones representan con fidelidad el valor real.

En el Punto 3, el valor de la exactitud fue de 0,05 y el promedio de 79,91 $\mu\text{S/cm}$, también muy cercano al valor de referencia, al igual que el punto 2, muestra alta exactitud, aunque la

dispersión fue algo mayor, pese a ello, este punto tiene buena exactitud, lo que demuestra que los valores promedio se aproximan al valor real, a pesar de las fluctuaciones.

En lo se refiere a la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 1,39, el rango es estrecho, lo que indica confiabilidad y consistencia en las mediciones. Los resultados son estables, con mínima dispersión aleatoria.

Mientras que el valor de la incertidumbre del Punto 2 fue de 0,08, significando que es muy baja, reflejando altísima precisión instrumental y estabilidad del método analítico.

De igual manera la incertidumbre del Punto 3 fue muy baja, con un valor de 0,10, lo que evidencia gran fiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 26

Resultados del análisis estadístico de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de la Conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	24,3	97,2	97,5
05/08/2025	36,1	73	74,3
06/08/2025	23,5	70,9	70,2
08/08/2025	42,6	79,4	81,4
11/08/2025	24,5	69,7	69,4
12/08/2025	23,2	61,4	60,6
13/08/2025	23,1	65,5	65,2
15/08/2025	25,5	69,8	69,5
18/08/2025	32	72,6	71,1
19/08/2025	23,3	76,3	76,1
20/08/2025	23,9	80,5	80,2
22/08/2025	27,9	82,2	81,9
25/08/2025	25,2	80,5	80,1
27/08/2025	28,1	96,1	96
29/08/2025	24,5	97,5	97,1
Análisis estadístico			
Promedio	27,18	78,17	78,04
Valor de referencia (NB 512)	84 $\mu\text{s}/\text{cm}$	84 $\mu\text{s}/\text{cm}$	84 $\mu\text{s}/\text{cm}$
Precisión (Coeficiente de Variación)	20,70	14,44	14,70
Nuevo valor con la exactitud	27,18 \pm 0,68	78,17 \pm 0,07	78,04 \pm 0,07
Exactitud	0,68	0,07	0,07
Incertidumbre	1,35	0,14	0,14

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados que se han obtenido en la tabla N° 26, se calcularon en base a la tabla N° 12, en la que se observó que el coeficiente de variación del Punto 1 es de 20,70 %, es decir, la precisión es “regular”, según la tabla N° 4; este valor indica una alta variabilidad entre las mediciones, las lecturas de conductividad varían notablemente (de 23,3 $\mu\text{S/cm}$ a 42,6 $\mu\text{S/cm}$).

El coeficiente de variación del Punto 2 fue de 14,44 , donde la precisión es “aceptable”, según la tabla N°4, en el que las mediciones presentan una moderada dispersión y se observan variaciones entre 61,4 $\mu\text{S/cm}$ y 97,5 $\mu\text{S/cm}$, pero dentro de un rango estadísticamente controlado, este punto mantiene una consistencia razonable a lo largo del mes

El coeficiente de variación del Punto 3 fue de 14,70 %, es similar al punto 2, presenta una dispersión moderada, la variación entre las mediciones (de 60,6 $\mu\text{S/cm}$ a 97,5 $\mu\text{S/cm}$) muestra que los valores no son totalmente consistentes, aunque siguen una tendencia cercana al promedio, con una precisión “aceptable”, según la tabla N° 4.

En referencia a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 0,68, y el promedio de 27,18 $\mu\text{S/cm}$, que está muy alejado del valor de referencia que es de 84 $\mu\text{S/cm}$, esto indica baja exactitud, ya que las mediciones son muy inferiores al valor esperado, posiblemente el agua en este punto tiene baja mineralización o bajo contenido iónico, lo que reduce la conductividad.

Mientras que el valor de la exactitud del Punto 2 fue de 0,07, y el promedio de 78,17 $\mu\text{S/cm}$, lo que es muy cercano al valor de referencia que es de 84 $\mu\text{S/cm}$, es decir, la diferencia es pequeña, lo que indica alta exactitud, esto sugiere que el equipo de medición y el método empleado son fiables para este punto.

El valor de la exactitud en el Punto 3 fue de 0,07, y el promedio de 78,04 $\mu\text{S/cm}$, también se encuentra muy próximo al valor de referencia, al igual que en el punto 2, refleja alta

exactitud y coherencia con el valor real, con resultados muy confiables respecto al valor de referencia.

En relación a la incertidumbre del Punto 1 el valor fue de 1,35 y aunque el coeficiente de variación es alto, la incertidumbre sigue siendo moderada, lo que indica que el instrumento o método es confiable, pero las condiciones del sitio varían considerablemente, puesto que este punto es en el arroyo.

En cuanto a la incertidumbre del Punto 2, el valor fue de 0,14, esto quiere decir que el rango de incertidumbre es muy estrecho, lo que refleja gran estabilidad del método analítico y excelente confiabilidad en las mediciones.

De igual manera, el valor de la incertidumbre del Punto 3 fue de 0,14, presentando una baja incertidumbre, confirmando la repetibilidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 27

Resultados de los análisis estadístico de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	26,3	1,05	1,03
02/07/2025	33,5	1,06	1,04
03/07/2025	31,1	2,1	2,05
04/07/2025	29,1	2,7	2,65
07/07/2025	28,4	2,9	2,88
08/07/2025	20,4	0,6	0,2
09/07/2025	13,9	0,83	0,79
11/07/2025	17,8	1,04	1,03
14/07/2025	26,3	1,04	1,02
15/07/2025	33,2	1,06	1,04
16/07/2025	17,9	1,04	1,01
18/07/2025	26,4	1,03	1,02
21/07/2025	26,1	1,02	1,01
23/07/2025	33,6	1,09	1,05
25/07/2025	19,5	0,9	0,7
Análisis estadístico			
Promedio	25,57	1,30	1,23
Valor de referencia (NB 512)	5 UNT	5 UNT	5 UNT
Precisión (Coeficiente de Variación)	24,69	52,95	58,55
Nuevo valor con la exactitud	25,57 ± 4,11	1,30 ± 0,74	1,23 ± 0,75
Exactitud	4,11	0,74	0,75
Incertidumbre	8,23	1,48	1,51

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 27, se calcularon en base a la tabla N° 13, en la que se puede observar que el coeficiente de variación en el Punto 1 es de 24,69 %, lo que muestra alta dispersión y baja precisión, siendo “poco precisa”, según la tabla N°4; las condiciones del agua fueron muy inestables durante el mes, ya que el agua es del arroyo.

El coeficiente de variación del Punto 2 fue de 52,95 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N° 4; los valores cambian demasiado entre fechas, lo que hace que las mediciones no sean consistentes.

El coeficiente de variación del Punto 3 fue de 58,55 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N° 4; este punto presenta el mayor coeficiente de variación, por lo tanto, la menor precisión.

Respecto a la precisión del Punto 1, el valor fue de 4,11, y el promedio fue de 25,57 UNT, lo que significa que está muy alejado del valor de referencia (5 UNT), ya que este punto presenta una turbidez elevada, y se evidencia una baja exactitud, reflejando que las condiciones del agua están muy fuera del valor ideal.

