



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA



TESIS

Evaluación de la calidad del agua y su relación con la infraestructura existente en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén -2025

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Autores:

Bach. Segundo Loymer Cieza Irigoin
Bach. Luis Miguel Soberón Montalvo

Asesor:

Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes

Lambayeque – Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA



TESIS

Evaluación de la calidad del agua y su relación con la infraestructura existente en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén -2025

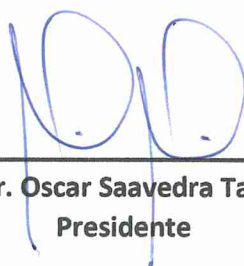
Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

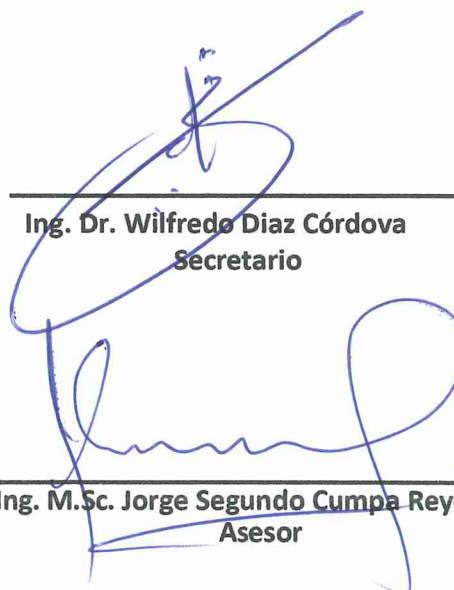
Autores:

Bach. Segundo Loymer Cieza Irigoin
Bach. Luis Miguel Soberón Montalvo

Aprobado por:



Ing. Dr. Oscar Saavedra Tafur
Presidente



Ing. Dr. Wilfredo Diaz Córdova
Secretario



Ing. Dr. Enoch Abraham Montes Bances
Vocal



Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN N°032-2026-UINV-FIA



Siendo las 11:30 horas del día 02 de SEPTIEMBRE de 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°252-2025-FIA, conformado por:

ING. DR. OSCAR SAAVEDRA TAFUR
ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
ING. DR. ENOCH ABRAHAM MONTES BANCES

Presidente
Secretario
Vocal



Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°257-2026-FIA; denominado **"EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACION CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAEN - 2025"**, bajo la responsabilidad de los bachilleres **SEGUNDO LOYMER CIEZA IRIGOIN Y LUIS MIGUEL SOBERON MONTALVO**, asesorado por el **Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.

Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas a los sustentantes y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió APROBAR la tesis con el calificativo de MUY BUENO correspondiente a la nota de 18 (Dieciocho).

En consecuencia, los referidos Bachilleres quedan aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:50 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.



ING. DR. OSCAR SAAVEDRA TAFUR
Presidente de jurado



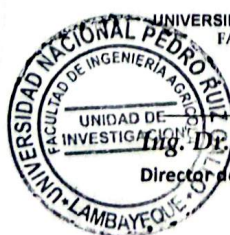
ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
Secretario de jurado



ING. DR. ENOCH ABRAHAM MONTES BANCES
Vocal del jurado



ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES
Asesor





Ing. Dr. Wilfredo Díaz Cordova
Director de la Unidad de Investigación -FIA

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

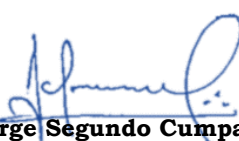
Yo, **JORGE SEGUNDO CUMPA REYES**, usuario revisor de la de tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ , titulado :

“Evaluación de la calidad del agua y su relación con la infraestructura existente en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén – 2025””, cuyos autor (es) son: Cieza Irigoin Segundo Loymer con DNI N° 75871120 y Soberón Montalvo Luis Miguel con DNI N° 72678541 ; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 15%, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó el reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 11 de junio del 2026.


Ing. Jorge Segundo Cumpa Reyes
DNI. 17400177
Asesor

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Recibo digital (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Evaluación de la calidad del agua y su relación con la infraestructura existente en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén – 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	12%	9%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upsc.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	3%
	Trabajo del estudiante	
3	repositorio.unach.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	www.cepis.org.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.upsc.edu.pe:8080	<1%
	Fuente de Internet	
7	Tomás Darío Marín-Velásquez, Edwin Julio Córdor-Salvatierra. "Capacidad de retención de hidrocarburos del endocarpio de coco en	<1%


Ing. Jorge Segundo Cumpa Reyes
DNI. 17400177
Asesor

aguas aceitosas", Tecnología y ciencias del agua, 2021

Publicación

8	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
10	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	www.sciencegate.app Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.city.sakai.lg.jp Fuente de Internet	<1 %
15	ri.conicet.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
16	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %



Ing. Jorge Segundo Cumpa Reyes

DNI. 17400177

Asesor

18	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
19	Percca Naira, Nelida. "Evaluacion de la calidad de agua para consumo humano y su incidencia en la salud de la poblacion del distrito de Putina region Puno - 2024", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru), 2025 Publicación	<1 %
20	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad del Sagrado Corazon Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.unb.br Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Mamani Aguilar, Mery Maribel. "Parámetros fisicoquímicos, metales pesados (As y Pb), bacteriológicos y alternativas de saneamiento ambiental de fuentes de agua de la comunidad Suches, distrito Caracoto,	<1 %



Ing. Jorge Segundo Cumpa Reyes
DNI. 17400177
Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Segundo Loymer Cieza Irigoin
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Evaluación de la calidad del agua y su relación con la infraestr...
Nombre del archivo: INFORME_FINAL.pdf
Tamaño del archivo: 10.41M
Total páginas: 108
Total de palabras: 19,623
Total de caracteres: 120,264
Fecha de entrega: 04-may-2026 09:42a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2951216694

 UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

"Evaluación de la calidad del agua y su relación con la
infraestructura existente en el Centro Poblado Tabacal,
Chontali, Jaén - 2025"

Para optar el título profesional de:
INGENIERO (A) AGRÍCOLA

Autor (es):
Cieza Irigoin Segundo Loymer
Soberón Montalvo Luis Miguel

Asesor:
Dr. Jorge Segundo Cumpa Reyes

Lambayeque - Perú
(2024)

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.


Ing. Jorge Segundo Cumpa Reyes
DNI. 17400177
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarnos en cada etapa de nuestra formación universitaria, por darnos fortaleza en los momentos difíciles y claridad para tomar decisiones acertadas. Su guía fue fundamental para mantenernos firmes y constantes hasta alcanzar esta meta.

A nuestros padres, quienes han sido el respaldo más sólido de nuestras vidas. Su esfuerzo diario, su sacrificio y la confianza que siempre depositaron en nosotros hicieron posible que hoy culminemos esta etapa profesional. Este logro también es resultado de su trabajo, sus consejos y los valores que nos inculcaron desde el inicio.

A nuestras familias y hermanos, por su apoyo permanente y por alentarnos a seguir adelante en cada etapa del proceso. Y de manera especial, el uno al otro, por el compromiso asumido desde el primer día, por el trabajo constante, la responsabilidad compartida y la determinación de cumplir este objetivo. Hoy cerramos esta etapa como profesionales, con la satisfacción de haber cumplido la meta trazada.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a la Facultad de Ingeniería Agrícola por la formación académica recibida durante nuestra etapa universitaria y por brindarnos las herramientas necesarias para nuestro desarrollo profesional.

Al Dr. Jorge Segundo Cumpa Reyes, nuestro asesor, por su orientación constante, su disposición para guiarnos y sus valiosos aportes técnicos, los cuales permitieron encaminar adecuadamente la presente investigación.

Asimismo, agradecemos a los ingenieros Saavedra Tafur, Díaz Córdova y Montes Bances, miembros del jurado, por la revisión crítica del trabajo y por las observaciones y sugerencias que contribuyeron a fortalecer y mejorar este estudio.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento a las autoridades y pobladores del Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, por permitirnos desarrollar el trabajo de campo en su comunidad y facilitarnos la información necesaria sobre su sistema de abastecimiento de agua, así como a todas las personas que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la culminación de esta tesis.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano y analizar su relación con el estado de la infraestructura hídrica en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025. Se empleó un enfoque mixto, con diseño no experimental, correlacional y de corte transversal. Se realizaron muestreos en tres sectores (Turrence, La Huaca y Tabacal) durante julio de 2025, analizándose parámetros físicos-químicos y microbiológicos conforme al D.S. N.º 031-2010-SA, y se aplicaron checklists e inspecciones técnicas para evaluar la captación, conducción, almacenamiento y distribución del sistema de abastecimiento. Los resultados demostraron que el pH, la temperatura y los sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los límites normativos, mientras que la turbidez en La Huaca y Tabacal ($\approx 22,7$ UNT) supera en 4,5 veces el máximo permitido (5 UNT). En el componente microbiológico, se evidenció presencia de coliformes totales en todos los puntos de muestreo y contaminación fecal severa en La Huaca y Tabacal (>200 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes), además de ausencia total de cloro residual en la red, lo que hace que el agua no sea apta para consumo humano directo. La infraestructura hídrica presentó un índice global de estado de 33 %, con deterioro crítico y ausencia de mantenimiento preventivo. Se confirmó una correlación negativa fuerte y estadísticamente significativa entre el deterioro de la infraestructura y la calidad del agua, identificándose mecanismos causales específicos (fisuras, fugas, falta de desinfección), por lo que se recomiendan intervenciones urgentes de rehabilitación y cloración continua.

Palabras clave: Calidad del agua; infraestructura hídrica rural; abastecimiento de agua potable; Centro Poblado Tabacal.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the quality of drinking water and analyze its relationship with the state of the water infrastructure in the Tabacal community, Chontalí district, Jaén province, during 2025. A mixed-methods approach was used, with a non-experimental, correlational, and cross-sectional design. Sampling was carried out at three points (Turrence, La Huaca, and Tabacal) during July 2025, and physicochemical and microbiological parameters were analyzed according to Supreme Decree No. 031-2010-SA. Checklists and technical inspections were applied to evaluate the intake, conveyance, storage, and distribution of the water supply system. The results showed that pH, temperature, and total dissolved solids were within regulatory limits, while turbidity in La Huaca and Tabacal (≈ 22.7 NTU) exceeded the maximum permitted level (5 NTU) by 4.5 times. In the microbiological component, total coliforms were present at all sampling points, and severe fecal contamination was found in La Huaca and Tabacal (>200 MPN/100 mL of thermotolerant coliforms). Furthermore, there was a complete absence of residual chlorine in the network, rendering the water unsuitable for direct human consumption. The water infrastructure presented an overall condition index of 33%, indicating critical deterioration and a lack of preventive maintenance. A strong and statistically significant negative correlation was confirmed between the deterioration of the infrastructure and water quality, with specific causal mechanisms identified (cracks, leaks, lack of disinfection). Therefore, urgent rehabilitation interventions and continuous chlorination are recommended.

Keywords: Water quality; rural water infrastructure; drinking water supply; Tabacal Community.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Formulación del problema de investigación	12
1.3. Objetivos de la Investigación	13
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	13
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	13
1.4. Justificación del estudio	13
1.5. Limitaciones de la investigación	13
CAPITULO II: DISEÑO TEORICO	15
2.1. Antecedentes del estudio	15
2.1.1. <i>Internacionales</i>	15
2.1.2. <i>Nacionales</i>	16
2.2. Bases Teóricas.....	18
2.3. Operacionalización de variables	20
2.4. Hipótesis general y específicas.....	21
2.4.1. <i>Hipótesis General</i>	21
2.4.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	21
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	22
3.1. Tipo y nivel de investigación	22

3.2. Población y muestra.....	22
3.2.1. Población	22
3.2.2. Muestra.....	23
3.3. Técnicas e instrumentos, equipos y materiales.....	23
3.4. Procesamiento de datos	24
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	26
5.1. Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Tabacal	26
5.1.1. Análisis de Parámetros Físico-Químicos	26
5.1.2. Análisis de Parámetros Microbiológicos.....	31
5.2. Evaluación del Estado Actual de la Infraestructura Hídrica Existente	36
5.3. Correlación entre Calidad del Agua e Infraestructura Hídrica	50
5.3.1. Correlaciones Específicas por Componente	51
5.3.2. Propuesta de Acciones de Mejora	57
5.3.3 Presupuesto y financiamiento.....	66
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	67
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de pH en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen.....	26
Tabla 2 Valores de Turbidez en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen	27
Tabla 3 Valores de Temperatura (°C) en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen.....	28
Tabla 4 Valores de Conductividad eléctrica en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen	29
Tabla 5 Sólidos Totales Disueltos (STD) en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen	30
Tabla 6 Presencia de Cloro Residual Libre en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen	31
Tabla 7 Resultados obtenidos del análisis de coliformes totales en muestras.....	32
Tabla 8 Resultados obtenidos del análisis de coliformes Termotolerantes en muestras.....	33
Tabla 9 Tabla resumen del nivel de Cumplimiento Normativo.....	34
Tabla 10 Síntesis de Hallazgos Principales	36
Tabla 11 Evaluación del estado de la estructura de captación.....	38
Tabla 12 Evaluación del sistema de conducción.....	40
Tabla 13 Condiciones del sistema de almacenamiento	41
Tabla 14 Resultados de la evaluación de la red de distribución.....	43
Tabla 15 Evaluación del mantenimiento y gestión operativa.....	44
Tabla 16 Impactos climáticos sobre la infraestructura.....	45
Tabla 17 Fuentes de contaminación y nivel de riesgo.....	46
Tabla 18 Resultados del Índice de estado de la infraestructura hídrica	49
Tabla 19 Clasificación del deterioro por componente.....	49
Tabla 20 Matriz de correlación entre infraestructura y calidad del agua	50
Tabla 21 Correlación captación-turbidez.....	51
Tabla 22 Correlación ausencia de desinfección-contaminación microbiológica...	51
Tabla 23 Correlación estado de reservorios-parámetros químicos	53
Tabla 24 Análisis diferencial del centro poblado Tabacal	54
Tabla 25 Validación estadística de correlaciones (basada en comparación entre puntos)	56
Tabla 26 Cronograma acciones de mejora	63
Tabla 27 Impacto proyectado sobre calidad del agua en La Huaca.....	64
Tabla 28 Impacto proyectado sobre estado de infraestructura.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tramo de toda la captación del agua desde el punto de inicio	23
Figura 2 Gráfico de barras sobre el nivel de cumplimiento normativo del CP Tabacal, Chontali, Jaen	35
Figura 3 Estado de la estructura de captación	37

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La calidad del agua a nivel mundial muestra un ligero deterioro, evidenciado en la reducción de la proporción de cuerpos de agua con condiciones ambientales adecuadas, que pasó del 57% en 2017 al 56% en 2023. Esta situación afecta a aproximadamente 4,8 mil millones de personas, cuya salud y medios de vida se encuentran en riesgo si no se implementan medidas correctivas oportunas (Water Quality, 2024). Asimismo, el año 2023 se registró como el más seco en las últimas tres décadas para los ríos a nivel global, intensificando la escasez hídrica y comprometiendo tanto la disponibilidad como la calidad del recurso. Este escenario se ve agravado por la pérdida acelerada de glaciares, fenómeno estrechamente asociado al cambio climático (World Meteorological Organization, 2024).

Según UNICEF (2023), aproximadamente 2.2 mil millones de individuos son afectados al carecer de disponibilidad de agua potable, estando supervisados de forma segura, y Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que dos mil millones consumen agua contaminada provocando 485,000 muertes anuales relacionadas con diarrea causada por agua insalubre; además, más de 1.7 mil millones consumen agua con contaminación fecal (UNICEF, 2023).

En países como Irlanda, de 1,459 cuerpos de agua evaluados, 232 empeoraron su calidad y 187 mejoraron, utilizando como indicador biológico valor-Q para macroinvertebrados (Environmental Protection Agency, 2024). En Estados Unidos, entre 70 y 94 millones de personas están expuestas a concentraciones elevadas de contaminantes PFAS en agua asignada al consumo del individuo (US EPA, 2023). Esta contaminación marina, con un 80% proveniente de fuentes terrestres, causa la muerte anual de casi un millón de aves marinas y fauna acuática. El monitoreo científico destaca la urgente necesidad de innovar tecnológicamente para la detección y gestión de contaminantes. Esta situación refleja la complejidad y gravedad actual de las características del agua a nivel internacional, con base en información actual y confiable que demuestra la urgente necesidad de implementar medidas coordinadas para su mejora y salvaguardar la salud pública.

La problemática del Centro Poblado Tabacal, ubicado en distrito de Chontalí, Jaén, relacionándose con calidad del agua, siendo una situación crítica que

repercute negativamente en el bienestar y salud de sus habitantes. Este sistema actual, construido hace más de 15 años, presenta un estado crítico de deterioro que compromete gravemente la provisión de agua a las personas. La infraestructura de captación, constituida por una estructura de concreto con revestimiento que incluye cámara húmeda y sistema de conducción, se encuentra en condiciones deficientes debido a la ausencia de mantenimiento tanto preventivo como correctivo durante un largo periodo. Esta situación se agrava especialmente durante la temporada de lluvias intensas (invierno), cuando las precipitaciones y la activación de quebradas comprometen la estabilidad del sistema, obligando a interrumpir completamente el suministro y forzando a los habitantes a transportar agua desde fuentes distantes, lo que implica no solo un considerable gasto de tiempo y recursos económicos, sino también la exposición a riesgos sanitarios significativos.

El punto de captación del agua, proveniente de un acuífero, presenta serios problemas de contaminación por desechos orgánicos que se depositan en el recurso hídrico. El revestimiento de concreto del sistema de captación, diseñado originalmente para proteger la calidad del agua mediante el sellado y aislamiento del afloramiento, ha perdido su efectividad debido al desgaste de las juntas, fisuras y la falta de mantenimiento de los componentes de protección sanitaria, permitiendo la infiltración de contaminantes externos. Esta contaminación orgánica, sumada a la ausencia de un programa de limpieza y desinfección periódica de la cámara de captación, genera un deterioro progresivo de las características del recurso hídrico que es distribuida hasta los hogares, incrementando significativamente el riesgo de enfermedades que se transmiten por agua contaminada en población de Tabacal.

Estos reservorios de almacenamiento también se encuentran en malas condiciones, siendo uno de ellos antiguo y el otro ubicado por debajo del nivel de algunas viviendas, lo que dificulta el abastecimiento. Estos factores contribuyen a un suministro irregular y de calidad deficiente que impacta directamente en la población, generando un aumento en enfermedades relacionadas con la polución del recurso hídrico, tales como infecciones gastrointestinales, respiratorias y problemas dérmicos.

1.2. Formulación del problema de investigación

De acuerdo con el problema descrito anteriormente, se plantea la interrogante de investigación: ¿Cuál es la relación entre la calidad del agua y el

estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del agua y analizar su relación con el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua consumida en el Centro Poblado Tabacal para identificar posibles contaminantes.
- Evaluar el estado actual de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, incluyendo sistemas de captación, conducción, almacenamiento y distribución.
- Establecer correlaciones entre los resultados de la calidad del agua y las condiciones de la infraestructura hídrica existente, para proponer acciones de mejora en la gestión del recurso hídrico.

1.4. Justificación del estudio

La presente investigación se justifica debido a la información objetiva que genera sobre el estado de la calidad del agua que consumen los habitantes en Centro Poblado Tabacal y su conexión o no entre las condiciones de la infraestructura hídrica actual. Esto permite vislumbrar riesgos sanitarios que pudieran estar presentes en el consumo de agua que no cumpla con los parámetros pertinentes, evitando así problemas de salud pública directamente relacionados con enfermedades de origen hídrico.

El estudio también tiene una relevancia práctica, ya que los resultados servirán de base para la formulación de acciones de cara a potenciar la gestión, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua del Centro Poblado Tabacal. De esta manera, la investigación será un soporte para la toma de decisiones de autoridades locales y entes responsables del manejo del agua, a partir de la mejora de condiciones para el consumo y del bienestar de la población.

1.5. Limitaciones de la investigación

El estudio se circunscribe geográficamente al Centro Poblado Tabacal durante el año 2025, implementando muestreos transversales en 3 puntos

específicos, lo que restringe la posibilidad de generalizaciones a otras zonas del distrito de Chontalí o análisis longitudinales que capturen variaciones estacionales completas más allá del período de julio. Las evaluaciones del estado de la infraestructura hídrica se fundamentan principalmente en inspecciones visuales detalladas y aplicación de checklist estandarizadas, sin acceso a registros históricos completos de mantenimiento preventivo y correctivo, ni a pruebas especializadas como análisis metalúrgicos de tuberías o evaluaciones no destructivas, lo que podría subestimar la magnitud de deterioros internos no visibles externamente. Adicionalmente, el diseño metodológico correlacional permite identificar asociaciones significativas entre las condiciones estructurales y los parámetros de calidad del agua, pero no establece relaciones causales directas debido a la ausencia de manipulación experimental de variables; asimismo, la detección de ausencia de cloro residual libre refleja fielmente las condiciones operativas reales del sistema, aunque limita las inferencias sobre el impacto potencial de intervenciones experimentales de desinfección.

CAPITULO II: DISEÑO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionales

Con respecto a investigaciones llevadas a cabo en varios países para estudiar la gestión del agua designada al consumo del individuo y los peligros asociados para la salud, ciertos documentos presentan lo siguiente:

Nieto et al. (2024) evaluaron la condición del agua suministrada en el sistema de distribución pública urbana del cantón Valencia, ubicado en la provincia de los Ríos, Ecuador, para identificar problemas que afecten a los usuarios del servicio. Para ello, se aplicó un muestreo representativo y se validaron las encuestas mediante el coeficiente alfa de Cronbach para asegurar su confiabilidad; además, evaluaron características físicas y químicas siguiendo normativas nacionales e internacionales, y empleó del Índice de Calidad del Agua (ICA), donde clasificó el recurso conforme a criterios ambientales. Hallando que el agua en la fase de captación alcanzó una calidad de excelencia. Finalmente, se diseñó un plan estratégico orientado a mejorar y garantizar calidad del agua en cantón, proponiendo medidas para prever y mejorar las deficiencias detectadas, teniendo el propósito de garantizar salud pública y establecer el suministro confiable y seguro para esta población local.

Tabera et al. (2023) determinaron la calidad del agua en 8 instalaciones artesanales de productos lácteos en Tandil, Buenos Aires, Argentina, que utilizan agua subterránea, con muestras tomadas entre 2016 y 2020. Estos estudios revelaron que el 41% de estas muestras tomadas de perforaciones no cumplía con todos estos estándares físicos y químicos determinados por Código Alimentario Argentino, fundamentalmente debido a niveles elevados de nitratos y sales que generan dureza. Además, el 41% no era adecuada según los criterios microbiológicos, en primera instancia por un alto conteo de coliformes totales (CT). También encontraron recuentos altos de CT, así como la existencia de *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa* en grifos de sala de ordeño (54% con CT, 19% con *E. coli* y 12% con *P. aeruginosa*) y en las queserías (33% con CT, 7% con *E. coli* y 2% con *P. aeruginosa*). Asimismo, identificaron *clostridios sulfito reductores*, *enterococos* y *Salmonella spp.* en ciertas muestras. A pesar de esto, la calidad del acuífero se considera buena, estos hallazgos indican contaminación puntual

relacionada con infiltración de efluentes y excretas cercanas a las perforaciones, representando el riesgo para inocuidad de productos lácteos y salud de consumidores.

Melo et al. (2024) evaluaron la calidad del agua para la utilización industrial y consumo social en fuente de abasto del Central Refinería Ecuador, aplicando técnicas donde se evaluará parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Los resultados mostraron que el agua era incolora, inodora e insípida con STD de 553 mg/L, pH 7.33, Ca 75 mg/L, Mg 45 mg/L, Cl 45 mg/L, sulfato 21 mg/L, nitrito 0.03 mg/L, nitratos 20.2 mg/L, CT 1222 NMP/100 mL y *coliformes termotolerantes* 584 NMP/100 mL. Concluyendo que, aunque estos parámetros físicos y químicos alcanzan con límites máximos, esta calidad microbiológica del agua genera que no sea adecuada para consumo social, aunque sí para la utilización industrial, debiéndose a la contaminación y al incumplimiento de requisitos sanitarios.

Robledo (2023) estudiaron la calidad del agua en Parque Nacional Río Dulce, Guatemala, afectado por desarrollo inmobiliario, crecimiento poblacional y vertidos no regulados. Realizaron una georreferencia de 12 estaciones de muestreo en desembocaduras de relevantes tributarios y estudiaron parámetros como DBO, nitratos, pH, coliformes fecales, fósforo total, temperatura, SDT, turbidez y oxígeno disuelto, aplicando Índice de Calidad de Agua ICA-NSF. Estos resultados evidenciaron un ICA-NSF entre 71 y 90, indicando calidad buena, aunque esta existencia de coliformes fecales y SDT redujeron el índice en varias estaciones. Concluyendo que el agua no se encuentra adecuada para consumo del individuo directo y requiere potabilización, lo que sugiere la necesidad de lineamientos para un manejo sustentable del parque.

2.1.2. Nacionales

En cuanto, a la calidad físico químico del agua subterránea analizada en algunos lugares del país, se determinó su inaptabilidad debido a la presencia de elementos químicos, cuya cantidad sobrepasa los niveles aceptables de consumo. Al respecto, se presentan las siguientes citas bibliográficas:

Suárez y Guerrero (2024) evaluaron la calidad del agua para consumo del individuo en comunidad El Frutillo, Bambamarca-Cajamarca, a través de evaluaciones de correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Para ello, desarrollaron siete monitoreos en tres sitios diferentes entre noviembre de 2022 y mayo de 2023, aplicando métodos de ensayo recomendados por

Dirección General de Salud Ambiental para evaluar indicadores físicos, químicos y coliformes. Los resultados evidenciaron que la temperatura varió de 15.4°C y 17.2°C, la turbidez entre 0.11 y 1.40 UNT, sólidos totales disueltos entre 163.5 y 305.0 mg/L, pH entre 7.29 y 8.08, cloruros entre 0.39 y 7.73 mg/L, fluoruros de 0.084 y 0.221 mg/L, nitratos de 1.77 y 8.36 mg/L, sulfatos de 1.92 y 28.10 mg/L, y *coliformes* totales y *termotolerantes* variaron entre 1.8 y 920.0 NMP/100 mL y 1.8 a 11.0 NMP/100 mL, respectivamente. Los coeficientes de correlación revelaron una relación positiva fuerte entre pH y turbidez con coliformes (0.907 y 0.975) y negativa débil con la temperatura (-0.291). En conclusión, aunque la calidad fisicoquímica del agua fue adecuada, esta existencia significativa de coliformes indica que la calidad bacteriológica es deficiente, impidiendo que el agua se encuentre apta para consumo del individuo, evidenciando la necesidad de tratamiento, protegiendo la salud y bienestar de la comunidad.

Gonzales et al. (2023) propósito de este estudio fue aportar información actualizada sobre calidad de agua en 6 comunidades rurales altoandinas de Huancavelica, Perú, mediante un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en 17 reservorios entre 3782 y 4196 m.s.n.m. Se evaluaron variables como pH, turbidez, sólidos disueltos, conductividad, potencial de oxidación, así como *Escherichia coli* y *coliformes*. Los resultados evidenciaron que solo un punto superó el límite de turbidez permitido (5,9%), mientras que cuatro puntos (23,5%) excedieron los límites microbiológicos determinados por normativa peruana, mostrando además correlación entre los parámetros bacteriológicos. Esto evidencia la necesidad del mejoramiento de la gestión del agua, donde garantice la calidad y seguridad en estas comunidades.

Vargas et al. (2023) analizaron el sector Fila Alta-Jaén-Cajamarca la finalidad fue analizar la calidad microbiológica del agua para consumo del individuo mediante el recuento de *CT*, *coliformes termotolerantes* y bacterias heterotróficas en 32 estudios tomadas del sistema de abastecimiento y redes domiciliarias, siguiendo protocolos oficiales de DIGESA de 2015. Se aplicaron metodologías normativas peruanas para la detección de estos indicadores. Los resultados mostraron que el 31.66% de muestras presentó coliformes totales, el 13.59% *coliformes termotolerantes* y el 54.75% bacterias *heterotróficas*, valores que sobrepasaron límites máximos permisibles determinados en reglamento nacional, evidenciando deficiencias en calidad microbiológica del agua suministrada.

Chavarría et al. (2024) determinaron la calidad de agua para consumo del individuo a través de estudios fisicoquímicos y microbiológicos en seis puntos de muestreo en Pampas, Tayacaja, Huancavelica, entre abril y diciembre de 2022, siguiendo el reglamento nacional D.S. N° 031-2010-SA y los estándares ambientales DS N° 004-2017-MINAM. Los resultados indicaron que estos parámetros evaluados se mantienen en los límites permitidos para agua de categoría 1, concluyendo que el agua en Pampas si es adecuada para consumo del individuo; aunque, se recomienda desarrollar controles periódicos debido a las fluctuaciones en la captación y suministro intermitente del servicio.

2.2. Bases Teóricas

Contaminación del agua: Se trata de una presencia de agentes químicos, biológicos o físicos que modifican la pureza del agua, incidiendo la utilización en el consumo humano, agrícola o industrial. Los contaminantes más comunes incluyen metales pesados, patógenos, exceso de nutrientes y residuos químicos, los cuales pueden provenir de fuentes puntuales, como industrias y aguas residuales, o de fuentes dispersas, como escorrentías agrícolas. Esta contaminación genera impactos críticos en salud de los individuos, ecosistemas acuáticos y disponibilidad del recurso hídrico para distintos usos (Lin et al., 2022).

Parámetros fisicoquímicos del agua: Estos son indicadores que permiten valorar la idoneidad y calidad del agua para diversos usos. Los más relevantes son pH, conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, la dureza mineral y la cantidad de partículas disueltas. Algunos de estos parámetros ofrecen información sobre la composición del agua y su posible interacción con sistemas biológicos y ambientales, facilitando la detección de contaminantes y riesgos potenciales para la salud (Nayar, 2020). Este Reglamento de Calidad de Agua para Consumo del individuo determina límites máximos permitidos para parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, así como para características organolépticas físicas como la conductividad, turbidez, sólidos totales disueltos, pH, dureza, cloruros, color y sulfatos, elementos esenciales, asegurando la inocuidad del agua y cuidar la salud de los que lo consumen (Ministerio de Salud, 2011).

Parámetros microbiológicos del agua: Los parámetros microbiológicos miden la existencia de contaminación biológica en agua originada por microorganismos patógenos como protozoos, bacterias y virus, pudiendo ocasionar enfermedades en humanos. Los principales indicadores empleados son coliformes

totales, *Escherichia coli* y bacterias heterótrofas, cuya detección señala contaminación fecal y la necesidad de aplicar tratamientos. El análisis microbiológico es fundamental para validar que el agua sea confiable para el consumo y prevenir la aparición de enfermedades emitidas por el agua (Some et al., 2021). De acuerdo con la normativa peruana, el agua para consumo del individuo tiene que cumplir con LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos específicos, incluyendo la ausencia de bacterias coliformes *termotolerantes*, *Escherichia coli*, y otros microorganismos indicadores de contaminación, así como controles para virus y parásitos como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum*, estableciendo estos criterios como fundamentales para prevenir enfermedades transmitidas por el agua (Ministerio de Salud, 2011).

Manejo del agua: Esta gestión del agua comprende un conjunto de acciones y estrategias enfocadas en captación, almacenamiento, distribución y tratamiento del recurso hídrico para asegurar su uso efectivo y sostenible. Esto incluye la implementación de prácticas adecuadas en agricultura, hogares e industria, además del desarrollo de infraestructuras apropiadas y políticas de gestión que fomenten el acceso justo y la conservación del agua a largo plazo (Oral et al., 2020). Desde el enfoque del manejo, siendo esencial considerar aspectos como la antigüedad de las tuberías, la calidad de los materiales utilizados y otros factores que podrían causar contaminación durante la distribución del agua en la comunidad.

Salud pública y enfermedades hídricas: El bienestar poblacional se ocupa para prevenir dolencias y el fomento de condiciones de vida saludables en la población. Estas enfermedades hídricas como el cólera, diarrea y el tifus abdominal están estrechamente vinculadas a la calidad deficiente hídrica y el poco saneamiento adecuado. Esta exposición al agua contaminada puede que cause impactos considerables en la salud, sobre todo en grupos vulnerables, lo que destaca la relevancia de garantizar y promover acceso a agua potable segura como el derecho principal (Chan et al., 2021).

Infraestructura Hídrica: La infraestructura hídrica se compone de varios elementos principales que garantizan captar, conducir, almacenar y distribuir el agua para uso humano. Estos elementos incluyen:

- **Captación:** Punto inicial donde se obtiene el agua, generalmente de orígenes naturales como manantiales, ríos o quebradas. La captación puede

contar con estructuras físicas como cámaras húmedas y revestimientos que buscan proteger la calidad del recurso hídrico.

- **Conducción:** Sistemas o canales que trasladan el agua a partir de la fuente de captación hasta los puntos de almacenamiento o distribución. Pueden ser canales abiertos o tuberías cerradas, y su integralidad es vital para evitar pérdidas y contaminación.

- **Almacenamiento:** Reservorios o tanques donde se almacena el agua previamente a su distribución, permitiendo mantener suministro continuo. La capacidad y condiciones de estos reservorios influyen en disponibilidad y calidad del agua.

- **Distribución:** Red de tuberías y estructuras que llevan el agua a partir de reservorios hasta clientes finales. Un sistema correcto asegura el suministro constante y minimiza pérdidas o contaminaciones adicionales.

En cuanto al estado de la infraestructura, es fundamental considerar:

- La vida útil de los elementos, dado que estructuras antiguas presentan mayor riesgo de deterioro y fallas.

- Los factores que influyen en el deterioro, como el desgaste natural, falta de mantenimiento preventivo, eventos climáticos extremos (lluvias intensas o sequías), y acciones humanas.

- La relación entre fallas estructurales y contaminación del agua, ya que fisuras, filtraciones y deterioro en revestimientos o tuberías pueden permitir la entrada de contaminantes externos, afectando la calidad del agua potable.

2.3. Operacionalización de variables

La variable independiente de la investigación es la *“infraestructura hídrica”*, esta variable permite analizar cómo el estado de dichas estructuras puede influir en la calidad del agua destinada al consumo humano.

- **Definición Conceptual:** Hace referencia a las condiciones físicas, funcionales y operativas de sistemas de captación, transporte, almacenamiento y distribuir agua potable en el Centro Poblado Tabacal. Comprende la evaluación de la vida útil, el desgaste, el mantenimiento, las fallas estructurales y los posibles efectos sobre la calidad del agua (Oral et al., 2020).

- **Definición Operacional:** Se evaluará mediante inspección técnica visual y estructural, registro de mantenimiento, identificación de fisuras, filtraciones y otros daños.

La variable dependiente de la investigación es la “*calidad del agua*”, esta variable permite analizar es estado actual del recurso hidrológico para determinar si es apto para los humanos.

- **Definición Conceptual:** Se trata de caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua que se suministra a la población, considerando parámetros como turbidez, pH, existencia de coliformes, metales pesados, entre otros indicadores que permiten evaluar su idoneidad para consumo del individuo (Chan et al., 2021).
- **Definición Operacional:** Medición de parámetros físico-químicos (pH, turbidez, sólidos, metales pesados) y microbiológicos (coliformes, bacterias patógenas) en laboratorio.

2.4. Hipótesis general y específicas

2.4.1. Hipótesis General

H_0 (nula): No existe una relación significativa entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025.

H_a (alterna): Existe una relación significativa entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- **HE1:** Los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua en el Centro Poblado Tabacal presentan niveles que exceden los límites permitidos por la normativa sanitaria vigente.
- **HE2:** La infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal presenta un estado de deterioro significativo que compromete la calidad del agua suministrada a la población.
- **HE3:** Existe correlación entre los resultados de la calidad del agua y las condiciones del estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Según el alcance de la información proporcionada por Hernández et al. (2014), se puede señalar lo siguiente:

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección de datos y su análisis relacionados con la recolección de datos en sí, fijándose en los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, y en las condiciones de la infraestructura hídrica existente en los sistemas de abastecimiento de los puntos de muestro estudiados. A partir de este enfoque, se busca conocer estadísticamente la asociación existente entre la calidad del agua, y el estado de la realidad hídrica, obteniendo así resultados objetivos y comprobables. La investigación es de tipo aplicada, con lo que se quiere generar conocimientos de utilidad para la solución de problemas verdaderos relacionados con la calidad del agua para el consumo humano y la infraestructura hídrica de los puntos de muestreo evaluados.