El valor de la exactitud del Punto 2 fue de 0,74, y el promedio fue de 1,30 UNT, lo que indica una exactitud aceptable, ya que el valor máximo permisible es de 5 UNT; por ello, las mediciones son razonablemente confiables respecto al valor de referencia.

De igual manera, la exactitud del Punto 3 es aceptable, con un valor de 0,75, y un promedio de 1,23 UNT, la exactitud es similar a la del punto 2, indicando que las mediciones reflejan de forma bastante adecuada el valor esperado.

En lo que refiere a la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 8,23, encontrándose alta, lo que refleja que las mediciones presentan variaciones amplias y aunque el instrumento pueda ser preciso, el parámetro es naturalmente variable debido a los procesos físicos del entorno.

Mientras que la incertidumbre en el Punto 2 fue de 1,48, encontrándose baja, por lo que los resultados son confiables y reproducibles. El método de medición funciona adecuadamente en niveles bajos de turbidez.

De igual manera, la incertidumbre en el Punto 3 fue baja, con un valor de 1,51, confirmando la estabilidad de los resultados y confiabilidad del método analítico.

Tabla 28

Resultados del análisis estadístico de la Turbidez en UNT en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas de la Turbidez en UNT en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	28,4	2,9	2,88
05/08/2025	25	0,62	0,58
06/08/2025	16,3	0,5	0,34
08/08/2025	22	1,5	1,2
11/08/2025	20,4	0,6	0,2
12/08/2025	29,3	0,7	0,3
13/08/2025	20,5	0,7	0,3
15/08/2025	19,5	0,9	0,7
18/08/2025	13,6	0,42	0,39
19/08/2025	13,8	0,81	0,78
20/08/2025	17,7	1,02	1,01
22/08/2025	26,1	1,02	1,01
25/08/2025	33,1	1,05	1,01
27/08/2025	31,1	2,1	2,05
29/08/2025	29,1	2,7	2,65
Análisis estadístico			
Promedio	23,06	1,17	1,03
Valor de referencia (NB 512)	5 UNT	5 UNT	5 UNT
Precisión (Coeficiente de Variación)	27,41	67,22	82,86
Nuevo valor con la exactitud	23,06 ± 3,61	1,17 ± 0,77	1,03 ± 0,79
Exactitud	3,61	0,77	0,79
Incertidumbre	7,22	1,53	1,59

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 28, se calcularon en base a la tabla N° 14, en la que se puede observar que el coeficiente de variación del Punto 1 es de 27,41 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N°4; esto indica que las mediciones de turbidez en este punto fueron muy variables, los valores fluctúan bastante (entre 13,6 y 33,1 UNT), lo que refleja inestabilidad en la calidad del agua ya que es del arroyo.

El coeficiente de variación del Punto 2 indicó un valor de 67,22 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N°4; por lo que las mediciones son poco repetibles.

De igual manera el coeficiente de variación del Punto 3 fue de 82,86 %, siendo “poco precisa”, según la tabla N°4; ya que presenta una baja precisión.

En lo que refiere a la exactitud del Punto 1, el valor fue de 3,61 y el promedio fue de 23,06 UNT, lo que es muy superior al valor máximo permitido (5 UNT), esto refleja baja exactitud, pues las mediciones no se aproximan al valor de referencia, ya que el agua en este punto presenta alta turbidez, muy por encima del nivel aceptable.

En relación a la exactitud del Punto 2, el valor fue de 0,77 y el promedio fue de 1,17 UNT, estando por debajo del valor máximo permitido (5 UNT), esto significa que las mediciones están dentro del rango aceptable, con buena correspondencia respecto al valor de referencia, es decir, este punto presenta una buena exactitud ya que cumple con el límite de turbidez, mostrando agua relativamente clara.

De igual manera, la exactitud en el Punto 3 fue de 0,79 y el promedio fue de 1,03 UNT, indicando que también se encuentra por debajo del valor máximo permisible, muy cercano al punto 2, esto refleja buen grado de exactitud, ya que los valores se aproximan al nivel deseado (≤ 5 UNT), con resultados confiables en relación con el límite normativo.

En cuanto a la incertidumbre, del Punto 1, el valor fue de 7,22, encontrándose alta, reflejando variabilidad significativa en los valores, las mediciones no son consistentes, puede deberse a que este punto es en el arroyo.

Mientras que el valor de la incertidumbre del Punto 2 fue de 1,53, es decir, encontrándose baja, las mediciones son confiables y consistentes, con un margen de error pequeño respecto al promedio.

De igual manera, la incertidumbre del Punto 3 fue baja, con un valor de 1,59, lo que sugiere alta confianza en los resultados de turbidez, estables y reproducibles.

Tabla 29

Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de julio del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el mes de julio del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
01/07/2025	0	1	0,9
02/07/2025	0	1	1
03/07/2025	0	1,4	1,3
04/07/2025	0	1,5	1,5
07/07/2025	0	1	1
08/07/2025	0	1,1	1,05
09/07/2025	0	0,9	0,9
11/07/2025	0	1	1
14/07/2025	0	1	0,9
15/07/2025	0	1	1
16/07/2025	0	1	1
18/07/2025	0	1	0,9
21/07/2025	0	1	1
23/07/2025	0	1	1
25/07/2025	0	1	0,9
Análisis estadístico			
Promedio	0	1,06	1,02
Valor de referencia (NB 512)	1,5 mg/L	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Precisión (Coeficiente de Variación)	0	15,50	16,20
Nuevo valor con la exactitud	0 ± 1	1,06 ± 0,29	1,02 ± 0,32
Exactitud	0	0,29	0,32
Incertidumbre	0	0,59	0,64

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos de la tabla N° 29 se calcularon en base a la tabla N° 15, pudiéndose observar que para los tres puntos, el valor de referencia es 1.5 mg/L, la NB 512 indica que el mínimo es de 0,2 mg/L y el máximo de 1,5 mg/L. El valor de referencia representa el valor ideal o esperado para el parámetro medido, en este caso, el cloro libre residual.

Acercas del coeficiente de variación del Punto 1, el valor fue de 0 %, es decir, es “precisa” según la tabla N° 4, no hay variación, pero el valor medido fue 0 mg/L en todas las muestras, esto indica ausencia total de cloro y no representa una medición confiable en términos sanitarios, aunque estadísticamente no hay dispersión.

Respecto al coeficiente de variación del Punto 2, el valor fue de 15,50% y el valor del Punto 3 fue de 16,20%, por los valores obtenidos en ambos casos, según la tabla N° 4, la precisión es “regular”, ya que las mediciones muestran cierta variabilidad y la dispersión es notoria.

En cuanto a la exactitud del punto 1, el valor fue de 0, por lo que no se detectó cloro libre, por lo que no existe correspondencia con el valor de referencia que es de 1,5 mg/L, puesto que en este punto no se realiza la cloración.

Mientras que el valor de la exactitud del Punto 2 fue de 0,29 y el valor promedio de 1,06 mg/L, siendo bastante cercano al límite máximo que es de 1,5 mg/L. La diferencia relativa es baja, por lo tanto, la medición tiene buena exactitud.