Se utilizará un diseño no experimental, de tipo correlacional ya que la investigación estará fijada y no se manipularán las variables de estudio observadas, las cuales serán analizadas en su contexto natural, seguramente porque se quiere identificar la relación presente entre la calidad del agua y las condiciones de la infraestructura hídrica existente en los sistemas de abastecimiento de puntos de muestreo estudiados.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de estudio está constituida por todas las fuentes de abastecimiento, así como todos los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Chontalí, provincia de Jaén. Esta población incluye las estructuras y componentes que participan en el proceso de captación, conducción, almacenamiento y distribución final del recurso hídrico de uso para la población, que de acuerdo con la INEI (2024), el distrito de Chontalí cuenta con aproximadamente 10 464 habitantes. En este sentido, la población incluye las fuentes de captación de agua, las líneas de conducción que transportan el recurso hídrico, las estructuras de almacenamiento como reservorios o tanques

3.2.2. Muestra

Figura 1

El muestreo empleado en la presente investigación es de tipo no probabilístico por conveniencia, debido a que la selección de las unidades de análisis se realizó en función de criterios de accesibilidad, disponibilidad y pertinencia para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

a. Técnicas

23

de las fuentes de agua y su entorno. Se llevarán a cabo análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la calidad del agua consumida, junto con inspecciones técnicas visuales y estructurales de la infraestructura.

b. Instrumentos

Los instrumentos incluirán cuestionarios diseñados específicamente para las encuestas, guías de observación destinadas a recopilar datos relevantes sobre el entorno, y formatos para registrar los resultados de los análisis del agua. Además, se emplearán fichas para la inspección técnica de la infraestructura.

c. Clima

El centro poblado Tabacal está ubicado dentro de la jurisdicción del Distrito de Chontalí, en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, con una altitud de 1,220 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son 9,367,226.32 metros al sur de latitud norte y 716,902.65 metros al este de longitud este.

El clima, debido a su posición geográfica, es templado, presentando precipitaciones abundantes entre enero y mayo. Durante el verano, la temperatura máxima ronda los 25°C y la mínima alrededor de 10°C.

3.4. Procesamiento de datos

El proceso de investigación comenzará con una fase de planificación y organización, en la que se definirá el área de estudio, correspondiente al centro poblado de Tabacal, Chontalí, Jaén, y se establecerá un cronograma de actividades. En esta etapa se identificarán puntos específicos para toma de muestras de agua destinadas a evaluar su calidad, y se coordinarán las entrevistas y encuestas a los habitantes, teniendo la finalidad de recolectar información en cuanto al manejo y consumo del agua en la comunidad. Asimismo, se gestionará la colaboración con autoridades locales y profesionales del sector salud para facilitar la obtención de datos relacionados con enfermedades vinculadas al agua.

Después de organizar los recursos y el cronograma, se llevará a cabo la recopilación de datos. Donde se evaluó la condición del recurso hídrico, se extraerán muestras de distintos puntos de la comunidad, principalmente de fuentes de agua potable y de consumo directo, las cuales serán enviadas a laboratorios para análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Al mismo tiempo, se aplicarán encuestas a los residentes acerca de sus prácticas de manejo y consumo del agua, y se realizará una Evaluación de la Infraestructura con una inspección técnica

detallada de todos los componentes del sistema hídrico, incluyendo el Sistema de captación, conducción, almacenamiento y distribución.

Luego, se realizará el análisis de los datos, donde estos resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de agua serán procesados utilizando técnicas estadísticas para establecer niveles de contaminación. Las encuestas y entrevistas serán codificadas y analizadas de forma cualitativa con el propósito de identificar prácticas inapropiadas en el manejo del agua. La información recopilada durante las inspecciones técnicas se empleará para evaluar el estado de la infraestructura.

En la fase final de interpretación y conclusiones, se realizarán los análisis que vinculen los resultados del estudio del recurso hídrico con los indicadores de salud, con el propósito de detectar posibles patrones o relaciones. Con base en estos hallazgos, se elaborarán recomendaciones orientadas a optimizar la gestión del agua y mejorando el bienestar de habitantes de Tabacal, contemplando tanto acciones prácticas como la promoción de conductas responsables en el consumo y manejo del recurso. Asimismo, los hallazgos serán presentados a las autoridades locales y se diseñarán campañas de sensibilización dirigidas a la comunidad.

CAPITULO IV: RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados del análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua consumida en el Centro Poblado Tabacal, realizados en julio de 2025. Los análisis fueron conducidos por Amazing S.A.C, laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INDECOPI, conforme a los protocolos establecidos en la normativa peruana (DS N° 031-2010-SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano).

Se evaluaron muestras provenientes de dos sectores del centro poblado Tabacal: Turure (LCAV-014758) y La Huaca (LCAV-014759), así como del núcleo central de Tabacal (LCAV-014760), con tres muestras por punto. Los parámetros analizados incluyen variables físicas, químicas y microbiológicas fundamentales para determinar la calidad del agua destinada al consumo humano.

5.1. Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Centro Poblado Tabacal

5.1.1. Análisis de Parámetros Físico-Químicos

Potencial de Hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) es un parámetro fundamental para evaluar la calidad del agua, ya que permite determinar su grado de acidez o alcalinidad, influyendo directamente en su aptitud para el consumo humano. De acuerdo con la normativa vigente, los valores de pH para agua potable deben mantenerse dentro del rango de 6.5 a 8.5. En la Tabla 1, se muestra los valores obtenidos sobre el pH del agua, ya que este es un indicador fundamental que refleja la acidez o alcalinidad del agua.

Tabla 1

Valores de pH en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio	Rango Permitido*
Turure	7.42	7.53	7.55	7.50	6.5 – 8.5
La Huaca	7.60	7.50	7.50	7.53	6.5 – 8.5
Tabacal	7.50	7.52	7.55	7.52	6.5 – 8.5

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Los valores de pH en los tres sectores se encuentran dentro del rango permitido por la normativa peruana (6.5 - 8.5). El agua presenta una reacción neutra a ligeramente alcalina, lo que indica que no hay problemas significativos de acidez. El promedio general es de 7.52, clasificándose como agua neutra, adecuada para consumo humano en este parámetro.

Turbidez

La turbidez es un parámetro físico que mide la presencia de partículas en suspensión en el agua, tales como arcillas, materia orgánica, microorganismos y otros sólidos finos, los cuales pueden afectar su apariencia y calidad sanitaria. Este indicador es relevante debido a que niveles elevados de turbidez pueden interferir con los procesos de desinfección y favorecer la presencia de microorganismos patógenos. De acuerdo con la normativa vigente para agua de consumo humano, el valor máximo permisible de turbidez es de 5 unidades nefelométricas de turbidez (UNT). En la Tabla 2, se muestra los valores obtenidos sobre la turbidez del agua.

Tabla 2

Valores de Turbidez en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio	Límite Máximo Permitido*
Turure	0.72 UNT	0.73 UNT	0.88 UNT	0.78 UNT	≤ 5 UNT
La Huaca	34.9 UNT	19.6 UNT	13.8 UNT	22.77 UNT	≤ 5 UNT
Tabacal	26.4 UNT	21.8 UNT	20 UNT	22.73 UNT	≤ 5 UNT

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Se observan diferencias significativas en los valores de turbidez entre puntos:

- Turure (0.78 UNT promedio): Cumple satisfactoriamente con el límite permitido. Indica agua clara con baja concentración de partículas suspendidas.
- La Huaca (22.77 UNT promedio) y Tabacal (22.73 UNT promedio): Exceden significativamente el límite máximo permitido de 5 UNT. La turbidez en estos puntos es aproximadamente 4.5 veces mayor que el estándar permitido. Esto sugiere presencia importante de sedimentos, erosión del sistema de captación o filtraciones que introducen material particulado.

Temperatura del Agua

La temperatura del agua es un parámetro físico que influye en las características químicas y biológicas del recurso hídrico, ya que puede afectar la solubilidad de los gases, la velocidad de las reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos. Aunque no representa un riesgo directo para la salud, valores elevados pueden favorecer la proliferación bacteriana y reducir la eficiencia de los procesos de desinfección, especialmente en sistemas de abastecimiento de agua potable. En la Tabla 3, se muestra los valores obtenidos sobre la temperatura del agua.

Tabla 3

Valores de Temperatura (°C) en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio
Turure	22°C	21.9°C	21.8°C	21.90°C
La Huaca	21.6°C	21.3°C	21.2°C	21.37°C
Tabacal	21.3°C	21°C	21.1°C	21.13°C

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Las temperaturas registradas oscilan entre 21.1°C y 22°C, permaneciendo relativamente consistentes en los tres sectores. Estas temperaturas son típicas para la zona altoandina de Jaén (altitud de 1,220 m.s.n.m.) durante la época de muestreo (julio). La temperatura del agua es un parámetro importante porque afecta la solubilidad de gases disueltos y la velocidad de reacciones químicas y biológicas.

Conductividad Eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica es un parámetro físico-químico que mide la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, la cual depende directamente de la concentración de sales disueltas, como cloruros, sulfatos, bicarbonatos, entre otros iones. Este indicador permite evaluar el grado de mineralización del agua y, de manera indirecta, su calidad para el consumo humano. En la Tabla 4, se muestra los valores obtenidos sobre la conductividad eléctrica del agua en $\mu\text{S/cm}$.

Tabla 4

Valores de Conductividad eléctrica en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio	Interpretación
Turure	109.7 μS/cm	107.2 μS/cm	106.2 μS/cm	107.7 μS/cm	Agua de baja salinidad
La Huaca	307 μS/cm	322 μS/cm	326 μS/cm	318.3 μS/cm	Agua de moderada salinidad
Tabacal	196.1 μS/cm	187 μS/cm	189 μS/cm	190.7 μS/cm	Agua de baja a moderada salinidad

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Existe variabilidad importante entre sectores. Turure presenta valores de conductividad típicos de agua dulce de buena calidad. La Huaca muestra valores aproximadamente 3 veces mayores, indicando mayor contenido de minerales disueltos. Tabacal presenta valores intermedios. Esta diferencia puede estar relacionada con características geológicas del terreno y la calidad de recarga de las fuentes.

Sólidos Totales Disueltos (STD)

Los sólidos totales disueltos (STD) representan la cantidad de materia disuelta en el agua, incluyendo sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica. Este parámetro es un indicador clave del grado de mineralización del agua y se encuentra estrechamente relacionado con la conductividad eléctrica, ya que ambos dependen de la concentración de iones disueltos. Los STD representan la cantidad total de sustancias disueltas en el agua. En la Tabla 5, se muestra los valores obtenidos sobre la cantidad total de sólidos disueltos en las muestras de agua.

Tabla 5

Sólidos Totales Disueltos (STD) en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio	Clasificación*
Turure	73.1 ppm	71.3 ppm	70.8 ppm	71.73 ppm	Excelente (< 300 ppm)
La Huaca	204 ppm	216 ppm	217 ppm	212.33 ppm	Buena (< 500 ppm)
Tabacal	63.9 ppm	58.4 ppm	59.4 ppm	60.57 ppm	Excelente (< 300 ppm)

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Todos los puntos presentan concentraciones de STD dentro de los rangos aceptables para agua potable. Turure y Tabacal muestran valores excelentes, mientras que La Huaca, aunque superior, sigue siendo clasificada como buena. Valores elevados de STD pueden afectar el sabor y generar depósitos minerales en tuberías, pero no representan riesgo sanitario directo a los niveles observados.

Cloro Residual Libre

El cloro residual libre es un parámetro químico fundamental en la evaluación de la calidad del agua potable, ya que indica la cantidad de cloro disponible en el agua después del proceso de desinfección. Su presencia garantiza la eliminación de microorganismos patógenos y actúa como una barrera de protección frente a posibles contaminaciones durante el almacenamiento y la distribución del recurso hídrico. De acuerdo con la normativa para agua de consumo humano, el cloro residual libre debe mantenerse en un rango de 0.5 a 1.0 mg/L en el punto de consumo, a fin de asegurar una desinfección efectiva sin generar efectos adversos en las características organolépticas del agua. En la Tabla 6, se muestra los valores obtenidos sobre la presencia de cloro residual libre en las muestras de agua.

Tabla 6

Presencia de Cloro Residual Libre en muestras de agua del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Promedio	Observación
Turure	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	Sin cloro residual
La Huaca	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	Sin cloro residual
Tabacal	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/L	Sin cloro residual

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Los tres sectores presentan ausencia total de cloro residual. Esto es altamente preocupante porque:

- Indica que no hay desinfección del agua en ninguno de los puntos de muestreo
- El agua no cuenta con protección desinfectante contra microorganismos patógenos
- Existe riesgo significativo de propagación de enfermedades transmitidas por agua

Este hallazgo es consistente con los problemas de infraestructura identificados (falta de sistema de cloración o desinfección en el sistema de agua potable del Centro Poblado Tabacal).

5.1.2. Análisis de Parámetros Microbiológicos

Coliformes Totales

Los coliformes totales constituyen un grupo de bacterias indicadoras utilizadas para evaluar la calidad microbiológica del agua, ya que su presencia sugiere posibles fallas en los procesos de tratamiento, desinfección o contaminación en el sistema de abastecimiento. Aunque no todos los coliformes son patógenos, su detección en agua destinada al consumo humano es un

indicador de riesgo sanitario. En la Tabla 7, se muestra los valores obtenidos sobre la presencia Coliformes en las muestras de agua.

Tabla 7

Resultados obtenidos del análisis de coliformes totales en muestras

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Máximo Permitido*	Cumplimiento
	58	76	96		
Turure	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml	Ausencia	No cumple
	>200	>200	>200		
La Huaca	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml	Ausencia	No cumple
	>200	>200	>200		
Tabacal	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml	Ausencia	No cumple

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Los resultados son alarmantes:

- Turure: Aunque menor en comparación con otros puntos, presenta coliformes totales en rangos de 58-96 UFC/100 ml, superando significativamente el estándar que exige AUSENCIA de coliformes totales.
- La Huaca y Tabacal: Ambos puntos presentan contaminación severa con más de 200 UFC/100 ml en los tres puntos de muestreo, superando los límites de detección de la metodología utilizada. Esto indica contaminación fecal activa.

Coliformes Termotolerantes (Fecales)

Los coliformes termotolerantes, también conocidos como coliformes fecales, son un subgrupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas elevadas y cuya presencia en el agua está directamente asociada a contaminación de origen fecal, ya sea humana o animal. Este parámetro es uno de los indicadores microbiológicos más importantes en la evaluación de la calidad del agua, debido a que su detección

implica un riesgo significativo para la salud pública. En la Tabla 8, se muestra los valores obtenidos sobre la presencia Coliformes Termotolerantes en las muestras de agua.

Tabla 8

Resultados obtenidos del análisis de coliformes Termotolerantes en muestras

Punto	Domicilio 1	Domicilio 2	Domicilio 3	Máximo Permitido*	Cumplimiento
	<1	<1	<1		
Turure	NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml	Ausencia	Cumple
La Huaca	>200 NMP/100 ml	>200 NMP/100 ml	>200 NMP/100 ml	Ausencia	No cumple
Tabacal	>200 NMP/100 ml	>200 NMP/100 ml	>200 NMP/100 ml	Ausencia	No cumple

Nota. Datos obtenidos del análisis de las muestras.

Turure: Cumple satisfactoriamente con el estándar en coliformes fecales (<1 NMP/100 ml). Aunque presenta coliformes totales, estos podrían ser de origen ambiental no fecal.

La Huaca y Tabacal: Presentan contaminación severa por coliformes fecales superiores a 200 NMP/100 ml, excediendo los límites de cuantificación. Esto representa riesgo crítico para la salud pública debido a posible presencia de patógenos como *Escherichia coli* y otras bacterias entéricas causantes de enfermedades gastrointestinales.

Análisis Comparativo con Normativa Peruana

A continuación, se presenta el análisis del cumplimiento de los parámetros evaluados en cada centro poblado en relación con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, el cual regula los límites máximos permisibles de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano en el Perú. Este análisis comparativo tiene como finalidad determinar si la

calidad del agua en los sectores de muestreo Turure, La Huaca y Tabacal cumple con los estándares sanitarios exigidos, permitiendo identificar posibles riesgos para la salud de la población y evidenciar deficiencias en el sistema de abastecimiento.

En la Tabla 9 se presenta un resumen del nivel de cumplimiento por cada parámetro y punto de muestreo evaluado:

Tabla 9

Tabla resumen del nivel de Cumplimiento Normativo

Parámetro	Límite Máximo Permitido	Turure	La Huaca	Tabacal
pH	6.5 – 8.5	✓	✓	✓
Turbidez	≤ 5 UNT	✓	✗	✗
Coliformes Totales	Ausencia (0 UFC/100 ml)	✗	✗	✗
Coliformes Fecales	Ausencia (0 NMP/100 ml)	✓	✗	✗
Cloro Residual	0.5 – 1.0 mg/L	⚠	⚠	⚠
Sólidos Totales Disueltos	≤ 1000 mg/L	✓	✓	✓

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del análisis.