El valor de la exactitud del Punto 3 fue de 0,32, y el promedio fue de 1,02 mg/L, también está cerca del valor de referencia, aunque un poco más alejado que el Punto 2, sigue considerándose una exactitud aceptable.

En lo que refiere a la incertidumbre del Punto 1, el valor fue de 0 en todas las lecturas, la incertidumbre resultó nula, pero, aunque estadísticamente parezca “preciso”, esto no

significa que el resultado sea bueno o confiable sanitariamente, ya que aunque el resultado es constante, es inexacto, puesto que este punto no contiene cloro, recalcando que el agua del mismo es del arroyo, por ende no se le dosifica cloro.

Con relación a la incertidumbre del Punto 2 y 3 es moderada; los resultados son confiables y adecuados para la desinfección, aunque requiere control periódico.

Tabla 30

Resultados de los análisis estadísticos del Cloro Libre Residual en mg/L en el Punto 1,2,3 (ver figura N°2) en el mes de agosto del 2025

Valores de medición			
Resultados de las muestras analizadas del Cloro Libre Residual en mg/L en el mes de agosto del 2025			
Fecha de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3
04/08/2025	0	1	0,9
05/08/2025	0	1,15	1,15
06/08/2025	0	1	1
08/08/2025	0	1,4	1,3
11/08/2025	0	1,1	1,05
12/08/2025	0	1	1,09
13/08/2025	0	1	1
15/08/2025	0	1	1
18/08/2025	0	1	0,9
19/08/2025	0	0,9	0,9
20/08/2025	0	1	1
22/08/2025	0	1	0,9
25/08/2025	0	1	1
27/08/2025	0	1,4	1,3
29/08/2025	0	1,5	1,5
Análisis estadístico			
Promedio	0	1,10	1,07
Valor de referencia (NB 512)	1,5 mg/L	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Precisión (Coeficiente de Variación)	0	16,75	16,59
Nuevo valor con la exactitud	0±1	1,10 ± 0,27	1,07 ± 0,29
Exactitud	0	0,27	0,29
Incertidumbre	0	0,54	0,58

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los resultados obtenidos en la tabla N° 30 se calcularon en base a la tabla N° 16, pudiéndose observar que el coeficiente de variación en el Punto 1 es de 0 mg/L, sin dispersión y aunque estadísticamente es “precisa” según la tabla N° 4, no quiere decir que sea apta para consumo directo, ya que no se realiza el proceso de cloración, puesto que este punto es en el arroyo.

Mientras que en el valor del Punto 2 fue de 16,75%, es decir, la precisión es “regular” según la tabla N° 4, esto indica fluctuaciones moderadas en la concentración de cloro, por lo que la estabilidad del proceso de cloración no es totalmente uniforme. A la vez, el valor del coeficiente de variación del Punto 3 fue de 16,59%, muy similar al Punto 2, lo que refleja una dosificación de cloro relativamente inestable pero aún aceptable dentro de los márgenes de control, teniendo una “precisión regular”, según la tabla N° 4.

La exactitud en el Punto 1 fue de 0, puesto que no existe cloración en este punto, mientras tanto, en el Punto 2, la exactitud fue de 0,27 y el promedio fue de 1,10 mg/L, estando bastante próximo al valor máximo permisible que según la tabla N°1 es de 1,5 mg/L; es decir, la diferencia es pequeña, lo que refleja buena exactitud, indicando que la concentración de cloro se mantiene dentro de un rango adecuado para desinfección.

En cuanto a la exactitud del Punto 3, el valor fue de 0,29 y el valor del promedio fue de 1,07 mg/L, también es cercano al valor de referencia y aunque ligeramente más alejado que el Punto 2, sigue siendo exacto y dentro del nivel esperado.

En lo referente a la incertidumbre en el punto 1, en este punto no se detectó cloro libre en ninguna de las mediciones durante el mes y al no existir variación (todas las lecturas fueron cero), la incertidumbre resulta nula (0,00), sin embargo, aunque estadísticamente parezca “preciso”, esto no significa que el resultado sea bueno o confiable sanitariamente. Una incertidumbre de 0,00 solo indica ausencia total de variación, pero el valor medido (0 mg/L)

no cumple con el valor de referencia (1,5 mg/L). En otras palabras, el resultado es constante pero completamente inexacto, ya que el punto 1 sigue sin cloro residual.

Respecto a la incertidumbre del Punto 2, su valor fue de 0,54, esto significa que las mediciones son confiables, aunque presentan una variación moderada entre las fechas de muestreo, y se concluye que el proceso de medición es preciso y controlado.

Mientras tanto, la incertidumbre en el Punto 3 fue de 0,58, y refleja variabilidad leve, pero las mediciones continúan siendo seguras y válidas.

9. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió evaluar de manera integral los parámetros de control mínimo de calidad del agua establecidos en la Norma Boliviana NB 512, correspondientes a pH, conductividad, turbidez, cloro libre residual, C. totales y E. coli, en tres puntos críticos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka, ubicada en el municipio de Cobija:

Punto 1: Toma de agua (Arroyo Bahía) – fuente superficial de abastecimiento: Los valores de turbidez, conductividad y presencia de C. totales superaron ampliamente los límites permisibles establecidos por la NB 512, confirmando que el agua cruda se encuentra altamente influenciada por factores ambientales y antrópicos, como la escorrentía superficial y aporte de materia orgánica. La elevada turbidez (promedios entre 23 y 26 UNT), la alta variabilidad (coeficientes de variación superiores al 20%) y la presencia de C. totales indican que el recurso hídrico del arroyo no es apto para consumo humano sin tratamiento previo.

Punto 2: Tanque de almacenamiento previo al sistema de bombeo: Los resultados mostraron una mejoría sustancial en todos los parámetros. Los valores de pH se mantuvieron dentro del rango normativo (6,5–9), la conductividad fue estable y representativa del proceso de clarificación, y la turbidez se redujo a valores inferiores a 1,5 UNT, sin embargo, los valores de turbidez promedio fueron bajos (1,17 UNT en agosto), con un coeficiente de variación elevado (67,22%), lo que indica que, aunque el sistema logra reducir significativamente la turbidez del agua, existe inestabilidad en los valores obtenidos entre los días de muestreo. Esta variabilidad puede asociarse a fluctuaciones en la eficiencia de los filtros o a diferencias en la dosificación del coagulante y del cloro libre residual. No obstante, los valores absolutos permanecen dentro del límite permisible establecido por la norma, garantizando la calidad del agua almacenada para su posterior distribución. La presencia de cloro libre residual se mantuvo entre 0,3 y 1,5 mg/L, garantizando la desinfección efectiva del agua. Además, los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia total de C. totales y E. coli, demostrando la eficacia del proceso de tratamiento y desinfección.

Punto 3: Salida de las bombas de agua de distribución (agua lista para consumo humano): Los valores registrados fueron similares a los del tanque de almacenamiento, manteniendo la estabilidad en todos los parámetros analizados y confirmando la ausencia de contaminación microbiológica secundaria durante la distribución, sin embargo, se observó un valor promedio de turbidez aún menor (1,03 UNT en agosto), aunque con el coeficiente de variación más alto (82,86%). Esto indica que el agua tratada cumple consistentemente

con la NB 512 en cuanto a turbidez, pero presenta fluctuaciones leves en la precisión analítica, posiblemente debido a pequeñas variaciones en la presión o en la limpieza de las líneas de distribución. Sin embargo, estas variaciones no afectan la potabilidad del agua, ya que el sistema mantiene niveles estables y seguros para el consumo humano.