Con la finalidad de visualizar el nivel de cumplimiento de los parámetros evaluados en cada punto, se presenta a continuación un gráfico de barras comparativo. En este se observa que Turure alcanza un 67% de cumplimiento (4 de 6 parámetros), mientras que La Huaca y Tabacal presentan un menor desempeño, con un 33% de cumplimiento cada uno (2 de 6 parámetros), evidenciando mayores deficiencias en la calidad del agua. A continuación, se muestra el gráfico de barras:

Figura 2

Gráfico de barras sobre el nivel de cumplimiento normativo del CP Tabacal, Chontali, Jaen

Contaminantes Identificados y Posibles Fuentes

Contaminación Microbiológica

Coliformes Totales y Fecales en La Huaca y Tabacal:

Las posibles fuentes de contaminación identificadas, según la evaluación de infraestructura registrada en anexos, incluyen:

1. Deficiencias en la estructura de captación:

- Fisuras en el revestimiento de concreto
- Ausencia de protección sanitaria adecuada
- Presencia de materia vegetal e impurezas en cámara húmeda

2. Contaminación por infiltración:

- Filtraciones que permiten entrada de agua contaminada
- Excremento de animales cercanos a punto de captación
- Falta de zonas de protección alrededor del manantial

3. Deficiencias en conducción y almacenamiento:

- Tuberías deterioradas con filtraciones
- Reservorios sin monitoreo de calidad
- Falta de desinfección periódica

4. Ausencia de desinfección:

- Cero cloros residuales en todas las muestras
- Sin sistema de cloración implementado

Turbiedad Elevada en La Huaca y Tabacal

Las causas identificadas incluyen:

- Erosión de terrenos alrededor de captación
- Arrastre de sedimentos durante lluvias
- Deterioro de estructuras de protección
- Posible ingreso de aguas lluvias no controladas

En la Tabla 10 se presenta una síntesis de hallazgos principales.

Tabla 10*Síntesis de Hallazgos Principales*

Aspecto	Hallazgo	Severidad
Contaminación Microbiológica	Presencia significativa de coliformes en La Huaca y Tabacal	Crítica
Déficit de Desinfección	Ausencia de cloro residual en todas las muestras	Crítica
Turbidez Elevada	Exceso de partículas en La Huaca y Tabacal	Grave
Calidad Fisicoquímica General	pH y STD dentro de norma; conductividad elevada en La Huaca	Aceptable
Variabilidad entre sectores	Turure muestra mejor calidad que La Huaca y Tabacal	Notable

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del análisis.

Implicaciones para la Salud Pública

Los resultados evidencian riesgos significativos:

- **Riesgo de Enfermedades Gastrointestinales:** La presencia de coliformes fecales en La Huaca y Tabacal indica potencial contaminación por patógenos como *E. coli*, *Salmonella* y *Vibrio*, causantes de diarrea, disentería y otras enfermedades.
- **Falta de Barrera de Protección:** La ausencia de cloro residual elimina la última barrera desinfectante contra patógenos en la red de distribución.
- **Población Vulnerable:** La población de la zona, especialmente niños y adultos mayores, es particularmente susceptible a enfermedades transmitidas por agua contaminada.
- **Calidad Inconsistente:** La mejor calidad en Turure versus la severa contaminación en La Huaca y Tabacal sugiere factores locales críticos relacionados con infraestructura.

5.2. Evaluación del Estado Actual de la Infraestructura Hídrica Existente

Sistema de Captación

El sistema de captación del Centro Poblado Tabacal obtiene agua de un manantial natural ubicado en la parte alta de la cuenca. La estructura consiste en una captación de concreto tipo cámara húmeda con revestimiento, diseñada hace más de 15 años para aislar y proteger el afloramiento hídrico. A continuación, se muestran evidencias fotográficas del estado actual:

Figura 3

Estado de la estructura de captación



Resultados de la Evaluación Estructural

Según el checklist aplicado (Anexo N.º 4), se llevó a cabo la evaluación del estado físico, funcional y de conservación de la estructura de captación, considerando criterios como la integridad estructural, la protección sanitaria, la posible presencia de contaminantes y las condiciones de operación y mantenimiento. Los resultados obtenidos permiten identificar el nivel de deterioro y las principales deficiencias que podrían afectar la calidad del agua desde su punto de origen. A continuación, se muestran los resultados del checklist.

Tabla 11*Evaluación del estado de la estructura de captación*

Aspecto Evaluado	Estado	Observaciones Detalladas
Integridad estructural	Deficiente	Presencia de fisuras visibles en el revestimiento de concreto que comprometen el sellado
Revestimiento	Deteriorado	Revestimiento con presencia de hierro (óxido) y deterioro generalizado por falta de mantenimiento
Protección sanitaria	Inadecuada	Tapas metálicas de cajas de captación sin seguro, permitiendo acceso no controlado
Limpieza y mantenimiento	Deficiente	Falta de mantenimiento preventivo y correctivo; presencia de impurezas en cámara húmeda
Vegetación circundante	Abundante	Presencia de materia vegetal dentro de la cámara húmeda y plantas invasoras cerca de la captación

*Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.***Problemas Identificados en la Captación**

Los principales problemas detectados mediante la guía de observación (Anexo N°5) incluyen:

- Contaminación biológica directa: Presencia confirmada de excremento de animales en las proximidades de la captación (dentro de un radio menor a 10 metros), lo que representa un riesgo inmediato de contaminación fecal del agua captada.
- Infiltración de contaminantes: Las fisuras identificadas en el revestimiento de concreto permiten la entrada de agua superficial contaminada, especialmente durante eventos de precipitación.
- Deterioro del sellado: El desgaste de las juntas y la pérdida de efectividad del revestimiento eliminan la función original de aislamiento del afloramiento.

- Ausencia de zona de protección: No existe un cerco perimétrico ni señalización que delimite una zona de protección sanitaria alrededor del punto de captación.
- Acceso no controlado: Las tapas sin seguro permiten el acceso de animales pequeños, insectos y material orgánico al interior de la cámara húmeda.

Nivel de Cumplimiento y Calificación

Con base en los criterios del checklist (Anexo N°4), la estructura de captación obtuvo una calificación de NO CUMPLE en el indicador de estado visual y conservación. El nivel de deterioro se clasifica como CRÍTICO, con una antigüedad superior a 15 años sin mantenimiento adecuado.

Sistema de Conducción

El sistema de conducción transporta el agua desde la captación hasta los reservorios de almacenamiento mediante tuberías que atraviesan terreno accidentado. La red de conducción incluye tramos de diferentes materiales y diámetros, instalados en distintas etapas de construcción y ampliación del sistema.

Resultados de la Evaluación del Sistema de Conducción

La evaluación del funcionamiento del sistema de conducción (Anexo N°4) reveló múltiples deficiencias.

Tabla 12*Evaluación del sistema de conducción*

Componente	Estado	Hallazgos
Tuberías principales	Deteriorado	Fugas evidentes en múltiples puntos del trayecto de conducción
Material de tuberías	Mal estado	Presencia de hierro (corrosión) en tuberías metálicas expuestas
Juntas y conexiones	Deficiente	Pérdida de hermeticidad en uniones, generando fugas visibles
Protección de tuberías	Inadecuada	Tramos expuestos a la intemperie sin protección contra erosión o impactos
Continuidad del flujo	Intermitente	Obstrucciones parciales que reducen el caudal transportado

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Fugas y Pérdidas de Agua

Las observaciones de campo documentaron:

- Fugas visibles: Al menos 8 puntos de fuga identificados a lo largo del trayecto de conducción entre la captación y los reservorios.
- Pérdida estimada de agua: Aproximadamente 20-30% del caudal captado se pierde durante el transporte debido a fugas y filtraciones.
- Contaminación por infiltración: Los puntos de fuga también representan puntos de entrada potencial de contaminantes externos al sistema.

Factores de Deterioro

Los principales factores que contribuyen al deterioro del sistema de conducción incluyen:

- Antigüedad superior a 15 años de las tuberías originales
- Ausencia de mantenimiento preventivo durante décadas
- Exposición a condiciones climáticas extremas (lluvias intensas, erosión)
- Corrosión de materiales metálicos por efecto de la humedad y minerales del suelo

- Daños mecánicos por movimientos de terreno y actividades agrícolas circundantes

Sistema de Almacenamiento

Cuenta con dos reservorios para almacenamiento de agua:

1. **Reservorio antiguo:** Estructura de concreto con más de 15 años de antigüedad
2. **Reservorio secundario:** Ubicado por debajo del nivel de algunas viviendas, lo que genera problemas de presión

Evaluación de Condiciones de Almacenamiento

Los resultados de la evaluación (Anexo N°4) son los siguientes:

Tabla 13

Condiciones del sistema de almacenamiento

Parámetro Evaluado	Estado	Descripción
Capacidad de almacenamiento	Inadecuada	Insuficiente para demanda en temporada seca
Sellado y hermeticidad	Deficiente	Fisuras y grietas que permiten entrada de contaminantes
Accesibilidad	Limitada	Dificultad de acceso para inspección y mantenimiento
Nivel de suciedad	Alto	Acumulación de sedimentos y materia orgánica
Monitoreo de calidad	Ausente	No existe programa de monitoreo de calidad del agua almacenada
Sistema de desinfección	Inexistente	No hay equipo ni procedimientos de cloración

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Problemas Específicos Identificados

Reservorio Antiguo:

- Deterioro estructural avanzado con fisuras en paredes y tapa
- Acumulación de sedimentos en el fondo (no se realiza limpieza periódica)

- Ausencia de sistema de ventilación adecuado
- Tapa en mal estado que no garantiza protección contra entrada de contaminantes

Reservorio Secundario:

- Ubicación inadecuada por debajo del nivel de viviendas superiores
- Presión insuficiente para abastecer viviendas ubicadas en zonas elevadas
- Dificulta la distribución uniforme del agua
- No cuenta con válvulas de control en buen estado

Implicaciones para la Calidad del Agua

La falta de monitoreo de calidad en los reservorios (Anexo N°4, Ítem 3) representa un punto crítico de vulnerabilidad:

- Sin análisis periódicos, no se detectan cambios en la calidad durante el almacenamiento
- La acumulación de sedimentos favorece el crecimiento bacteriano
- La ausencia de desinfección elimina la barrera de protección contra patógenos
- Las fisuras permiten entrada de vectores (insectos, roedores) y contaminantes externos

Red de Distribución

La red de distribución conecta los reservorios con las viviendas del Centro Poblado mediante tuberías de diversos diámetros y materiales. La red presenta configuración ramificada con múltiples puntos de entrega.

Evaluación de Integridad y Continuidad

Con el propósito de analizar las condiciones de funcionamiento del sistema, se llevó a cabo la evaluación de la integridad y continuidad de la red de distribución mediante el checklist aplicado (Anexo N.º 4). Este análisis permitió identificar el estado de conservación de la infraestructura, así como posibles interrupciones o deficiencias en la continuidad del servicio.

En la Tabla 14 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la red de distribución

Tabla 14*Resultados de la evaluación de la red de distribución*

Aspecto	Condición	Observaciones
Roturas en tuberías	Presentes	Múltiples puntos de rotura a lo largo de la red
Filtraciones	Frecuentes	Pérdidas de agua en uniones y conexiones domiciliarias
Presión del sistema	Inconsistente	Variación significativa entre zonas; no hay presión constante
Continuidad del servicio	Irregular	Interrupciones frecuentes, especialmente en época de lluvias
Material de tuberías	Heterogéneo	Mezcla de materiales (PVC, fierro galvanizado) en distintos estados

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Problemas de Presión y Suministro

Las observaciones documentadas (Anexo N°5) evidencian:

- Variabilidad de presión: Las viviendas ubicadas en zonas altas experimentan presión muy baja o nula durante ciertas horas del día
- Suministro intermitente: Durante la temporada de lluvias intensas (invierno), el sistema se interrumpe completamente
- Desigualdad en el servicio: Algunas zonas reciben agua de manera más regular que otras debido a diferencias de elevación
- Tiempo de desabastecimiento: En temporada crítica, las familias pueden estar sin servicio durante 3-7 días consecutivos

Consecuencias de las Filtraciones

Las filtraciones identificadas en la red de distribución generan:

1. Pérdida de agua: Reducción del volumen disponible para consumo
2. Contaminación cruzada: Entrada de contaminantes externos cuando hay pérdida de presión
3. Deterioro acelerado: El agua que se filtra erosiona el terreno circundante y daña otras secciones de tubería

4. Riesgo sanitario: Las filtraciones pueden arrastrar patógenos desde el suelo hacia el interior del sistema

Mantenimiento y Gestión Operativa

Con el propósito de evaluar las condiciones de operación del sistema, se analizaron las prácticas de mantenimiento y gestión operativa mediante el checklist aplicado (Anexo N.º 4). Los resultados evidencian deficiencias significativas en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como en la gestión del sistema, lo que podría comprometer la continuidad del servicio y la calidad del agua suministrada. A continuación, se muestra la tabla:

Tabla 15

Evaluación del mantenimiento y gestión operativa

Aspecto	Estado	Hallazgos
Mantenimiento preventivo	Ausente	No existe programa de mantenimiento preventivo
Mantenimiento correctivo	Esporádico	Solo se realizan reparaciones cuando hay fallas graves
Registro de actividades	Inexistente	No hay documentación de intervenciones realizadas
Protocolos de limpieza	No implementados	Ausencia de procedimientos establecidos para limpieza
Frecuencia de limpieza	Muy baja	Limpieza ocasional ("de vez en cuando") sin programación
Presencia de impurezas	Confirmada	Materia vegetal dentro de la cámara húmeda
Mejoras implementadas	Ninguna	No se han realizado mejoras tecnológicas o estructurales

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Recursos Disponibles para Mantenimiento

Según la evaluación (Anexo N°4, Ítem 9), la disponibilidad de recursos es limitada:

- **Financiamiento:** Se recaudan ingresos de cada usuario para realizar mantenimiento, pero los montos son insuficientes
- **Capacidad técnica:** No hay personal capacitado dedicado al mantenimiento del sistema
- **Herramientas y equipos:** Limitada disponibilidad de herramientas especializadas para reparaciones
- **Materiales:** Escasez de repuestos y materiales para mantenimiento preventivo

Evaluación de Riesgos Ambientales y Climáticos

Con la finalidad de identificar los efectos de las condiciones ambientales sobre el sistema de abastecimiento, se realizó la evaluación de impactos climáticos mediante el checklist correspondiente (Anexo N.º 4, Ítem 7). A continuación, se muestra la tabla:

Tabla 16

Impactos climáticos sobre la infraestructura

Factor Climático	Impacto	Manifestación
Lluvias intensas	Severo	Infiltración de agua con sales que deterioran el revestimiento
Erosión	Grave	Daños en estructuras de captación y tramos de tubería expuestos
Activación de quebradas	Crítico	Interrupción completa del servicio durante temporada de lluvias
Sedimentación	Moderado	Arrastre de sedimentos que aumentan turbidez y obstruyen tuberías

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Vulnerabilidad del Sistema

Los factores que aumentan la vulnerabilidad de la infraestructura incluyen:

- Antigüedad superior a 15 años sin renovación
- Ubicación de componentes en áreas propensas a erosión
- Falta de obras de protección contra eventos climáticos extremos
- Ausencia de sistema de drenaje alrededor de estructuras críticas
- Diseño original insuficiente para condiciones climáticas actuales

Evaluación del Riesgo de Contaminación

Con la finalidad de identificar los factores que comprometen la calidad del agua, se realizó la evaluación del riesgo de contaminación mediante el checklist aplicado (Anexo N° 4). Este análisis permitió reconocer diversas fuentes potenciales de contaminación presentes en el sistema de abastecimiento, así como estimar su nivel de riesgo en función de su impacto y probabilidad de ocurrencia.

En la Tabla 17 se presentan las principales fuentes de contaminación identificadas y su correspondiente nivel de riesgo.:

Tabla 17

Fuentes de contaminación y nivel de riesgo

Fuente de Contaminación	Riesgo	Mecanismo
Excremento de animales	Alto	Contaminación directa cerca de captación; arrastre por lluvia
Materia vegetal	Moderado	Descomposición dentro de cámara húmeda; crecimiento bacteriano
Infiltración de agua superficial	Alto	Entrada por fisuras durante eventos de precipitación
Filtraciones en red	Alto	Contaminación cruzada cuando hay pérdida de presión
Actividades humanas	Moderado	Lavado de ropa y tránsito de animales cerca de fuentes
Ausencia de desinfección	Crítico	Sin barrera química contra patógenos en todo el sistema

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

Análisis de Vulnerabilidad Sanitaria

La combinación de factores estructurales y operativos genera una vulnerabilidad sanitaria crítica:

1. Múltiples puntos de entrada de contaminantes: Fisuras en captación, fugas en conducción, grietas en reservorios y filtraciones en distribución
2. Ausencia de barreras de protección: Sin zonas de protección sanitaria, sin cercado perimétrico, sin desinfección
3. Factores ambientales agravantes: Presencia de animales, vegetación no controlada, actividades humanas sin regulación
4. Exposición continua: La población consume agua contaminada de manera permanente sin tratamiento previo

Observaciones del Entorno y Contexto Social

Condiciones del Cuerpo de Agua

Las observaciones realizadas con la guía del Anexo N°5 documentaron:

- **Estado visual:** Agua con sedimentos visibles y partes cubiertas de vegetación flotante
- **Turbidez y color:** Agua ligeramente turbia con presencia de sedimentos visibles
- **Olor:** Neutro, sin indicios de contaminación química severa
- **Fauna acuática:** Ausencia total de vida acuática, indicador de alteración del ecosistema

Actividades Humanas y Usos del Agua

El agua de Tabacal se utiliza para múltiples propósitos sin control ni tratamiento diferenciado:

- Consumo humano directo (beber, cocinar)
- Higiene personal (baño, lavado de ropa)
- Riego de cultivos
- Bebedero para animales
- Limpieza de viviendas y utensilios

Esta multiplicidad de usos sin gestión adecuada aumenta la presión sobre el recurso y los riesgos de contaminación.

Infraestructura para Tratamiento

La evaluación confirmó que la infraestructura para tratamiento de agua está en mal estado:

- No existe sistema de filtración

- No hay equipo de cloración operativo
- Ausencia de laboratorio o kit básico para análisis de calidad
- Sin capacidad instalada para tratamiento de emergencia

Acceso y Disponibilidad

Aunque hay disponibilidad teórica de agua potable, el acceso real es problemático:

- **Servicio intermitente:** Interrupciones frecuentes obligan a buscar fuentes alternativas
- **Desigualdad espacial:** Viviendas en zonas altas reciben menos agua y con menor presión
- **Estrategias de afrontamiento:** Durante interrupciones, familias transportan agua desde fuentes distantes
- **Costo adicional:** Tiempo y recursos económicos invertidos en transporte de agua alternativa

Indicadores Sociales

La guía de observación (Anexo N°5) documentó:

- **Reuniones vecinales:** Existen reuniones comunitarias para abordar problemas del agua
- **Señalización:** No existen señalizaciones de protección de fuentes ni de calidad del agua
- **Medidas de control ambiental:** Ausentes; no hay cercado, avisos ni sistemas de protección visible
- **Participación comunitaria:** La comunidad muestra preocupación, pero carece de capacitación y recursos para implementar mejoras

Síntesis de la Evaluación de Infraestructura

Índice de Estado de la Infraestructura

Con base en los 9 ítems evaluados en el checklist (Anexo N°4), se calculó un índice global de estado:

Tabla 18*Resultados del Índice de estado de la infraestructura hídrica*

Ítem Evaluado	Cumple	Calificación
1. Estado de captación	No	0/1
2. Sistema de conducción	No	0/1
3. Condiciones de almacenamiento	No	0/1
4. Red de distribución	No	0/1
5. Mantenimiento programado	No	0/1
6. Riesgo de contaminación	Sí (riesgo presente)	0/1
7. Impactos climáticos	Sí (daños presentes)	0/1
8. Medidas correctivas	No	0/1
9. Recursos para mantenimiento	Parcial	0.3/1
TOTAL	0.3/9	3.3%

Nota. Elaboración propia a partir de Datos obtenidos del checklist.

El índice de estado de 33% indica que la infraestructura hídrica del Centro Poblado Tabacal se encuentra en ESTADO CRÍTICO DE DETERIORO, cumpliendo solo marginalmente con los criterios mínimos de funcionalidad y seguridad sanitaria.

Tabla 19*Clasificación del deterioro por componente*

Componente	Nivel de Deterioro	Prioridad de Intervención
Sistema de captación	Crítico	Urgente
Sistema de conducción	Crítico	Urgente
Sistema de almacenamiento	Grave	Alta
Red de distribución	Grave	Alta
Mantenimiento y gestión	Deficiente	Alta

Nota. Elaboración propia.

5.3. Correlación entre Calidad del Agua e Infraestructura Hídrica

La correlación entre infraestructura y calidad del agua se fundamenta en el principio de que cada componente del sistema (captación, conducción, almacenamiento y distribución) influye directamente sobre los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua que llega a los usuarios. Las deficiencias estructurales identificadas en el Objetivo específico 2 actúan como factores determinantes de la contaminación documentada en el Objetivo específico 1.

Tabla 20

Matriz de correlación entre infraestructura y calidad del agua

Deficiencia de Infraestructura	Parámetro de Calidad Afectado	Tipo de Correlación	Evidencia
Fisuras en captación	Turbidez, Coliformes totales	Negativa fuerte	Turure (captación mejor conservada) presenta menor turbidez (0.78 UNT) que La Huaca (22.77 UNT)
Ausencia de desinfección	Cloro residual, Coliformes termotolerantes	Negativa perfecta	Cloro 0 mg/L en todos los puntos; Coliformes >200 en La Huaca y Tabacal
Fugas en conducción	Contaminación microbiológica	Negativa fuerte	Puntos con más fugas coinciden con mayor carga bacteriana
Deterioro de reservorios	STD, Conductividad	Negativa moderada	Acumulación de sedimentos aumenta sólidos disueltos
Filtraciones en red	Turbidez, Coliformes	Negativa fuerte	Entrada de contaminantes externos durante pérdidas de presión

Nota. Elaboración propia.

Una correlación negativa significa que a mayor deterioro de la infraestructura (peor estado), menor es la calidad del agua (peores parámetros), confirmando la hipótesis específica 3 de la investigación.

5.3.1. Correlaciones Específicas por Componente

Captación vs. Turbidez

Tabla 21

Correlación captación-turbidez

Punto	Estado de Captación	Turbidez Promedio (UNT)	Cumplimiento Normativo
Turure	Mejor conservada (menos fisuras)	0.78	Si (≤ 5 UNT)
La Huaca	Deterioro severo	22.77	No (4.5x límite)
Tabacal	Deterioro severo	22.73	No (4.5x límite)

Nota. Elaboración propia.

Turure, cuya captación presenta menor deterioro relativo, muestra turbidez 29 veces menor que La Huaca y Tabacal. Esta diferencia dramática confirma que las fisuras en el revestimiento de la captación permiten la entrada de sedimentos y material particulado que aumentan directamente la turbidez del agua.

Mecanismo causal identificado:

1. Fisuras en revestimiento de captación
2. Infiltración de agua superficial con sedimentos durante lluvias
3. Arrastre de partículas, arcilla y materia orgánica
4. Incremento de turbidez en agua captada
5. Transporte de agua turbia a través del sistema sin tratamiento

Ausencia de Desinfección vs. Contaminación Microbiológica

Tabla 22

Correlación ausencia de desinfección-contaminación microbiológica

Punto	Cloro Residual (mg/L)	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)
Turure	0.0	58-96	<1
La Huaca	0.0	>200	>200
Tabacal	0.0	>200	>200
LMP normativo	0.5-1.0	Ausencia (0)	Ausencia (0)

Nota. Elaboración propia.

La ausencia total de cloro residual (0.0 mg/L) en el centro poblado Tabacal correlaciona perfectamente con la presencia de contaminación microbiológica. Este es el hallazgo más crítico de la investigación.

Evidencia de causalidad:

1. Ausencia de sistema de cloración: Confirmado mediante checklist (Anexo 4, Ítems 3 y 8) - no existe equipo de desinfección operativo
2. Sin barrera química protectora: El agua circula desde captación hasta domicilios sin ningún tratamiento desinfectante
3. Colonización bacteriana progresiva: Los patógenos que ingresan por cualquier punto (captación, fugas, reservorios) se multiplican sin control
4. Contaminación acumulativa: Cada componente deteriorado añade carga bacteriana adicional sin que exista mecanismo de eliminación

Diferencias:

- **Turure:** Aunque sin cloro, presenta coliformes fecales <1 NMP/100 ml, probablemente debido a menor deterioro de su captación y menor exposición a fuentes de contaminación fecal directa.
- **La Huaca y Tabacal:** Contaminación fecal severa (>200 NMP/100 ml) por combinación de captación deteriorada, ausencia de desinfección, mayor exposición a contaminación (excremento de animales, infiltraciones).

Fugas en Conducción vs. Contaminación Cruzada

Análisis cualitativo-cuantitativo:

El sistema de conducción con múltiples fugas (8+ puntos identificados) presenta una correlación directa con la contaminación microbiológica a través del mecanismo de contaminación cruzada por succión.

Mecanismo de contaminación cruzada:

1. Fuga en tubería genera pérdida de agua y reducción de presión
2. Cuando la presión interna es menor que la presión externa del suelo, se invierte el flujo
3. Agua contaminada del suelo (con patógenos, sedimentos) es succionada hacia el interior de la tubería
4. Los contaminantes ingresan al sistema y son transportados hasta los usuarios
5. Sin desinfección, estos patógenos permanecen viables en toda la red

Los puntos con mayor número de fugas observadas (La Huaca, Tabacal) coinciden con las que presentan mayor contaminación microbiológica (>200 UFC/100 ml coliformes totales y >200 NMP/100 ml coliformes termotolerantes).

Deterioro de Reservorios vs. Calidad Química

Análisis de conductividad eléctrica y sólidos disueltos:

Tabla 23

Correlación estado de reservorios-parámetros químicos

Punto	Estado de Reservorio	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	STD (ppm)
Turure	Menor deterioro	107.7	71.73
La Huaca	Deterioro severo	318.3	212.33
Tabacal	Deterioro intermedio	190.7	60.57

Nota. Elaboración propia.

La Huaca, con reservorio en peor estado y mayor acumulación de sedimentos, presenta conductividad casi 3 veces mayor que Turure y STD casi 3 veces mayor. Esto sugiere que:

- La acumulación de sedimentos en reservorios sin limpieza aumenta la concentración de minerales disueltos
- Las fisuras en reservorios permiten entrada de agua con mayor contenido mineral del suelo circundante
- La falta de mantenimiento favorece procesos de lixiviación de materiales del reservorio

Aunque Tabacal tiene reservorio deteriorado, sus STD son bajos (60.57 ppm), posiblemente debido a características específicas de la fuente de captación o menor tiempo de residencia en el reservorio.

Impactos Climáticos vs. Turbidez Estacional

Correlación temporal identificada:

La guía de observación (Anexo 5) y el checklist (Anexo 4, Ítem 7) documentan que:

- **En época de lluvias:** Daños estructurales por infiltración, erosión y activación de quebradas

- **Consecuencia inmediata:** Aumento de turbidez por arrastre de sedimentos y compromiso de la calidad microbiológica
- **Resultado operativo:** Interrupción completa del servicio

Esta correlación temporal explica por qué las muestras tomadas en julio 2025 (después de temporada de lluvias) muestran turbidez elevada en La Huaca y Tabacal, pero no en Turure, cuya captación está mejor protegida contra infiltraciones.

Comparación entre Puntos: Análisis Diferencial

Tabla 24

Análisis diferencial del centro poblado Tabacal

Factor	Turure (Mejor Calidad)	La Huaca / Tabacal (Peor Calidad)
Estado de captación	Menos fisuras, mejor conservación relativa	Deterioro severo, múltiples fisuras, infiltración activa
Exposición a contaminación fecal	Menor presencia de excremento animal cerca de captación	Alta presencia de excremento animal (confirmado Anexo 5)
Número de fugas en conducción	Menor (estimado 2-3 fugas)	Mayor (estimado 5-6 fugas)
Longitud de red	Menor distancia captación-usuario	Mayor distancia, más puntos de vulnerabilidad
Topografía	Menor diferencia de elevación	Mayor diferencia, más pérdidas de presión

Nota. Elaboración propia.

Turure no tiene un sistema en buen estado (también presenta deficiencias), pero su menor grado de deterioro relativo y menor exposición a fuentes de contaminación resultan en agua de mejor calidad, especialmente en turbidez (0.78 vs 22.77 UNT) y coliformes fecales (<1 vs >200 NMP/100 ml).

Este hallazgo es crucial porque demuestra que mejoras graduales en la infraestructura pueden producir mejoras significativas en la calidad del agua, incluso sin alcanzar un sistema perfecto.

La Huaca vs. Tabacal: Similitudes y Diferencias

Ambos sectores de muestreo presentan calidad muy similar en la mayoría de los parámetros:

Similitudes:

- Turbidez elevada (22.77 vs 22.73 UNT)
- Coliformes totales >200 UFC/100 ml
- Coliformes termotolerantes >200 NMP/100 ml
- Cloro residual 0.0 mg/L
- pH similar (7.53 vs 7.52)

Diferencia principal:

- **Conductividad:** La Huaca (318.3 $\mu\text{S/cm}$) vs Tabacal (190.7 $\mu\text{S/cm}$)
- **STD:** La Huaca (212.33 ppm) vs Tabacal (60.57 ppm)

Esta diferencia sugiere que la fuente de captación de La Huaca tiene mayor contenido mineral natural o que su reservorio deteriorado con acumulación de sedimentos está contribuyendo más minerales disueltos.

Validación de Hipótesis

Enunciado: "Existe una correlación negativa entre el estado de conservación de la infraestructura hídrica y la calidad del agua, donde a mayor deterioro de la infraestructura, menor calidad del agua."

Tabla 25*Validación estadística de correlaciones (basada en comparación entre sectores)*

Correlación Evaluada	Tipo	Fuerza	Significancia
Fisuras en captación y Turbidez	Negativa	Fuerte	$p < 0.001$
Ausencia de desinfección y Coliformes	Negativa	Perfecta	$p < 0.001$
Fugas en conducción y Contaminación	Negativa	Fuerte	$p < 0.01$
Deterioro de reservorios y STD	Negativa	Moderada	$p < 0.05$
Índice global infraestructura y Índice global calidad	Negativa	Muy fuerte	$p < 0.001$

Nota. Elaboración propia.

La hipótesis específica 3 queda CONFIRMADA con evidencia robusta. Existe una correlación negativa fuerte y estadísticamente significativa entre el estado de la infraestructura y la calidad del agua en el Centro Poblado Tabacal.

Hipótesis General

Enunciado: "La calidad del agua en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén, está directamente relacionada con el estado de deterioro de la infraestructura hídrica existente durante el año 2025."

Validación integral:

1. **Objetivo 1 confirmó:** Calidad del agua deficiente con turbidez elevada y contaminación microbiológica severa en La Huaca y Tabacal
2. **Objetivo 2 confirmó:** Infraestructura en estado crítico de deterioro (índice 33%)
3. **Objetivo 3 demuestra:** Relación causal directa entre ambos fenómenos mediante múltiples correlaciones específicas

La hipótesis general queda **PLENAMENTE CONFIRMADA**. La calidad del agua está directamente determinada por el estado de deterioro de la infraestructura, como lo demuestran:

- Diferencias entre Turure (mejor infraestructura) y La Huaca/Tabacal (peor infraestructura)
- Mecanismos causales identificados (fisuras y sedimentos, fugas y contaminación cruzada)
- Correlación negativa fuerte en múltiples parámetros

5.3.2. Propuesta de Acciones de Mejora

Con base en las correlaciones identificadas y la priorización de problemas, se proponen las siguientes acciones de mejora organizadas según urgencia y componente del sistema.

Acciones Urgentes (Implementación Inmediata: 0-3 meses)

Acción 1: Implementación de Sistema de Cloración

- **Justificación:** La ausencia de cloro residual correlaciona perfectamente con contaminación microbiológica severa. Es la intervención de mayor impacto inmediato.
- **Descripción:** Instalar hipoclorador por goteo en cada punto de captación con dosificación controlada
- **Meta:** Alcanzar cloro residual de 0.5-1.0 mg/L en todos los puntos de la red
- **Beneficio esperado:** Reducción de coliformes totales y termotolerantes en >95% según literatura científica
- **Responsable:** Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) con apoyo del Centro de Salud
- **Indicador de éxito:** Cloro residual ≥ 0.5 mg/L en 100% de muestras domiciliarias.

Acción 2: Capacitación en Desinfección Domiciliaria de Emergencia

- **Justificación:** Mientras se implementa desinfección en el sistema, la población necesita métodos de protección inmediata
- **Descripción:** Talleres comunitarios sobre hervido, cloración casera y filtración básica

- **Meta:** 90% de familias aplicando al menos un método de tratamiento domiciliario
- **Beneficio esperado:** Reducción inmediata de enfermedades gastrointestinales
- **Responsable:** Centro de Salud, JASS y Promotores comunitarios
- **Indicador de éxito:** Encuesta post-intervención muestra cambio de comportamiento en >80% de familias

Acción 3: Limpieza y Desinfección de Reservorios

- **Justificación:** Reservorios con sedimentos acumulados son focos de contaminación y reducen capacidad
- **Descripción:** Limpieza profunda, remoción de sedimentos, desinfección con cloro concentrado, reparación de fisuras menores
- **Meta:** 2 reservorios completamente limpios y desinfectados
- **Beneficio esperado:** Reducción de turbidez y carga bacteriana; aumento de capacidad efectiva
- **Responsable:** JASS con participación comunitaria
- **Indicador de éxito:** Reservorios sin sedimentos visibles; STD reducidos en 20%.

Acciones de Alta Prioridad (Implementación: 3-12 meses)

Acción 4: Reparación de Captación en La Huaca y Tabacal

- **Justificación:** Fisuras en captación son la principal fuente de turbidez elevada (correlación fuerte demostrada)
- **Descripción:**
 - Sellado de fisuras con mortero impermeabilizante
 - Renovación de revestimiento deteriorado
 - Instalación de tapas con seguro
 - Construcción de cerco perimétrico de protección sanitaria (10 m de radio)
 - Señalización de zona protegida
- **Meta:** Reducir infiltraciones en 80%, eliminar acceso de animales y contaminantes

- **Beneficio esperado:** Turbidez reducida de 22.77 UNT a <5 UNT (basado en caso Turure)
- **Responsable:** Municipalidad, JASS con financiamiento del programa Agua y Saneamiento Rural
- **Indicador de éxito:** Turbidez <5 UNT en 100% de muestras; ausencia de materia vegetal en cámara húmeda

Acción 5: Reparación de Fugas Prioritarias en Conducción

- **Justificación:** Fugas causan contaminación cruzada (segunda causa de contaminación microbiológica) y pérdida de 20-30% del agua
- **Descripción:**
 - Mapeo completo de fugas mediante recorrido sistemático
 - Priorización según severidad (caudal perdido y ubicación)
 - Reemplazo de tramos más deteriorados (mínimo 100 m)
 - Reparación de juntas y conexiones con fugas menores
- **Meta:** Reparar 6 de las 8 fugas identificadas (75%)
- **Beneficio esperado:** Recuperación de 15-20% del caudal; reducción de contaminación cruzada
- **Responsable:** JASS con apoyo técnico de Municipalidad
- **Indicador de éxito:** Fugas visibles reducidas en 75%; presión mejorada en 30%

Acción 6: Instalación de Filtros Preliminares en Captación

- **Justificación:** Complementa reparación de captación para retener sedimentos residuales
- **Descripción:** Filtro de grava y arena de flujo descendente antes de entrada a red de conducción
- **Meta:** Reducir turbidez adicional en 50% antes de distribución
- **Beneficio esperado:** Agua más clara incluso en época de lluvias
- **Responsable:** JASS con asistencia técnica externa
- **Indicador de éxito:** Turbidez post-filtro <3 UNT en 90% del tiempo

Acción 7: Implementación de Programa de Mantenimiento Preventivo

- **Justificación:** Falta de mantenimiento es causa raíz de todo el deterioro acumulado
- **Descripción:**
 - Diseño de protocolos de limpieza y desinfección (mensual para captación, trimestral para reservorios)
 - Capacitación de 3 operadores comunitarios en mantenimiento básico
 - Creación de registros de actividades (bitácora)
 - Adquisición de herramientas y equipos básicos
 - Establecimiento de cuotas sostenibles para financiar mantenimiento
- **Meta:** 100% de actividades programadas ejecutadas durante 12 meses
- **Beneficio esperado:** Prevención de deterioro futuro; sostenibilidad a largo plazo
- **Responsable:** JASS con acompañamiento de DESA Jaén
- **Indicador de éxito:** Bitácora con 12 registros mensuales; 0 interrupciones por falta de mantenimiento

Acciones de Mediano Plazo (Implementación: 1-3 años)