Los resultados obtenidos durante los meses de julio y agosto de 2025 evidencian diferencias significativas entre el agua cruda y el agua tratada, lo que permite verificar la eficiencia del proceso de potabilización implementado en la planta.

La comparación entre los meses de julio y agosto muestra un comportamiento consistente y controlado en la calidad del agua tratada, con ligeras variaciones atribuidas a cambios estacionales y condiciones ambientales. En términos operativos, los valores obtenidos demuestran que la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka funciona adecuadamente, manteniendo los valores de turbidez del agua tratada dentro de los límites normativos, garantizando la eficiencia del proceso de clarificación y filtración y la seguridad sanitaria del agua distribuida. No obstante, la alta variabilidad estadística sugiere la necesidad de mejorar la estabilidad de los procesos internos, mediante una mayor frecuencia de calibración de equipos, optimización del control de dosificación y mantenimiento preventivo en las unidades de filtración.

Se puede afirmar que la Planta de Tratamiento de Agua Potable Eureka cumple con los requisitos establecidos por la Norma Boliviana NB 512, destinada al consumo humano en los puntos posteriores al tratamiento (tanque y bombas), garantizando que el agua distribuida a la población de Cobija sea segura, estable y de calidad sanitaria adecuada.

Son de suma importancia todos estos análisis, ya que con ellos, se puede medir la eficacia del tratamiento de agua potable e identificar problemáticas en puntos específicos y así la EPSA tomará la mejor decisión para garantizar la calidad del agua para los consumidores.

10. RECOMENDACIONES:

1. Optimización del tratamiento: Ajustar la dosificación de coagulantes, floculantes y cloro en función de la calidad del agua de entrada, especialmente en épocas de lluvia, cuando aumentan los niveles de turbidez y materia orgánica.
2. Mantenimiento preventivo del sistema de almacenamiento y distribución: Realizar limpiezas periódicas en los tanques y en las bombas de distribución para evitar la formación de biofilm y posibles contaminaciones secundarias.
3. Investigación y mejora continua: Promover la continuidad de estudios que incluyan análisis de metales pesados, compuestos orgánicos y parámetros emergentes, a fin de fortalecer el conocimiento sobre la calidad integral del recurso hídrico y su impacto en la salud pública.
4. Promover estudios periódicos realizados por estudiantes universitarios en la PTAP durante diferentes épocas del año: con el fin de evaluar la variabilidad estacional de la calidad del agua y detectar posibles fluctuaciones operativas. Esta información contribuirá a optimizar el proceso de potabilización y fortalecer los controles internos, además de apoyar la formación académica y la vinculación entre la universidad y el sistema de abastecimiento de agua potable.
5. Monitoreo sistemático y permanente de estos parámetros: especialmente durante periodos de lluvia o aumento del caudal del arroyo, ya que estas condiciones pueden generar variabilidad en la calidad del agua de ingreso y demandar ajustes operativos más frecuentes para mantener la estabilidad del sistema.
6. Promover la educación ambiental y la protección de la cuenca del Arroyo Bahía: ya que su conservación es fundamental para mantener una fuente de agua cruda de mejor calidad y, por ende, reducir la carga de tratamiento requerida.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alessandra María Caminati Briceño, R. (abril de 2013). Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1738/ING_526.pdf
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Agosto de 2013). *Programa de Agua Potable y Alcantarillado Periurbano Fase II - Análisis Ambiental y Social (AAS)*. Obtenido de https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/87/IADB-BO-L1087_nmGULu5.pdf
- BARRERA, J. A. (2017). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27128/1/TESIS%20PDF..pdf>
- Bartram, J., Charles, K., Evans, B., & O'Rourke, M. (2005). *Global Monitoring Report on Water Supply and Sanitation*.
- Cabanes, I. S. (3 de MORZO de 2014). Obtenido de <https://asolengin.files.wordpress.com/2014/03/tamac3b1o-de-muestra-en-la-estimacic3b3n-de-la-media-de-una-poblacic3b3n.pdf>
- Bolivia. (2000). *Ley N.º 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia
- CÁCERES, I. M. (febrero de 2006). Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/4220/1/15_1319.pdf
- CARE Internacional-Avina. Programa. (Enero de 2012). Obtenido de <http://www.avina.net/avina/wp-content/uploads/2013/03/MODULO-9-OK.pdf>
- CAVA SUÁREZ, T. R. (2016). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/850/BC-TES-5266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chiluza, A. D. *DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS EN LOS HOGARES DE LA PARROQUIA DE PASA DEL CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO DICIEMBRE 2014-MAYO 2015*[tesis de licenciatura, Universidad de Ambato].

Constitución Política Del Estado [CPE]. (2009, 7 de febrero). *Artículo 373-374 [CAPÍTULO QUINTO]*. InfoLeyes - Legislación online.

Crespo, I. R. (19 de Enero de 2000). Obtenido de <https://www.cepal.org/drni/proyectos/samtac/inbo00100.pdf>

Diersing, N. (mayo de 2009). *Water Quality: Frequently Asked Questions*. Obtenido de Florida Keys National Marine Sanctuary: <https://nmsfloridakeys.blob>

Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. <http://www.edu.xunta.gal> [libro electrónico].

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A. (Enero de 2012). Obtenido de <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>

EI HONORABLE CONGRESO NACIONAL, . (29 de OCTUBRE de 1999). Obtenido de <https://www.lexivox.org/norms/BO-L-2029.xhtml>

FUNCAGUA . (2020). *Funcagua por la vida Organización*. Obtenido de Funcagua Web site: <https://funcagua.org.gt>

Fundación Aquae. (s/f). *Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua*. Obtenido de Fundación Aquae: <https://www.fundacionaquae.org/>

Fundación Ecolec . (2 de junio de 2021). *¿Qué es la contaminación hídrica?* Obtenido de Fundación Ecolec : <https://ecolec.es/greenblog/actualidad/que-es-la-contaminacion-hidrica/>

Herencia, F. (2008). GEO COBIJA. Cobija.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta ed.). www.academia.edu/25455344/Metodología_de_la_investigación_Hernandez_Fernandez_y_Baptista_2010_.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.).

iAgua. (2021). *¿Qué es la contaminación del agua?* Obtenido de iAgua:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>

LAURA, C. A. (2011). Obtenido de
<http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/1892/1/T-1246.pdf>

LEY No. 1333 LEY DEL MEDIO AMBIENTE. (1992, 27 de abril). Gaceta Oficial de Bolivia.