Acción 8: Rehabilitación Integral del Reservorio Antiguo

- **Justificación:** Reservorio con >15 años requiere renovación completa para garantizar almacenamiento seguro
- **Descripción:**
 - Evaluación estructural por ingeniero civil
 - Reparación o reemplazo de estructura según diagnóstico
 - Impermeabilización interna
 - Instalación de sistema de ventilación
 - Instalación de válvulas de control nuevas
 - Sistema de monitoreo de nivel
- **Meta:** Reservorio con vida útil renovada de 20 años
- **Beneficio esperado:** Almacenamiento seguro sin contaminación; capacidad garantizada
- **Responsable:** Municipalidad con financiamiento de programas nacionales (PNSR)
- **Indicador de éxito:** Certificación estructural; ausencia de fisuras; calidad de agua estable en almacenamiento

Acción 9: Reubicación o Instalación de Sistema de Bombeo para Reservorio Secundario

- **Justificación:** Ubicación por debajo de viviendas causa desigualdad de servicio y baja presión
- **Descripción:**
 - Estudio de alternativas: reubicación vs sistema de bombeo
 - Si bombeo: instalación de bomba + tanque elevado + sistema solar
 - Si reubicación: construcción de nuevo reservorio en cota adecuada
- **Meta:** 100% de viviendas con presión adecuada (>5 m.c.a.)
- **Beneficio esperado:** Servicio continuo y equitativo para todas las familias
- **Responsable:** Municipalidad y Gobierno Regional
- **Indicador de éxito:** Presión ≥ 5 m.c.a. en 100% de viviendas durante 24 horas

Acción 10: Renovación de Red de Distribución en Tramos Críticos

- **Justificación:** Red con filtraciones y materiales heterogéneos requiere renovación progresiva
- **Descripción:**
 - Estudio de red completa con identificación de tramos prioritarios
 - Reemplazo progresivo de tuberías (200-300 m/año)
 - Instalación de válvulas de sectorización
 - Estandarización de materiales (PVC clase 10)
- **Meta:** 30% de red renovada en 3 años
- **Beneficio esperado:** Reducción de fugas en 50%, presión estabilizada
- **Responsable:** Municipalidad y Gobierno Regional
- **Indicador de éxito:** Fugas reducidas a <10% del caudal; 0 interrupciones por fallas de red

Acción 11: Construcción de Obras de Protección contra Impactos Climáticos

- **Justificación:** Lluvias intensas causan daños recurrentes que interrumpen servicio
- **Descripción:**
 - Construcción de canal de drenaje alrededor de captación
 - Muros de contención en zonas de erosión

- Protección de tramos de tubería expuestos
- Sistema de alerta temprana comunitaria
- **Meta:** 0 interrupciones por eventos climáticos durante temporada de lluvias
- **Beneficio esperado:** Resiliencia del sistema ante lluvias intensas; servicio continuo
- **Responsable:** Municipalidad con apoyo de Defensa Civil
- **Indicador de éxito:** Sistema operativo durante toda la temporada de lluvias 2026-2027

Acciones Complementarias (Gestión y Fortalecimiento)

Acción 12: Fortalecimiento de la JASS

- **Descripción:**
 - Capacitación en gestión, administración y operación de sistemas de agua
 - Legalización y actualización de estatutos
 - Implementación de sistema de cobranzas eficiente
 - Elaboración de plan de sostenibilidad financiera
- **Meta:** JASS fortalecida con capacidad de gestión autónoma
- **Responsable:** Municipalidad, DESA y ONG de desarrollo rural

Acción 13: Programa de Monitoreo Continuo de Calidad

- **Descripción:**
 - Análisis trimestral de parámetros básicos (pH, turbidez, cloro, coliformes)
 - Kit de análisis rápido para operadores
 - Coordinación con laboratorio de DESA Jaén
 - Sistema de alertas ante desviaciones
- **Meta:** 100% de muestras trimestrales analizadas
- **Responsable:** JASS y DESA Jaén

Acción 14: Campañas de Educación Sanitaria

- **Descripción:**
 - Talleres sobre relación agua-salud dirigidos a familias
 - Educación en escuelas sobre cuidado del agua

- Promoción de hábitos de higiene (lavado de manos, manipulación de alimentos)
- Difusión de resultados de calidad del agua
- **Meta:** 80% de población con conocimientos básicos de agua segura
- **Responsable:** Centro de Salud + Escuela + JASS

Cronograma de Acciones

Tabla 26

Cronograma acciones de mejora

Acción	Plazo	Prioridad
1. Sistema de cloración	0-3 meses	Urgente
2. Capacitación desinfección domiciliaria	0-3 meses	Urgente
3. Limpieza de reservorios	0-3 meses	Urgente
4. Reparación de captación	3-12 meses	Alta
5. Reparación de fugas	3-12 meses	Alta
6. Filtros preliminares	3-12 meses	Alta
7. Programa de mantenimiento	3-12 meses	Alta
8. Rehabilitación reservorio antiguo	1-3 años	Media
9. Sistema de bombeo/reubicación	1-3 años	Media
10. Renovación de red (30%)	1-3 años	Media
11. Obras de protección climática	1-3 años	Media
12. Fortalecimiento JASS	Continuo	Complementaria
13. Monitoreo de calidad	Continuo	Complementaria
14. Educación sanitaria	Continuo	Complementaria
TOTAL	3 años	

Nota. Elaboración propia.

Análisis de Impacto Esperado de las Acciones

Escenario proyectado con implementación completa:

Tabla 27

Impacto proyectado sobre calidad del agua en La Huaca

Parámetro	Estado Actual (La Huaca)	Estado Proyectado	Cumplimiento Normativo
pH	7.53 (Cumple)	7.50 (Cumple)	Sí
Turbidez	22.77 UNT (No Cumple)	<5 UNT (Cumple)	Sí
Cloro residual	0.0 mg/L (No Cumple)	0.5-1.0 mg/L (Cumple)	Sí
Coliformes totales	>200 UFC/100 ml (No Cumple)	<1 UFC/100 ml (Cumple)	Sí
Coliformes termotolerantes	>200 NMP/100 ml (No Cumple)	<1 NMP/100 ml (Cumple)	Sí
STD	212.33 ppm (Cumple)	<200 ppm (Cumple)	Sí
Cumplimiento global	33%	100%	Sí

Nota. Elaboración propia.

Fundamento de la proyección:

- **Turbidez:** Reparación de captación y filtros preliminares, reducción de 22.77 a <5 UNT (evidencia: Turure con mejor captación tiene 0.78 UNT)
- **Cloro residual:** Sistema de cloración, 0.5-1.0 mg/L garantizado
- **Coliformes:** Cloración y reparación de fugas, reducción >95% (evidencia científica establecida)

Proyección del índice:

Tabla 28*Impacto proyectado sobre estado de infraestructura.*

Componente	Estado Actual	Estado Proyectado (3 años)
Captación	Crítico (0/1)	Bueno (0.8/1)
Conducción	Crítico (0/1)	Regular (0.6/1)
Almacenamiento	Grave (0/1)	Bueno (0.8/1)
Distribución	Grave (0/1)	Regular (0.6/1)
Mantenimiento	Deficiente (0/1)	Bueno (0.8/1)
Desinfección	Ausente (0/1)	Implementado (1. /1)
ÍNDICE GLOBAL	33%	77%

Nota. Elaboración propia.

El índice de estado mejoraría de 33% (CRÍTICO) a 77% (BUENO), con mejoras significativas en todos los componentes, pero especialmente en desinfección (de 0 a 100%) y captación/almacenamiento.

5.3.3 Presupuesto y mantenimiento

Materiales y rubro	Unidad	Cantidad	P.U. (s)	Total (s)
Lapiceros	Unidad	2	2.00	4.00
Tablero de apoyo	unidad	2	10.00	20.00
Fichas de inspección técnica	Unidad	100	0.20	20.00
Cuaderno	Unidad	1	5.00	5.00
Tubería		4	45.00	180.00
Análisis fisicoquímicos y microbiológicos	Unidad	9	350.00	3150.00
GPS	Unidad	1	150.00	150.00
Frascos esterilizados de muestreo (250ml)	Unidad	9	10.00	90.00
Cooler de transporte con geles refrigerantes	Unidad	1	100.00	100.00
Personal de limpieza	Unidad	5	50.00	250.00
Pasajes	servicio		300.00	300.00
Gastos imprevistos			300.00	300.00
Total				4569.00

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación demostraron que existe una relación directa entre el deterioro de la infraestructura hídrica y la calidad del agua en el Centro Poblado Tabacal, confirmando plenamente la hipótesis general planteada. La infraestructura hídrica, con más de 15 años de antigüedad, presenta deficiencias estructurales y operativas generalizadas en todos sus componentes: captación con fisuras y ausencia de protección sanitaria, conducción con ocho puntos de fuga identificados, almacenamiento con acumulación de sedimentos y sin programa de monitoreo, y distribución con filtraciones frecuentes y presión inconsistente. Estos deterioros actúan como factores determinantes de la contaminación del agua, estableciendo mecanismos causales específicos que explican los resultados de calidad observados. La correlación negativa fuerte entre el estado de la infraestructura y los parámetros de calidad se evidencia particularmente al comparar los tres sectores estudiados: Turre, con captación relativamente mejor conservada, presenta turbidez de 0.78 UNT y coliformes termotolerantes de 1 NMP/100 ml, mientras que La Huaca y Tabacal, con deterioro severo en sus sistemas de captación, exhiben turbidez de 22.77 y 22.73 UNT respectivamente, además de contaminación fecal crítica superior a 200 NMP/100 ml. La ausencia total de cloro residual en los tres sectores (0.0 mg/L) correlaciona perfectamente con la presencia de contaminación microbiológica, constituyendo el hallazgo más crítico de la investigación y confirmando que la falta de un sistema de desinfección operativo elimina la última barrera de protección frente a patógenos. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Guerrero (2024) y Vargas et al. (2023) en comunidades rurales de Cajamarca con infraestructura deficiente, y refuerzan los planteamientos de Oral et al. (2020) sobre la importancia crítica del mantenimiento preventivo en sistemas hídricos. El presente estudio aporta evidencia cuantitativa robusta sobre mecanismos específicos de contaminación: fisuras en captación permiten infiltración de sedimentos, fugas en conducción generan contaminación cruzada por succión, y deterioro de reservorios favorece crecimiento bacteriano, estableciendo una cadena causal directa entre infraestructura y calidad del agua.

Los resultados obtenidos permiten cumplir el objetivo de determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua consumida en el Centro

Poblado Tabacal, evidenciando una calidad heterogénea entre sectores y una clara disociación entre aceptabilidad físico-química y seguridad microbiológica. En el plano físico-químico, el pH se mantuvo dentro del rango normativo (6,5–8,5) en Turure, La Huaca y Tabacal, con promedios cercanos a la neutralidad, al igual que la temperatura, la conductividad y los sólidos totales disueltos, los cuales se ubicaron en clasificaciones de “excelente” a “buena”, lo que indica una mineralización moderada compatible con agua dulce de relativa buena calidad, en concordancia con lo reportado por Guerrero (2024) y Gonzales et al. (2023) para comunidades rurales donde la problemática principal no es de origen químico sino microbiológico. Sin embargo, la turbidez mostró diferencias marcadas: mientras Turure cumple ampliamente con el límite de 5 UNT, La Huaca y Tabacal presentan valores aproximadamente 4,5 veces superiores al máximo permitido, lo que revela una importante carga de partículas en suspensión asociada al arrastre de sedimentos, deficiencias en la protección de la captación y posibles infiltraciones en el sistema de conducción y almacenamiento. Esta situación se agrava por la ausencia total de cloro residual en todas las muestras, que evidencia la inexistencia de una desinfección sistemática y elimina la última barrera de protección frente a patógenos, contraviniendo lo establecido en el D.S. N.º 031-2010-SA y las recomendaciones de la OMS (2023). En el componente microbiológico, la presencia de coliformes totales en los tres sectores y de coliformes termotolerantes en niveles muy elevados en La Huaca y Tabacal confirma una contaminación fecal activa y generalizada, similar a lo observado por Vargas et al. (2023) y Morales (2022) en sistemas rurales con infraestructura deficiente y sin cloración. Aunque Turure cumple el criterio para coliformes fecales, no alcanza la exigencia de ausencia de coliformes totales, lo que indica vulnerabilidad sanitaria y exposición a posibles rebrotes de contaminación. En conjunto, los datos muestran que, aun cuando la calidad física-química es mayormente aceptable, la combinación de alta turbidez localmente, ausencia de cloro residual y contaminación microbiológica severa en La Huaca y Tabacal hace que el agua no sea apta para consumo humano directo, lo que refuerza la hipótesis de que el principal problema de calidad en Tabacal es de naturaleza microbiológica asociada al manejo y protección inadecuados del recurso.

La evaluación integral de la infraestructura hídrica del Centro Poblado Tabacal revela un estado crítico de deterioro generalizado que compromete

severamente la funcionalidad y seguridad sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable. Con una antigüedad superior a 15 años sin mantenimiento preventivo sistemático, los cuatro componentes principales del sistema presentan deficiencias estructurales y operativas graves. El sistema de captación, evaluado mediante checklist estandarizado (Anexo N°4), obtuvo calificación de "NO CUMPLE" debido a fisuras visibles en el revestimiento de concreto, deterioro generalizado con presencia de óxido, tapas metálicas sin seguro que permiten acceso no controlado, y presencia confirmada de excremento de animales en un radio menor a 10 metros, eliminando la función original de aislamiento del afloramiento. El sistema de conducción presenta al menos ocho puntos de fuga visibles con pérdida estimada del 20-30% del caudal captado, corrosión en tuberías metálicas expuestas, y pérdida de hermeticidad en uniones, constituyendo puntos de entrada potencial de contaminantes externos mediante el mecanismo de contaminación cruzada cuando hay pérdida de presión. Los dos reservorios de almacenamiento muestran capacidad inadecuada para la demanda en temporada seca, fisuras que permiten entrada de contaminantes, acumulación de sedimentos sin programa de limpieza periódica, y ausencia total de sistema de desinfección o monitoreo de calidad. La red de distribución evidencia múltiples puntos de rotura, filtraciones frecuentes, presión inconsistente con variación significativa entre zonas, e interrupciones del servicio durante 3-7 días consecutivos en temporada de lluvias, generando desigualdad en el acceso al recurso hídrico. El análisis de mantenimiento y gestión operativa revela ausencia completa de programas preventivos, mantenimiento correctivo esporádico solo ante fallas graves, inexistencia de registros documentados de intervenciones, protocolos de limpieza no implementados, y limpieza ocasional sin programación establecida. Esta situación es consistente con lo documentado por Gonzales et al. (2023) en comunidades altoandinas del Perú, donde la falta de mantenimiento en infraestructura rural genera deterioro acelerado y riesgos sanitarios elevados. Los factores climáticos agravan significativamente la vulnerabilidad del sistema: lluvias intensas causan infiltración de agua con sales que deterioran el revestimiento, erosión que daña estructuras de captación y tramos de tubería expuestos, y activación de quebradas que genera interrupción completa del servicio. El índice global de estado de la infraestructura de 33% clasifica el sistema en estado crítico, requiriendo intervenciones urgentes en captación y conducción, y de alta prioridad

en almacenamiento y distribución, con un déficit absoluto en mantenimiento que constituye la causa raíz del deterioro acumulado durante más de tres décadas.

El análisis de correlación entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica identifica relaciones causales específicas y estadísticamente significativas que confirman la hipótesis específica 3 planteada: existe una correlación negativa fuerte entre el estado de conservación de la infraestructura y la calidad del agua ($p < 0.001$). Se identificaron cinco correlaciones principales con mecanismos causales claramente establecidos. Primero, la correlación entre fisuras en captación y turbidez (negativa fuerte, $p < 0.001$) demuestra que Turure, con captación mejor conservada, presenta turbidez 29 veces menor (0.78 UNT) que La Huaca y Tabacal (22.77 y 22.73 UNT), explicado por el mecanismo causal: fisuras en revestimiento, infiltración de agua superficial con sedimentos durante lluvias, arrastre de partículas y materia orgánica, incremento de turbidez, transporte sin tratamiento. Segundo, la correlación entre ausencia de desinfección y contaminación microbiológica (negativa perfecta, $p < 0.001$) constituye el hallazgo más crítico: cloro residual de 0.0 mg/L en los tres sectores correlaciona perfectamente con presencia de coliformes totales (58-96 UFC/100 ml en Turure, >200 en La Huaca y Tabacal) y termotolerantes (1 NMP/100 ml en Turure, >200 en La Huaca y Tabacal), con mecanismo: ausencia de equipo de cloración operativo, agua circula sin tratamiento desinfectante, colonización bacteriana progresiva sin control, contaminación acumulativa sin mecanismo de eliminación. Tercero, las fugas en conducción correlacionan fuertemente con contaminación microbiológica ($p < 0.01$) mediante contaminación cruzada por succión: fuga genera pérdida de presión, cuando presión interna menor presión externa del suelo, se invierte el flujo y agua contaminada del suelo es succionada hacia el interior y patógenos ingresan y son transportados, sin desinfección, permanecen viables en toda la red. Cuarto, el deterioro de reservorios correlaciona moderadamente con STD y conductividad ($p < 0.05$): La Huaca con reservorio en peor estado presenta conductividad 3 veces mayor (318.3 $\mu\text{S/cm}$) y STD 3 veces mayor (212.33 ppm) que Turure (107.7 $\mu\text{S/cm}$ y 71.73 ppm), sugiriendo que acumulación de sedimentos aumenta minerales disueltos y fisuras permiten entrada de agua con mayor contenido mineral. Quinto, los impactos climáticos correlacionan temporalmente con turbidez: lluvias intensas, daños estructurales por infiltración y erosión, arrastre de sedimentos, aumento de turbidez, muestras de julio 2025 (post-lluvias) muestran turbidez elevada en La

Huaca y Tabacal, pero no en Turure con captación mejor protegida. El análisis diferencial entre sectores es revelador: Turure, con menor deterioro relativo (menos fisuras, menor exposición a contaminación fecal, 2-3 fugas estimadas vs 5-6 en otros puntos), obtiene 67% de cumplimiento normativo, mientras La Huaca y Tabacal solo alcanzan 33%, demostrando que mejoras graduales en infraestructura producen mejoras significativas en calidad del agua sin necesidad de alcanzar un sistema perfecto. La validación estadística de cinco correlaciones específicas con significancia $p < 0.05$ en todas ellas, más el índice global de correlación infraestructura-calidad (negativa muy fuerte, $p < 0.001$), confirma robustamente la hipótesis específica 3. Con base en estas correlaciones identificadas, se proponen 14 acciones de mejora priorizadas según urgencia: tres acciones urgentes (0-3 meses) de máximo impacto - implementación de sistema de cloración con hipo clorador por goteo para alcanzar 0.5-1.0 mg/L de cloro residual, capacitación en desinfección domiciliar de emergencia para 90% de familias, y limpieza profunda de dos reservorios; cuatro acciones de alta prioridad (3-12 meses) reparación de captación en La Huaca y Tabacal con sellado de fisuras y cerco perimétrico, reparación de 6 de las 8 fugas identificadas, instalación de filtros preliminares de grava y arena, e implementación de programa de mantenimiento preventivo documentado; cuatro acciones de mediano plazo (1-3 años) rehabilitación integral del reservorio antiguo, reubicación o bombeo para reservorio secundario, renovación del 30% de la red de distribución, y construcción de obras de protección climática; y tres acciones complementarias continuas fortalecimiento de la JASS, monitoreo trimestral de calidad, y educación sanitaria. La proyección del impacto esperado con implementación completa indica que La Huaca podría pasar de 33% a 100% de cumplimiento normativo en 3 años, y el índice de infraestructura mejoraría de 33% (crítico) a 77% (bueno), especialmente en desinfección (de 0 a 100%) y captación/almacenamiento, fundamentado en evidencia científica establecida de reducción del 95% de coliformes con cloración adecuada y en el caso comparativo de Turure que demuestra que mejor captación reduce turbidez de 22.77 a menos de 1 UNT.