LÓPEZ, J. E. (2010). Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133761.pdf>

LÓPEZ, M. G. (diciembre de 2016). Obtenido de
<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/23350/1/Tesis%20Gpe%20Reyes%20.pdf>

Mara. (1976). *Aguas Residuales y Tratamiento de Efluentes Cloacales Tratamiento de efluentes, caracterización, generalidades, definición y origen.*

MARIN, J. (Marzo de 2010). Obtenido de
<https://pt.slideshare.net/fundacionnaturabolivia/estudio-socioeconomico-ambiental-del-arroyo-bahia-cobija>

Marín, J., Forno, M., & Franco, E. (Octubre de 2010). *Agua Para Cobija: Análisis de Compensación por Servicios Ambientales en la Cuenca del Arroyo Bahía.* Obtenido de https://www.academia.edu/17322146/Agua_para_cobija

MEJICANOS, I. A. (noviembre de 2008). Obtenido de
<http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidos2008/INF-2008-009.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Agua Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2016, 13 de mayo). *Compendio Normativo sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano - Norma Boliviana 496 Agua potable Toma de muestras.*

Ministerio de Medio Ambiente y Agua Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. (Noviembre de 2016, Mayo). *Compendio Normativo sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano - Norma Boliviana 495 Agua Potable Definiciones y Terminologías.*

Ministerio de Medio Ambiente y Agua Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. (marzo de 2018). *Compendio Normativo sobre Calidad de Agua para*

Consumo Humano - REGLAMENTO NACIONAL NB 512 para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL NB 512: www.bivica.org/files/normativa-calidad-agua.pdf

MMAyA. (24 de octubre de 2015). Obtenido de <http://www.mmaya.gob.bo/index.php/noticias/0,1431.html>

Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2014). *Applied statistics and probability for engineers* (6th ed.). John Wiley & Sons.

NACIONES UNIDAS. (22 de marzo de 2015). Obtenido de <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/waterforlifebklt-s.pdf>

NIEBLES, A. K. (2014). Obtenido de <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0067155.pdf>

Nuestraesfera . (28 de febrero de 2014). *Contaminación del agua por actividades industriales.* Obtenido de Nuestraesfera: <https://nuestraesfera.cl/zoom/contaminacion-del-agua-por-actividades-industriales>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Guías para la calidad del agua potable* (4.ª ed.). OMS. <https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud . (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano.* Obtenido de Organización Mundial de la Salud : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality.* Obtenido de www.who.int

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Organización Mundial de la Salud, Agua, saneamiento y salud.* Obtenido de www.who.int

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano CUARTA EDICIÓN QUE INCORPORA LA PRIMERA ADENDA.* Obtenido de Organización Mundial de la Salud: www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

Paredes, A. Implementación del protocolo para la determinación de coliformes totales y E. Coli en agar Chromocult para la asociación municipal de acueductos comunitarios Amac. (*Tesis de grado*). Universidad Tecnológica de Pereira , Pereira.

PDM. (2007-2011). PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL. Cobija-Pando.

Pérez Porto, j., & Merino, M. (2017). *Definición de*. Obtenido de DEFINICIÓN DE AGUA POTABLE: <https://definicion.de/agua-potable/>

Postel, S., & Carpenter, S. R. (1997). Obtenido de Freshwater ecosystem services. En G.C. Daily (Ed.), *Nature's Services: Dependence on Natural Ecosystems* (pp. 195-214). Island Press.

Publicada en la Gaceta Oficial de Bolivia el . (27 de ABRIL de 1992). Obtenido de http://www.mmaya.gob.bo/uploads/documentos/ley_1333.pdf

Quiroga, W. A. (9 de Septiembre de 2015). Obtenido de <http://www.soldepando.com/httpwww-soldepando-comp27092/>

Ramos, L. A. (Julio de 2012). Obtenido de <https://pt.slideshare.net/maule/guia-tamao-de-la-muestra>

SIMBIOSIS, S. (2013). *Análisis Ambiental Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto Cap. Anibal Arab Fadul*. Cobija.

Spiegel, M. R., Schiller, J., & Srinivasan, R. A. (2013). *Estadística* (4.^a ed.). McGraw-Hill

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Principios de análisis instrumental* (6.^a ed.). Cengage Learning.

Torres, P. C. (2009). Obtenido de Índices de Calidad de Agua en fuentes superficiales utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano:. Una Revisión Crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15),7.

Transnational Institute y Corporate. (enero de 2009). Obtenido de http://www.waterjustice.org/uploads/attachments/A5%20format_esp_Sep2009.pdf

Universidad Amazónica de Pando . (julio de 2020). REGLAMENTO DE MODALIDAD DE GRADUACIÓN DEL ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES. Cobija, Bolivia.

VELA, R. J. (2017). Obtenido de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4690/Reynaldo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