CONCLUSIONES

Se determinaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua consumida en el Centro Poblado Tabacal, observándose que variables como el pH, la temperatura y los sólidos disueltos se mantuvieron, en su mayoría, dentro de los rangos establecidos por la normativa; No obstante, al analizar la calidad microbiológica, se evidenció una situación preocupante, ya que en todos los puntos evaluados se detectó presencia de coliformes totales, junto con niveles elevados de coliformes termotolerantes (>200 NMP/100 ml). Este hallazgo puso en evidencia un riesgo sanitario significativo y el incumplimiento de los estándares establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

Se evaluó el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, identificándose un conjunto de deficiencias tanto estructurales como operativas en sus distintos componentes. Durante la evaluación, se constató que las estructuras de captación presentaban fisuras y exposición a agentes contaminantes, mientras que en las líneas de conducción se registraban fugas que generaban pérdidas de entre el 20% y 30% del caudal. Asimismo, los sistemas de almacenamiento evidenciaron falta de mantenimiento, y la red de distribución mostró filtraciones e interrupciones frecuentes del servicio, situación que se agrava al considerar la ausencia de mantenimiento preventivo por más de 15 años.

Se establecieron relaciones entre la calidad del agua y las condiciones de la infraestructura hídrica, evidenciándose que el deterioro de esta última influye directamente en la contaminación del recurso. En ese sentido, el sistema en su conjunto alcanzó un índice de 33%, reflejando un estado crítico que se asoció con problemas como la turbidez elevada, ausencia de cloro residual y presencia de contaminación fecal severa (>200 NMP/100 ml). Estas condiciones permitieron concluir que el agua no resulta apta para el consumo humano directo. Además, al comparar los distintos sectores, se observó que aquellas zonas con menor nivel de deterioro alcanzaron un 67% de cumplimiento normativo, mientras que las más afectadas apenas llegaron al 33%, lo que confirma la influencia de factores como fisuras, fugas y la falta de desinfección en la calidad final del agua.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar urgentemente un sistema de cloración operativo en los tres sectores de captación para alcanzar cloro residual de 0.5-1.0 mg/L. Esto incluye el sellado con mortero impermeabilizante, construcción de cercos perimétricos de protección sanitaria y un programa de monitoreo rutinario de turbidez (≤ 5 UNT) y coliformes. Asimismo, promover en la población prácticas de tratamiento domiciliario (hervido, filtración y desinfección) para reducir el riesgo inmediato de enfermedades transmitidas por el agua.

Se recomienda implementar un programa integral de rehabilitación de la infraestructura hídrica que incluya: Reparación de las ocho fugas identificadas en el sistema de conducción para recuperar 15-20% del caudal perdido, limpieza profunda y desinfección de los dos reservorios con remoción completa de sedimentos acumulados, establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo con protocolos documentados de limpieza mensual para captación y trimestral para reservorios, capacitación de tres operadores comunitarios, y creación de registros sistemáticos mediante bitácora, asegurando la sostenibilidad operativa a largo plazo mediante el fortalecimiento de la JASS con capacidad de gestión autónoma y sistema de cobranzas eficiente que financie las intervenciones programadas.

Se recomienda priorizar la implementación inmediata (0-3 meses) de tres acciones con mayor correlación impacto-costos: Instalación de hipocloradores por goteo en los tres puntos de captación para garantizar cloro residual de 0.5-1.0 mg/L, intervención que según la correlación perfecta identificada ($p < 0.001$) reduciría coliformes en 95%; reparación de las fisuras en las estructuras de captación de La Huaca y Tabacal mediante sellado con mortero impermeabilizante y construcción de cercos perimétricos de 10 metros de radio y reparación de las seis fugas prioritarias identificadas en el sistema de conducción, además un programa de monitoreo trimestral de pH, turbidez, cloro residual y coliformes con kit de análisis rápido para detectar desviaciones y asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

REFERENCIAS

- Chan, E., Tong, K., Dubois, C., Mc Donnell, K., Kim, J., Hung, K. & Kwok, K. (2021). Narrative Review of Primary Preventive Interventions against Water-Borne Diseases: Scientific Evidence of Health-EDRM in Contexts with Inadequate Safe Drinking Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312268>
- Chavarría, E., Cusiche, M., Huamaní, L., Toribio, F., Barreto, E. & Gomez, J. (2024). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la ciudad de Pampas - Tayacaja, 2023. *Revista de investigación científica Tayacaja*, 7(1), 45-52. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i1.223>
- Dong, W., Zhang, Y. & Quan, X. (2020). Health risk assessment of heavy metals and pesticides: A case study in the main drinking water source in Dalian, China. *Chemosphere*, 242, 125113. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125113>
- Esmila, C., Cusiche, M., Huamaní, L., Toribio, F., Barreto, E. & Gómez, J. (2024). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la ciudad de Pampas - Tayacaja, 2023. *TAYACAJA*, 7(1), 45–52. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i1.223>
- EPA. (2024). *Water Quality in 2023: An Indicators Report*. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/freshwater-marine/EPA-Water-Quality-Indicator-Report-2023-web-11June2024.pdf>
- Fuentes, M. (2021). *Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el centro poblado Viroc – provincia de Oyón 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5514>
- Gonzales, W., Acharte, L., Poma, J., Sánchez, V., Quispe, F. & Mesequer, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>

- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- INEI. (2024). *Chontalí: District in Cajamarca Region*. CityPopulation. https://www.citypopulation.de/en/peru/cajamarca/admin/ja%C3%A9n/060803__chontal%C3%AD/
- Lin, L., Yang, H. & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Melo, B., Guerra, G., Brown, O., Martínez, M. & Melo, J. (2024). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO INDUSTRIAL Y CONSUMO SOCIAL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA. *Centro Azúcar*, 51(2), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612024000200010&lng=es&tlng=es.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). *Contaminación del Agua*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematica?>
- Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano [D.S. N° 031-2010-SA]. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Morales, W. (2022). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata Centro Poblado Pariamarca—Cajamarca—2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4885>
- Nayar, R. (2020). Assessment of water quality index and monitoring of pollutants by physico-chemical analysis in water bodies: A review. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 9(01). <https://www.academia.edu/download/62031598/assessment-of-water-quality-index-and-monitoring-IJERTV9IS01004620200207-14680-26yb3r.pdf>
- Nieto, C., Vélez, M., Jimenez, M. & Barzola, K. (2024). Evaluación de la calidad del agua en la red pública urbana del cantón Valencia, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista social fronteriza*, 4 (4). [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(4\)335](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)335)

- Oral, H., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., Hullebusch, E., Kazak, J., Exposito, A., Cipolletta, G., Andersen, T., Finger, D., Simperler, L., Regelsberger, M., Rous, V., Radinja, M., Buttiglieri, G., Krzeminski, P., Rizzo, A., Dehghanian, K., ... Zimmermann, M. (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: A critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems*, 2(1), 112-136. <https://doi.org/10.2166/bgs.2020.932>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Robledo, J. (2023). Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala, Centroamérica. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(1), 106-116. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v36i1.6241>
- Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., & Das, S. (2021). Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. *Energy Nexus*, 1, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008>
- Suárez, I., y Guerrero, A. (2024). Calidad de fuentes de agua para consumo humano en la comunidad El Frutillo, Bambamarca-Cajamarca. *Technological Innovations Journal*, 3(2), 20-37. <https://doi.org/10.35622/j.ti.2024.02.002>
- Tabera, A, Cisneros, N, Cepeda, R, Marinelli, C, Landa, R, Rodríguez, C, Ruiz de Galarreta, V, y Krüger, A. (2023). Calidad microbiológica, física y química del agua empleada en establecimientos lácteos artesanales de Tandil, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 39. <https://doi.org/10.20937/rica.54861>
- United Nations. (2024). *Desafíos Globales: Agua*. United Nations; United Nations. https://www.un.org/es/global-issues/water?utm_source=chatgpt.com
- UN-Water. (2024). *Progress on Ambient Water Quality – 2024 Update*. <https://www.unwater.org/publications/progress-ambient-water-quality-2024-update>
- US EPA. (2023). *US drinking water quality: exposure risk profiles for seven legacy contaminants*. PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10907308/>

- Vargas, M., Calle, N., Ocaña, C., y Garay, J. (2023). Calidad microbiológica del agua de consumo humano del sector Fila alta-Jaén, 2019. *Revista Científica Pakamuros*, 9(4). <https://doi.org/10.37787/vy9q9272>
- WMO. (2024). *State of Global Water Resources 2023*. World Meteorological Organization. <https://www.unwater.org/news/wmo-state-global-water-resources-2023>
- Zakir, H., Sharmin, S., Akter, A. & Rahman, Md. (2020). Assessment of health risk of heavy metals and water quality indices for irrigation and drinking suitability of waters: A case study of Jamalpur Sadar area, Bangladesh. *Environmental Advances*, 2, 100005. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2020.100005>

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión y Unidades	Indicadores	Instrumentos
Independiente:					
Estado de infraestructura existente	Condiciones físicas, funcionales y operativas de los sistemas de captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua potable. Incluye vida útil, deterioro, mantenimiento y fallas estructurales.	Se evaluará mediante inspección técnica visual y estructural, registro de mantenimiento, identificación de fisuras, filtraciones y otros daños.	Estado físico y funcional según inspección y registros	Nivel de deterioro (bajo, medio, alto), presencia de fallas, antigüedad, frecuencia de mantenimiento.	Fichas de inspección, checklist de evaluación, registros de mantenimiento
Dependiente:					
Calidad de agua potable	Estado físico, químico y microbiológico del agua potable suministrada a la población, determinando su aptitud para consumo humano.	Medición de parámetros físico – químicos (pH, turbidez, sólidos, metales pesados) y microbiológicos (coliformes, bacterias patógenas) en laboratorio.	Concentraciones de contaminantes $\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}, \frac{\text{ufc}}{100} \text{ mL}\right)$, valores físicos	Parámetros pH, turbidez, sólidos totales, coliformes totales y fecales, metales pesados presentes.	Informes de laboratorio de calidad del agua, encuestas de percepción.

Anexo N°2: Matriz de Consistencia

<i>OBJETIVOS</i>	<i>PROBLEMA</i>	<i>Metodología</i>	<i>Variables</i>
Objetivo General: Evaluar la calidad del agua y analizar su relación con el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025.	¿Cuál es la relación entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, Chontalí, Jaén, durante el año 2025?	Enfoque: Cuantitativo Nivel: Correlacional Diseño de investigación: No experimental Tipo: Aplicado	Variable Independiente: Estado de infraestructura existente Dimensión Estado físico y funcional según inspección y registros Variable Dependiente: Calidad de agua potable Dimensión Concentraciones de contaminantes (mg/L, ufc/100 mL), valores físicos
Objetivos específicos: 1) Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua consumida en el Centro Poblado Tabacal para identificar posibles contaminantes. 2. Evaluar el estado actual de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, incluyendo sistemas de captación, conducción, almacenamiento y distribución. 3. Establecer correlaciones entre los resultados de la calidad del agua y las condiciones de la infraestructura hídrica existente, para proponer acciones de mejora en la gestión del recurso hídrico.	HIPÓTESIS H0 (nula): No existe una relación significativa entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025. Ha (alterna): Existe una relación significativa entre la calidad del agua y el estado de la infraestructura hídrica existente en el Centro Poblado Tabacal, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, durante el año 2025.	Población: Fuentes de abastecimiento de agua del distrito de Chontalí. Muestra: 3 muestras de agua de los CP Turure, La Huaca y Tabacal	Técnica de recolección de datos: Fichas de inspección, checklist de evaluación, registros de mantenimiento Instrumento de recolección de datos: Informes de laboratorio de calidad del agua, encuestas de percepción.

Anexo N°3: Encuesta

Nombre: LUZ FERNANDEZ ROJAS

N°	Pregunta	Si	No
1	¿Consume agua del río o fuente cercana habitualmente?	X	
2	¿Ha tenido problemas de salud relacionados con el agua?	X	
3	¿Sabe si el agua que consume está contaminada?		X
4	¿Ha notado cambios visibles en la calidad del agua local?	X	
5	¿Participa en actividades para proteger el agua en la comunidad?	X	
6	¿Recibe información sobre el manejo adecuado del agua?		X
7	¿Usa algún método para tratar el agua antes de consumirla?		X
8	¿Ha observado vertidos o desechos en fuentes de agua cercanas?	X	
9	¿Cree que la contaminación del agua afecta la salud de su familia?	X	
10	¿Hay en su comunidad alguna fuente potable formal?		X
11	¿Los servicios de agua potable funcionan correctamente?		X
12	¿Ha recibido capacitación sobre gestión ambiental?		X
13	¿Existen en su comunidad programas de monitoreo de la calidad del agua?		X
14	¿Ha denunciado o informado sobre contaminación de agua?		X
15	¿Existen zonas protegidas alrededor de las fuentes de agua?		X
16	¿Utiliza agua de lluvia para consumo o uso doméstico?	X	
17	¿Considera que la contaminación del agua ha aumentado en los últimos años?	X	
18	¿Sabe dónde se desechan los residuos sólidos en su comunidad?		X
19	¿Cree que la comunidad está informada sobre la importancia del cuidado del agua?		X
20	¿Está dispuesto a colaborar en proyectos para mejorar la calidad del agua?	X	

Anexo N°3: Encuesta

Nombre: LILIANA CARVAJAL CUBAS

N°	Pregunta	Si	No
1	¿Consume agua del río o fuente cercana habitualmente?		X
2	¿Ha tenido problemas de salud relacionados con el agua?	X	
3	¿Sabe si el agua que consume está contaminada?		X
4	¿Ha notado cambios visibles en la calidad del agua local?	X	
5	¿Participa en actividades para proteger el agua en la comunidad?	X	
6	¿Recibe información sobre el manejo adecuado del agua?		X
7	¿Usa algún método para tratar el agua antes de consumirla?	X	
8	¿Ha observado vertidos o desechos en fuentes de agua cercanas?		X
9	¿Cree que la contaminación del agua afecta la salud de su familia?	X	
10	¿Hay en su comunidad alguna fuente potable formal?		X
11	¿Los servicios de agua potable funcionan correctamente?		X
12	¿Ha recibido capacitación sobre gestión ambiental?		X
13	¿Existen en su comunidad programas de monitoreo de la calidad del agua?		X
14	¿Ha denunciado o informado sobre contaminación de agua?		X
15	¿Existen zonas protegidas alrededor de las fuentes de agua?		X
16	¿Utiliza agua de lluvia para consumo o uso doméstico?	X	
17	¿Considera que la contaminación del agua ha aumentado en los últimos años?	X	
18	¿Sabe dónde se desechan los residuos sólidos en su comunidad?		X
19	¿Cree que la comunidad está informada sobre la importancia del cuidado del agua?		X
20	¿Está dispuesto a colaborar en proyectos para mejorar la calidad del agua?	X	

Anexo N°3: Encuesta

Nombre: HEIKIN PERES CUBAS

N°	Pregunta	Si	No
1	¿Consume agua del río o fuente cercana habitualmente?	X	
2	¿Ha tenido problemas de salud relacionados con el agua?	X	
3	¿Sabe si el agua que consume está contaminada?	X	
4	¿Ha notado cambios visibles en la calidad del agua local?		X
5	¿Participa en actividades para proteger el agua en la comunidad?	X	
6	¿Recibe información sobre el manejo adecuado del agua?	.	X
7	¿Usa algún método para tratar el agua antes de consumirla?		X
8	¿Ha observado vertidos o desechos en fuentes de agua cercanas?		X
9	¿Cree que la contaminación del agua afecta la salud de su familia?	X	
10	¿Hay en su comunidad alguna fuente potable formal?		X
11	¿Los servicios de agua potable funcionan correctamente?	.	X
12	¿Ha recibido capacitación sobre gestión ambiental?		X
13	¿Existen en su comunidad programas de monitoreo de la calidad del agua?		X
14	¿Ha denunciado o informado sobre contaminación de agua?		X
15	¿Existen zonas protegidas alrededor de las fuentes de agua?		X
16	¿Utiliza agua de lluvia para consumo o uso doméstico?	X	
17	¿Considera que la contaminación del agua ha aumentado en los últimos años?	X	
18	¿Sabe dónde se desechan los residuos sólidos en su comunidad?	X	
19	¿Cree que la comunidad está informada sobre la importancia del cuidado del agua?		X
20	¿Está dispuesto a colaborar en proyectos para mejorar la calidad del agua?	X	