12. ANEXOS

12.1. Anexo 1 fotografías del proceso de muestreo y análisis de laboratorio

Figura 17
Toma de Muestras del Punto 3



Figura 18
Toma de Muestras del Punto 3



Figura 19
Lectura del pH



Figura 20
Lectura de la Conductividad



Figura 21
Lectura de la Turbidez



Figura 22
Lectura de la Conductividad



Figura 23
Lectura del pH

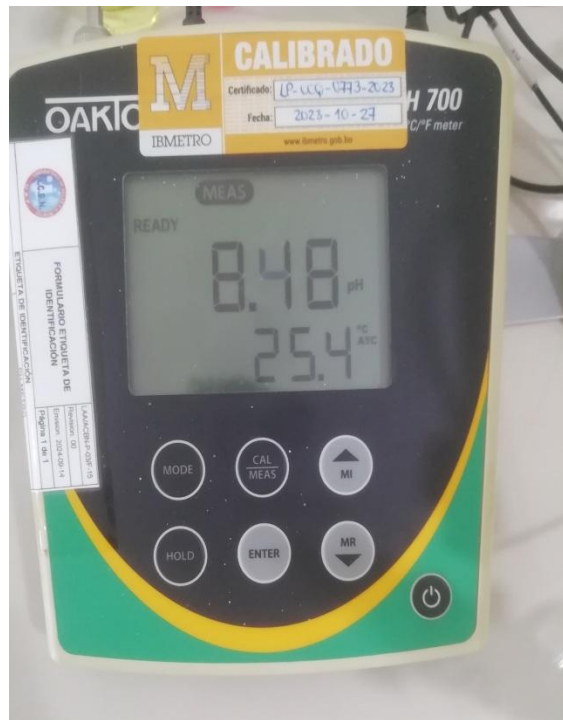


Figura 24
Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico



Figura 25
Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico



Figura 26
Preparación de los Instrumentos Para el Análisis Microbiológico



Figura 27
Lectura de los Análisis Microbiológicos



Figura 28
Lectura de los Análisis Microbiológicos



Figura 29

Lectura de Muestra de Agua del Punto 1

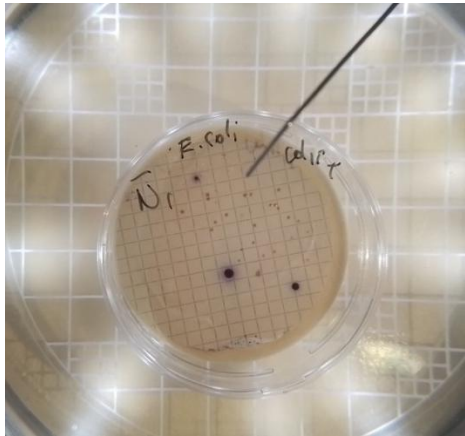


Figura 30

Lectura de Muestra de Agua del Punto 1

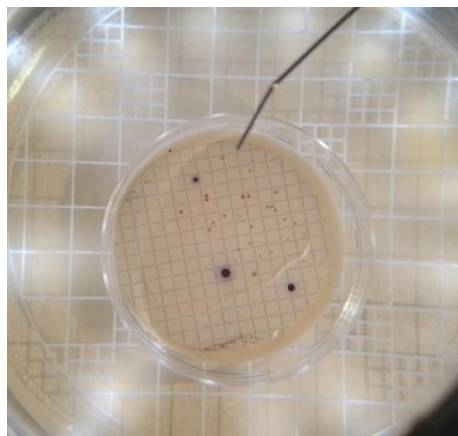


Figura 31

Lectura de Muestra de Agua del Punto 2

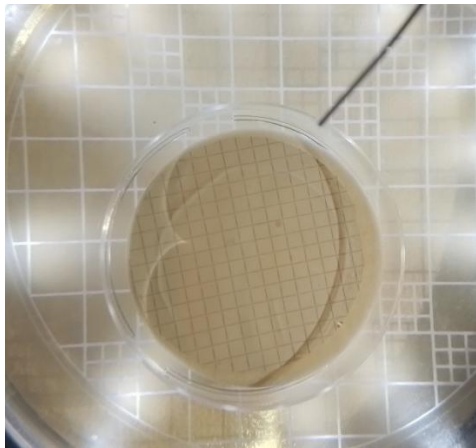


Figura 32

Lectura de Muestra de Agua del Punto 3

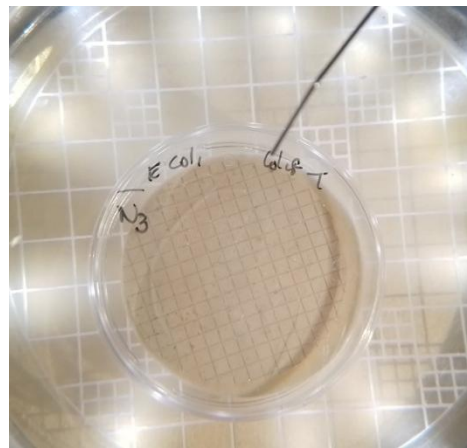
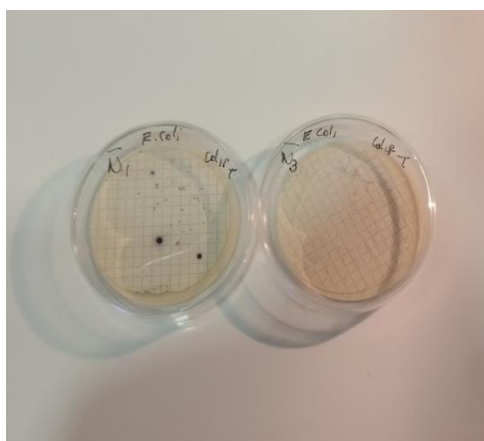


Figura 33

Lectura de las Muestras de Agua del Punto 1 y 3



12.2. Anexo 2 planilla de muestreo de resultados del laboratorio

Figura 34
Planilla de muestreo

Fecha:			
Codificación:			
pH:			
Conductividad:			
Turbidez:			
Temperatura:			
Cloro Libre Residual:			
C. totales:			
E. coli:			

12.3. Anexo 3 formulario de muestreo

Figura 35

Formulario de muestreo utilizado para el registro de datos en campo

Formulario de muestreo	
Nombre de la muestra:	.....
Fecha de muestreo:	.....
Hora de muestreo:	.....
Localidad:	.....
Coordenadas del punto de muestreo:	..... .....
Dirección del punto de muestreo:	.....
Volumen de la muestra extraída:	.....
Temperatura de la muestra:	.....
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio:	.....
Tipo de conservación de la muestra:	..... .....
Entidad:	.....
Observaciones:	.....
Responsable del muestreo:	.....
<hr/>	
Firma	

12.4. Anexo 4 planillas de muestreo de resultados del laboratorio escaneadas

Fecha: 01/07/2025			
Codificación:	A ₁	A ₂	A ₃
pH:	7,69	8,75	8,73
Conductividad:	28	82,5	81,9
Turbidez:	26,3	1,05	1,03
Temperatura:	25,2	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	7	0	0
E. coli:	2	0	0

Fecha: 02/07/2025			
Codificación:	B ₁	B ₂	B ₃
pH:	6,54	9	9
Conductividad:	25,5	79,8	79,4
Turbidez:	33,5	1,06	1,04
Temperatura:	25,4	25,2	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	6	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 03/07/2025			
Codificación:	C ₁	C ₂	C ₃
pH:	7,5	9	9
Conductividad:	28,1	96,1	96
Turbidez:	31,1	2,1	2,05
Temperatura:	26,8	26,5	26,3
Cloro Libre Residual:	0	1,4	1,3
C. totales:	4	0	0
E. coli:	1	0	0

Fecha: 04/07/2025			
Codificación:	D ₁	D ₂	D ₃
pH:	6,8	8,5	8,5
Conductividad:	24,5	97,5	97,1
Turbidez:	29,1	2,7	2,65
Temperatura:	26,6	26,4	26,2
Cloro Libre Residual:	0	1,5	1,5
C. totales:	8	0	0
E. coli:	4	0	0

Fecha: 07/07/2025			
Codificación:	E1	E2	E3
pH:	7,36	9	8,9
Conductividad:	24,3	97,2	97,5
Turbidez:	28,4	2,9	2,88
Temperatura:	26,6	26,5	26,7
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	7	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 08/07/2025			
Codificación:	F1	F2	F3
pH:	6,69	8,9	8,9
Conductividad:	24,5	57,7	54,4
Turbidez:	20,4	0,6	0,2
Temperatura:	25,2	25,6	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1,1	1,05
C. totales:	5	0	0
E. coli:	7	0	0

Fecha: 09/07/2025			
Codificación:	G1	G2	G3
pH:	6,55	9	8,9
Conductividad:	23,9	76,5	76,4
Turbidez:	13,9	0,83	0,79
Temperatura:	25,3	25,1	25,2
Cloro Libre Residual:	0	0,9	0,9
C. totales:	8	0	0
E. coli:	0	0	0

Fecha: 11/07/2025			
Codificación:	H1	H2	H3
pH:	7,39	8,55	8,49
Conductividad:	24	78,7	78,4
Turbidez:	17,8	1,04	1,03
Temperatura:	25,9	25,8	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	3	0	0
E. coli:	1	0	0

Fecha: 14/07/2025			
Codificación:	I1	I2	I3
pH:	7,69	8,75	8,73
Conductividad:	28	82,4	82,1
Turbidez:	26,3	1,04	1,02
Temperatura:	25,3	25,2	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	4	0	0
E. coli:	6	0	0

Fecha: 15/07/2025			
Codificación:	J1	J2	J3
pH:	6,55	8,52	8,49
Conductividad:	25,7	79,6	79,4
Turbidez:	33,2	1,06	1,04
Temperatura:	25,4	25,3	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	5	0	0
E. coli:	7	0	0