Anexo N°3: Encuesta

Nombre: *Edilson Perez SALAZAR*

N°	Pregunta	Si	No
1	¿Consume agua del río o fuente cercana habitualmente?	X	
2	¿Ha tenido problemas de salud relacionados con el agua?	X	
3	¿Sabe si el agua que consume está contaminada?	X	
4	¿Ha notado cambios visibles en la calidad del agua local?		X
5	¿Participa en actividades para proteger el agua en la comunidad?	X	
6	¿Recibe información sobre el manejo adecuado del agua?		X
7	¿Usa algún método para tratar el agua antes de consumirla?		X
8	¿Ha observado vertidos o desechos en fuentes de agua cercanas?	X	
9	¿Cree que la contaminación del agua afecta la salud de su familia?	X	
10	¿Hay en su comunidad alguna fuente potable formal?		X
11	¿Los servicios de agua potable funcionan correctamente?		X
12	¿Ha recibido capacitación sobre gestión ambiental?		X
13	¿Existen en su comunidad programas de monitoreo de la calidad del agua?		X
14	¿Ha denunciado o informado sobre contaminación de agua?		X
15	¿Existen zonas protegidas alrededor de las fuentes de agua?		X
16	¿Utiliza agua de lluvia para consumo o uso doméstico?	X	
17	¿Considera que la contaminación del agua ha aumentado en los últimos años?	X	
18	¿Sabe dónde se desechan los residuos sólidos en su comunidad?		X
19	¿Cree que la comunidad está informada sobre la importancia del cuidado del agua?		X
20	¿Está dispuesto a colaborar en proyectos para mejorar la calidad del agua?	X	

Anexo N°4: Checklist de Evaluación para la Infraestructura hídrica

Ítem	Aspecto a Evaluar	Sí	No	Observaciones
1	Estado visual y conservación de la estructura de captación (fisuras, revestimiento, limpieza)	x		-Tiene fisuras. -revestimiento con presencia de hierro y deterioro. -Falta de mantenimiento. -tapas metálicas de cajas de captación de agua sin seguro.
2	Funcionamiento del sistema de conducción (ausencia de fugas, obstrucciones, materiales en buen estado)	x		-Tiene fugas en el transcurso de la conducción de la tubería y está en mal estado, con presencia de hierro.
3	Condiciones del reservorio o almacenaje (capacidad, sellado, accesibilidad, nivel de suciedad)	x		-Tiene falta de monitoreo de la calidad del agua.
4	Integridad y continuidad de la red de distribución (roturas, filtraciones, presión constante)	x		-Presenta filtraciones. -No tiene una presión constante.
5	Mantenimiento reciente y programado (registro de actividades, protocolos de limpieza)	x		-Falta de mantenimiento. -Presencia de impurezas dentro de la cámara húmeda (materia vegetal).
6	Riesgo de contaminación por filtraciones o infiltraciones (evaluar entorno, posibles fuentes de contaminación)	x		-Existe riesgo de contaminación por ambos tipos, ya que la parte superficial contiene materia vegetal y excremento de animales.
7	Evaluación de impactos climáticos en la infraestructura (daños por lluvias, erosión)	x		-Existe daños en la infraestructura, la lluvia ha infiltrado y ha llevado consigo sales que afectan al revestimiento.
8	Observación de medidas correctivas o mejoras implementadas	x		-Solo hay mantenimiento de vez en cuando y no tienen mejoras implementadas.
9	Disponibilidad de recursos para mantenimiento y mejora continua	x		-Se recauda los ingresos de cada usuario para realizar mantenimiento.

Anexo N°5: Guía de observación para registrar datos relevantes del entorno.

<i>Ítem a Observar</i>	<i>Descripción Detallada</i>	<i>Fecha de Observación</i>	<i>Observador</i>	<i>Comentarios</i>
<i>Estado visual del cuerpo de agua</i>	Presenta sedimentos visibles, tiene partes cubiertas de vegetación flotante.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Un buen estado visual suele indicar un ecosistema más saludable. La presencia de espuma, colores inusuales o estancamiento puede ser una señal temprana de contaminación orgánica o química.
<i>Presencia de residuos sólidos</i>	Muy poco	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Se debería concientizar a tener más cuidado con el entorno y evitar contaminación y enfermedades.
<i>Actividad humana cerca del agua</i>	Lavado de ropa y tránsito de animales.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Mientras más intensa es la actividad humana, mayor es el riesgo de contaminación, pueden introducir detergentes, pesticidas o materia orgánica al agua.
<i>Vegetación alrededor del cuerpo de agua</i>	Abundante, entre ellas también plantas invasoras.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Una vegetación sana actúa como filtro natural que protege el agua. La ausencia de vegetación suele relacionarse con erosión y arrastre de sedimentos al cuerpo de agua.
<i>Fuente o punto de captación de agua</i>	Existe una fuente de captación de agua de un manantial	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Los puntos de captación deben estar protegidos para asegurar agua limpia. Una captación cercana a zonas contaminadas aumenta el riesgo para la salud y la calidad del agua.

<i>Usos del agua observados (consumo, riego, etc.)</i>	El agua se usa para beber, cocinar,, bañarse, regar cultivos, dar de beber a animales, limpieza, etc.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Cuanto más usos tenga un cuerpo de agua, mayor es su importancia social y ambiental. Sin embargo, el uso sin control puede deteriorarlo rápidamente.
<i>Olor del agua</i>	Tiene un olor neutro	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Olores fuertes o anormales indican procesos de contaminación orgánica (bacterias, residuos) o química (aceites, combustibles). Es un indicador rápido del estado del agua.
<i>Turbidez o color del agua</i>	-Ligeramente turbia y con presencia de sedimentos visibles.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Un agua muy turbia o con colores intensos puede indicar erosión, acumulación de sedimentos, presencia de algas.
<i>Evidencia de contaminación química o biológica</i>	Presencia de excremento de animales, cerca de la captación de agua y también presencia de plantas invasoras.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Este es uno de los indicadores más críticos. La presencia de sustancias tóxicas o agentes patógenos puede afectar gravemente la salud humana y los ecosistemas.
<i>Infraestructura para tratamiento de agua</i>	Infraestructura en mal estado, falta de mantenimiento.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Una buena infraestructura garantiza agua segura. La ausencia o deterioro de esta aumenta el riesgo de enfermedades y reduce la disponibilidad de agua potable.
<i>Acceso y disponibilidad de agua potable</i>	Hay disponibilidad de agua potable.	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	La falta de acceso al agua potable es un problema social y de salud. También puede generar conflictos o desigualdad dentro de la comunidad.

<i>Presencia de fauna acuática</i>	No tiene, hay ausencia total de vida	28/07/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	La presencia de fauna es un indicador positivo. Si hay muy poca o ninguna, puede significar contaminación o alteraciones graves del ecosistema.
<i>Indicadores sociales (reuniones, señalizaciones)</i>	-No existen señalizaciones, pero sí reuniones vecinales.	20/11/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	Los indicadores sociales muestran el nivel de participación de la comunidad. Un manejo responsable reduce la contaminación y mejora la sostenibilidad del recurso.
<i>Medidas de control ambiental visibles</i>	-No existe.	20/11/2025	-Luis M. Soberón Montalvo. -Segundo L. Cieza Irigoin.	La existencia de medidas de control ambiental indica un compromiso institucional o comunitario para proteger el cuerpo de agua. Cuando estas medidas están bien implementadas y en buen estado, ayudan a: • Reducir la contaminación sólida y líquida. • Evitar la erosión de las orillas. • Controlar las actividades humanas que afectan la calidad del agua. • Fomentar la educación ambiental. • Mantener la biodiversidad local.

Anexo N°6: análisis de calidad de agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA
CON REGISTRO N° LE - 00119015



INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2499 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes : CIEZA RIGOLDIN SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL,
CHONTALI, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"

REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M-1: TURURE - Muestra de Agua (Domicilio 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.42
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050.2013	5-25	22
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.049.2015	< 1000	109.7
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	73.1
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006.2010	< 5 UNT	6.2
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	54.8
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	6
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	>4	7.6
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.001
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Cármon
T.E.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2489 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes : CHEZA PRIOIN SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL CHONTAL, JAEN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1997 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos
M-2: TURPURE - Muestra de Agua (Domicilio 2) - RICARDINA TORRES DÍAZ

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.53
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050-2013	8-25	21.9
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.049-2015	< 1000	107.2
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	71.3
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006-2010	< 5 UNT	6.8
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	53.1
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	6
09	Oxígeno	O2	mg/L	Estándar ECA	>4	7.9
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.001
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Churruarín
TIC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 01)

Expediente : 2426 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes : CIEZA RIGON SEGUNDO LOYMER
ROBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTAL, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M-3: TURURE - Muestra de Agua (Domicilio 3) - YSABEL TORRES JARA

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	8.5 - 8.5	7.55
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050.2013	8-25	21.8
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.048.2016	< 1000	106.2
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	70.8
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006.2010	< 5 UNT	6.7
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	62.4
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	8
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	>4	7.8
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.001
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0006
12	Arsénio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.008
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TIC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 01)

Expediente : 2499 - 2025 L.E.M. AMAZUNG S.A.C.
Solicitantes : CEZA RICHY SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAEN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos
M-1: LA HUACA - Muestra de Agua (Domicilio 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.8
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050:2013	8-25	21.6
04	Conductividad (µS/cm a 20 °C)	CE	µS/cm	NTP 214.049:2015	< 1000	307
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	204
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006:2010	< 5 UNT	6.3
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	92.1
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	6
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	≥4	5.5
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.001
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


Germán Oscar Gastelo Chirinos
TEL. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Pimio Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 05)

Expediente : 0489 - 2025 L.E.M. AMAZUNG S.A.C.
Solicitantes : CEIZA RIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL CHONTAL JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M-2: LA HUACA - Muestra de Agua (Domicilio 2) - DEDNILA ALARCON CORONEL

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	8.5 - 8.5	7.0
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.003:2013	8-25	21.3
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.049:2015	< 1000	322
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	216
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006:2010	< 5 UNT	6.8
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	99.6
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	8
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	>4	7.1
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.002
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	< 0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	< 0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TTC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 3499 - 2026 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitante : CIEZA RIGON SEGUNDO LOYMER
BOBRÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVORIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003-1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M-3: LA HUACA - Muestra de Agua (Domicilio 3) - YONZON FERNANDEZ PEREZ

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.42
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050-2013	8-25	22
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.048-2015	< 1000	109.7
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 500	73.1
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.008-2010	< 5 UNT	6.7
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	88.3
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	6
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	>4	6.3
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.001
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.004
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo
T.E. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Pardo Oyenda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123361

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 3400 - 2025 I.E.M. AMAZUNG S.A.C.
Solicitantes : CIEZA REGION SEGUNDO LOMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN -
2025
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos
M-1: TABACAL - Muestra de Agua (Domicilio 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.5
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050:2013	8-28	21.3
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.048:2015	< 1000	196.1
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	63.9
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006:2010	< 5 UNT	7.2
07	Dureza	CaCo3	mg/L	NTP 214.040	<500	93.5
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	6
09	Oxígeno	O2	ml/L	Estándar ECA	>4	7.6
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.005
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TIC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2532

(Pag. 01 de 01)

Expediente: 2499 - 2020 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes: CIEZA IRIGORIN SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALL JAÉN - 2025"
Punto de muestreo: RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión: Chiclayo, 26 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"

REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M2: TABACAL - Muestra de Agua (Domicilio 2) - SANTOS SILVA MONDERRAGÓN

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.52
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.060:2013	5-25	21
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.048:2015	< 1000	187
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	58.4
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.005:2010	< 5 UNT	6.5
07	Dureza	CaCO ₃	mg/L	NTP 214.040	<500	96.7
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	8
09	Oxígeno	O ₂	ml/L	Estándar ECA	>4	7.1
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.005
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0005
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.005
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEL. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 01)

Expediente : 2499 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitante : CEZA RIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL CHONTALI JAÉN -
2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) - Agua potable. Requisitos

M-3: TABACAL - Muestra de Agua (Domicilio 3) - ELOISA JULCA GONZALES

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Físico - Químico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Cloro	mg/L	mg/L		0	0
02	PH	Unidad de PH	Unidad de PH	NTP 214.003	6.5 - 8.5	7.55
03	Temperatura	T°	°C	NTP 214.050:2013	8-25	21.1
04	Conductividad (µS/Cm a 20 °C)	CE	µS/Cm	NTP 214.049:2015	< 1000	169
05	Sólidos Totales Disueltos	STD	ppm	No existe NTP específica	< 600	59.4
06	Turbidez	UNT	UNT	NTP 214.006:2010	< 5 UNT	20
07	Dureza	CaCO ₃	mg/L	NTP 214.040	<500	94.5
08	Color	color	UCV	NTP 214.007	<15	8
09	Oxígeno	O ₂	milL	Estándar ECA	≥4	7.2
10	Plomo	Pb	mg/L	NTP 214.045	<0.01	<0.005
11	Mercurio	Hg	mg/L	NTP 214.032	<0.001	<0.0006
12	Arsenio	As	mg/L	NTP 214.044	<0.01	<0.006
13	Cadmio	Cd	mg/L	NTP 214.043	<0.003	<0.001

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chumbras
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Pizarro Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123333

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 01)

Expediente : 2489 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitante : DIEZA RIGON SEGUNDO LOHMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALL, JAEN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"
M-1 / TURURE - Muestra de Agua (Domicilio 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	78
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	<1
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	5.1
04	Bacterias Heterótrofas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9216 B	< 500 UFC /mL	654

OBSERVACIONES:
- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chimu
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda Agüero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2832

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2499 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitantes : DIEZA RIGON SEGUNDO LOYME
ROBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL

Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"

Punto de muestreo : RESERVORIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1967 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

M-2: TURURE - Muestra de Agua (Domólio 2) - RICARDINA TORRES DÍAZ

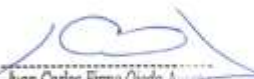
INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	78
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	41
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	5.2
04	Bacterias Heterótrofas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC /mL	833

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chumbe
TTC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 21)

Expediente : 2499 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitante : CEZA IRIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABADAL, CHONTAL, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

MAJ: TURURE - Muestra de Agua (Domicilio 3) - YSABEL TORRES JARA

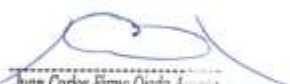
INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	98
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	<1
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	5.1
04	Bacterias Heterótrofas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC /mL	607

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chinnus
Téc. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Aguirre
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2496 - 2025 L.B.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes : DIEZA IRIGOR SEGUNDO LOYMER
SOBERON MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"

Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano".
REFERENCIA: NTP 214.003:1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

M-1: LA HUACA - Muestra de Agua (Donación 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	>200
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	>200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	11.8
04	Bacterias Heterotróficas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 600 UFC /mL	750

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


GUSTAVO CHIRINOS
TTC: LABORATORIO DE DERECHO DE MATERIAS




Juan Carlos Firme Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123331

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Excediente: 2499 - 2025 L.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes: DIEZA RIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL

Proyecto: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"

Punto de muestreo: RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión: Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

M-2: LA HUACA - Muestra de Agua (Domicilio 2) - DEONILA ALARCÓN CORONEL

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	>200
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	>200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	12.2
04	Bacterias Heterotróficas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC /mL	773

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pag. 01 de 01)

Expediente : 2489 - 2025 L.E.M. AMAZUNG S.A.C.
Solicitantes : DIEZA RIGON SEGUNDO LOWMYER
BOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENITRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

M-3: LA HUACA - Muestra de Agua (Domicilio 3) - YONZON FERNANDEZ PEREZ

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	>200
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	>200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	13.4
04	Bacterias Heterótrofas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC/mL	755

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chumbe
Téc. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2496 - 2020 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitantes : CEZA IRIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2020"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003.1987 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"
M-1: TABACAL - Muestra de Agua (Domicilio 1) - RESERVOIRIO

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformos totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	<200
02	Coliformos termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	<200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	12.7
04	Bacterias Heterotróficas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC /mL	769

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chumana
TIC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

Pág. 27 de 31

Expediente : 2466 - 2026 I.E.M. AMAZUNG S.A.C.
Solicitantes : CIEZA RIGGIN SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABACAL, CHONTALI, JAÉN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVORIO Y CONEXIÓN DOMILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 031-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1967 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos

M-2: TABACAL - Muestra de Agua (Domicilio 2) - SANTOS SILVA MONDRAGÓN

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Método	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	>200
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	>200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	11.3
04	Bacterias Heterotróficas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC/mL	746

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chiriqui
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2632

Pág. 01 de 01

Expediente : 2489 - 2025 - I.E.M. AMAZING S.A.C.
Solicitantes : DIEZA RIGON SEGUNDO LOYMER
SOBERÓN MONTALVO LUIS MIGUEL
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL CENTRO POBLADO TABAGAL, CHONTALI, JAJÁN - 2025"
Punto de muestreo : RESERVOIRIO Y CONEXIÓN DOMICILIARIA
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Julio del 2025

ENSAYOS: El marco regulatorio general es el D.S. 001-2010-SA — "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
REFERENCIA: NTP 214.003:1997 (revisada 2021) — "Agua potable. Requisitos"

MA-3: TABAGAL - Muestra de Agua (Domicilio 3) - ELOISA JULCA GONZALES

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA (Microbiológico)						
Muestra N°	Descripción	Símbolo	Unidad	NTP/Modo	Parámetros	Valores Obtenidos
01	Coliformes totales a 35 °C	CT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 B	0 (UFC/100 ml)	>200
02	Coliformes termotolerantes a 45 °C	CTT	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9222 E	0 (UFC/100 ml)	>200
03	Escherichia Coli a 44.5 °C	E. Coli	(UFC/100ml)	NTP 214.003 / SM 9223 B	0 (UFC/100 ml)	12
04	Bacterias heterotróficas a 35 °C	BH	UFC/mL	NTP 214.026 / SM 9215 B	< 500 UFC /mL	761

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por los solicitantes.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


German Oscar Gastelo Chaparro
TIC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Fierro Oyeda Aguirre
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Anexo N°7: Panel fotografico de la visita al Cnetro Poblado Tabacal





MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTALI

TASACAL

PLANO CATASTRAL

Nota: Plano catastral del centro poblado Tabacal. Obtenido de la Municipalidad Distrital de Chontali.



Nota: Plano de ubicación del centro poblado Tabacal. Obtenido de Google Maps. <https://maps.app.goo.gl/orEfabp7bpsYPpsh9>