Fecha: 16/07/2025			
Codificación:	K1	K2	K3
pH:	7,39	8,49	8,47
Conductividad:	23,9	78,8	78,2
Turbidez:	17,9	1,04	1,01
Temperatura:	25,9	25,6	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	11	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 18/07/2025			
Codificación:	L1	L2	L3
pH:	7,69	8,76	8,75
Conductividad:	27,9	82,4	81,9
Turbidez:	26,4	1,03	1,02
Temperatura:	25	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	4	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 21/07/2025			
Codificación:	M1	M2	M3
pH:	7,67	8,73	8,70
Conductividad:	27,9	82,2	81,9
Turbidez:	26,1	1,02	1,01
Temperatura:	25	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	5	0	0
E. coli:	2	0	0

Fecha: 23/07/2025			
Codificación:	N1	N2	N3
pH:	6,52	8,54	8,43
Conductividad:	25,7	79,9	79,5
Turbidez:	33,6	1,09	1,05
Temperatura:	25,4	25,3	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	3	0	0
E. coli:	0	0	0

Fecha: 25/07/2025			
Codificación:	Ñ1	Ñ2	Ñ3
pH:	6,9	8,5	8,4
Conductividad:	25,5	57,8	54,5
Turbidez:	19,5	0,9	0,7
Temperatura:	25,5	25,6	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	4	0	0
E. coli:	2	0	0

Fecha: 04/08/2025			
Codificación:	01	02	03
pH:	7,36	9	9
Conductividad:	24,3	97,2	97,5
Turbidez:	28,4	2,9	2,88
Temperatura:	26,6	26,5	26,6
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	9	0	0
E. coli:	5	0	0

Fecha: 05/08/2025			
Codificación:	P ₁	P ₂	P ₃
pH:	7,36	8	7,9
Conductividad:	36,1	73	74,3
Turbidez:	25	0,62	0,58
Temperatura:	24,2	24,3	24,3
Cloro Libre Residual:	0	1,15	1,15
C. totales:	12	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 06/08/2025			
Codificación:	Q1	Q2	Q3
pH:	6,49	9	8,9
Conductividad:	23,5	70,9	70,2
Turbidez:	16,3	0,5	0,34
Temperatura:	25,3	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	6	0	0
E. coli:	1	0	0

Fecha: 08/08/2025			
Codificación:	R1	R2	R3
pH:	7,36	9	9
Conductividad:	42,6	79,4	81,4
Turbidez:	22	1,5	1,2
Temperatura:	24,5	24,6	24,6
Cloro Libre Residual:	0	1,4	1,3
C. totales:	13	0	0
E. coli:	2	0	0

Fecha: 11/08/2025			
Codificación:	S1	S2	S3
pH:	6,69	8,9	8,9
Conductividad:	24,5	69,7	69,4
Turbidez:	20,4	0,6	0,2
Temperatura:	25,2	25,6	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1,1	1,05
C. totales:	6	0	0
E. coli:	6	0	0

Fecha: 12/08/2025			
Codificación:	T1	T2	T3
pH:	6,58	8,1	8
Conductividad:	23,2	61,4	60,6
Turbidez:	29,3	0,7	0,3
Temperatura:	25,4	25,7	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1	1,09
C. totales:	5	0	0
E. coli:	0	0	0

Fecha: 13/08/2025			
Codificación:	U1	U2	U3
pH:	6,57	9	9
Conductividad:	23,1	65,5	65,2
Turbidez:	20,5	0,7	0,3
Temperatura:	25,3	25,2	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	7	0	0
E. coli:	7	0	0

Fecha: 15/08/2025			
Codificación:	V1	V2	V3
pH:	6,9	8,5	8,4
Conductividad:	25,5	69,8	69,5
Turbidez:	19,5	0,9	0,7
Temperatura:	25,5	25,6	25,5
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	8	0	0
E. coli:	1	0	0

Fecha: 18/08/2025			
Codificación:	W1	W2	W3
pH:	6,6	8,9	8,7
Conductividad:	32	72,6	71,1
Turbidez:	13,6	0,42	0,39
Temperatura:	25,2	25,5	25,4
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	6	0	0
E. coli:	2	0	0

Fecha: 19/08/2025			
Codificación:	X1	X2	X3
pH:	6,43	9	9
Conductividad:	23,3	76,3	76,1
Turbidez:	13,8	0,81	0,78
Temperatura:	25,2	25	25
Cloro Libre Residual:	0	0,9	0,9
C. totales:	11	0	0
E. coli:	3	0	0

Fecha: 20/08/2025			
Codificación:	Y1	Y2	Y3
pH:	7,37	8,49	8,45
Conductividad:	23,9	80,5	80,2
Turbidez:	17,7	1,02	1,01
Temperatura:	25,8	25,6	25,2
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	9	0	0
E. coli:	5	0	0

Fecha: 22/08/2025			
Codificación:	Z1	Z2	Z3
pH:	7,67	8,73	8,70
Conductividad:	27,9	82,2	81,9
Turbidez:	26,1	1,02	1,01
Temperatura:	25	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	0,9
C. totales:	12	0	0
E. coli:	7	0	0

Fecha: 25/08/2025			
Codificación:	AB1	AB2	AB3
pH:	6,5	8,5	8,42
Conductividad:	25,2	80,5	80,1
Turbidez:	33,1	1,05	1,01
Temperatura:	25,3	25,1	25,1
Cloro Libre Residual:	0	1	1
C. totales:	4	0	0
E. coli:	0	0	0

Fecha: 27/08/2025			
Codificación:	CD1	CD2	CD3
pH:	7,5	9	8,90
Conductividad:	28,1	96,1	96
Turbidez:	31,1	2,1	2,05
Temperatura:	26,8	26,5	26,3
Cloro Libre Residual:	0	1,4	1,3
C. totales:	6	0	0
E. coli:	0	0	0

Fecha: 29/08/2025			
Codificación:	EF1	EF2	EF3
pH:	6,8	9	9
Conductividad:	24,5	97,5	97,1
Turbidez:	29,1	2,7	2,65
Temperatura:	26,6	26,4	26,2
Cloro Libre Residual:	0	1,5	1,5
C. totales:	3	0	0
E. coli:	0	0	0

12.5. Anexo 5 formularios de muestreo escaneados

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: A1, A2, A3

Fecha de muestreo: 01/10/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673,905E, 8778289,3350 N; P2: 525469,877E, 8778308,967 N; P3: 525447,401E, 8778330,882 N

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 50 ml

Temperatura de la muestra: A1 = 25,3 ; A2 = 25,1 ; A3 = 25,1


Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: B1, B2, B3

Fecha de muestreo: 02/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.705E, 8778281.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500 ml

Temperatura de la muestra: B1: 25.4; B2: 25.2; B3: 25.2

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: UAP

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: C1, C2, C3
Fecha de muestreo: 03/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobia
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: DTAP EPSA Cobia
Volumen de la muestra extraída: 500 ml
Temperatura de la muestra: C1: 26.8; C2: 26.5; C3: 26.3
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Día lluvioso
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Méndez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: D1, D2, D3

Fecha de muestreo: 04/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobiya

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;

P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPBA Cobiya

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: D1 = 26,5 ; D2 = 26,4 ; D3 = 26,2


Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Día lluvioso

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: E1, E2, E3

Fecha de muestreo: 07.07.2015

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;

P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: DTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: E1: 26.6; E2: 26.5; E3: 26.7

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P

Observaciones: Día lluvioso

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: F1, F2, F3

Fecha de muestreo: 08/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;

P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP IPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: F1 = 25.2; F2 = 25.6; F3 = 25.5

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: G1, G2, G3

Fecha de muestreo: 09/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;

P2: 525469.87E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: G1: 25,3; G2: 25,1; G3: 25,2

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: H1, H2, H3
Fecha de muestreo: 11/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobyá
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobyá
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: H1: 25,9; H2: 25,8; H3: 25,5
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Uca Méndez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: I1, I2, I3
Fecha de muestreo: 14/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobiya
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N J9L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N J9L; P3: 525447.401E, 8778330.882N J9L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobiya
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: I1: 25,3 ; I2: 25,2 ; I3: 25,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: J1, J2, J3
Fecha de muestreo: 15/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobiya
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L ;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L ; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobiya
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: J1: 25,4 ; J2: 25,3 ; J3: 25,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: O.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: K1, K2, K3

Fecha de muestreo: 16/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobiya

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobiya

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: K1: 25,9; K2: 25,6; K3: 25,2

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Ninguna


Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: L1, L2, L3
Fecha de muestreo: 18/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.705E, 8778289.335N 59L5
P2: 525469.877E, 8778318.967N 59L; P3: 525441.401E, 8778330.882N 59L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: L1: 25 ; L2: 25,1 ; L3: 25,1
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: VAP
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Hernandez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: M1, M2, M3
Fecha de muestreo: 21/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N IRL;
P2: 525469.877E, 8778318.967N IRL; P3: 525447.401E, 8778330.882N IRL.
Dirección del punto de muestreo: PTAP...EPSA...Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: M1: 25 ; M2: 25,1 ; M3: 25,1
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: N1, N2, N3
Fecha de muestreo: 23/07/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAR EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: N1: 25,4; N2: 25,3; N3: 25,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Uca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: Ñ1, Ñ2, Ñ3

Fecha de muestreo: 25/07/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobyja

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335 N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967 N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882 N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobyja

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: Ñ1: 25,5; Ñ2: 25,6; Ñ3: 25,5

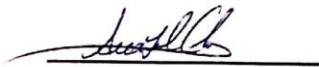
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: 01, 02, 03

Fecha de muestreo: 04/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.405 E, 8778289.335 N J9L;

P2: 525464.877 E, 8778318.967 N J9L; P3: 525447.401 E, 8778330.882 N J9L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EDSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500 ml

Temperatura de la muestra: O1: 26,6 ; O2: 26,5 ; O3: 26,6

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P

Observaciones: Ninguna

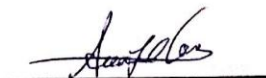
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: P1, P2, P3
Fecha de muestreo: 05/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525473.905E, 8778281.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.767N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882 N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAP. EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: P1: 24,2; P2: 24,3; P3: 24,3
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

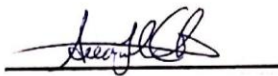
Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: Q1, Q2, Q3
Fecha de muestreo: 06/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N J91;
P2: 525469.877E, 8778318.967N J91; P3: 525447.401E, 8778330.882N J92
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: Q1: 25,3 ; Q2: 25,1 ; Q3: 25,1
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: UAP
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: R1, R2, R3
Fecha de muestreo: 08/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 877838.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAR EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: R1: 24.5; R2: 24.6; R3: 24.6
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo


Nombre de la muestra: S1, S2, S3
Fecha de muestreo: 11/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905 E, 8778287.335 N 59L;
P2: 525469.877 E, 8778318.967 N; P3: 525447.401 E, 8778330.882 N 59L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500 ml
Temperatura de la muestra: S1: 25,2; S2: 25,6; S3: 25,5
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: T1 T2 T3
Fecha de muestreo: 12/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525 673.905E, 8778289.335N 59L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 59L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 59L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: T1: 25,4 ; T2: 25,7 ; T3: 25,5
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: U1, U2, U3
Fecha de muestreo: 13/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobiya
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N IRL;
P2: 525469.877E, 8778318.967N IRL; P3: 525447.401E, 8778330.882N IRL
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobiya
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: U1: 25,3; U2: 25,2; U3: 25,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: UAP
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: V1 V2 V3

Fecha de muestreo: 15/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobiya

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.705E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPISA Cobiya

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: V1: 25.5; V2: 25.6; V3: 25.5

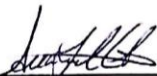
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Uica Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: W1, W2, W3
Fecha de muestreo: 18/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 19L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: W1: 25,2; W2: 25,5; W3: 25,4
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: X1, X2, X3

Fecha de muestreo: 19/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 19L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 19L; P3: 525477.901E, 8778330.882N 19L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: X1: 25.2; X2: 25; X3: 25

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: UAP


Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Uca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: Y1, Y2, Y3
Fecha de muestreo: 20/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 49L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 49L; P3: 525447.401E, 8778330.892N 49L
Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: Y1: 25,8; Y2: 25,6; Y3: 25,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: Z1 Z2 Z3

Fecha de muestreo: 22/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: S25673.905E, 8778289.335N 4L;

P2: S25469.877E, 8778318.967N 4L; P3: S25447.401E, 8778330.882N 4L

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 300ml

Temperatura de la muestra: Z1: 25; Z2: 25,1; Z3: 25,1

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: AB1, AB2, AB3

Fecha de muestreo: 25/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobiya

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 496;

P2: 525469.872E, 8778318.967N 496; P3: 525447.401E, 8778330.882N 496

Dirección del punto de muestreo: PTAP EPSA Cobiya

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: AB1: 25,3; AB2: 25,1; AB3: 25,1

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: UAP

Observaciones: Ninguna

Responsable del muestreo: Ana Carolina Uca Mendez


Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: CD1 CD2 CD3

Fecha de muestreo: 27/08/2025

Hora de muestreo: 08:30

Localidad: Cobija

Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N 59L;
P2: 525469.877E, 8778318.967N 59L; P3: 525447.401E, 8778330.882N 59L

Dirección del punto de muestreo: PTAP. EPSA Cobija

Volumen de la muestra extraída: 500ml

Temperatura de la muestra: CD1: 26.8; CD2: 26.5; CD3: 26.3

Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 minutos

Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración

Entidad: U.A.P.

Observaciones: Ninguna

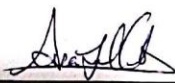
Responsable del muestreo: Ana Carolina Vaca Mendez



Firma

Formulario de muestreo

Nombre de la muestra: EF1, EF2, EF3
Fecha de muestreo: 29/08/2025
Hora de muestreo: 08:30
Localidad: Cobija
Coordenadas del punto de muestreo: P1: 525673.905E, 8778289.335N J9L;
P2: 525469.877E, 8778218.967N J9L; P3: 525447.401E, 8778330.882N J9L
Dirección del punto de muestreo: PTAP. EPSA Cobija
Volumen de la muestra extraída: 500ml
Temperatura de la muestra: EF1: 26,6; EF2: 26,4; EF3: 26,2
Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: 20 min
Tipo de conservación de la muestra: Refrigeración
Entidad: U.A.P.
Observaciones: Ninguna
Responsable del muestreo: Ana Carolina Uca Méndez



Firma