

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO MOCHENTA,
JAÉN, 2025**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autores: Bach. Delgado Purisaca, Celso Martin
Bach. Regalado Navarro, Darwin Axel**

Asesor: Mag. Ing. Cruz Hoyos, Segundo Alipio

**Línea de investigación: Tecnología para la gestión sostenible del territorio y los
recursos naturales.**

JAÉN - PERÚ, MARZO, 2026

Delgado Purisaca Celso Martin Y Regalado Navarro...

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO MOCHENTA, JAÉN, 2025

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3548066294

47 páginas

Fecha de entrega

23 abr 2026, 12:44 p.m. GMT-5

7228 palabras

Fecha de descarga

23 abr 2026, 12:47 p.m. GMT-5

40.880 caracteres

Nombre del archivo

A_CALIDAD_DEL_AGUA_PARA_CONSUMO_HUMANO_DEL_CASER_O_MOCHENTA_.pdf

Tamaño del archivo

1.6 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

x. W. Mera
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

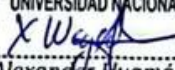
Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

 Dr. Alexander Nuamán Mera
 Responsable de la Unidad de Investigación
 de la Facultad de Ingeniería



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 08 de mayo del 2026, siendo las 10:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designados con Resolución N° 347-2025-UNJ/FI.

Presidente, Dr. Juan Manuel Garay Román.

Secretario, Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce.

Vocal, Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO MOCHENTA, JAÉN, 2025** cuyos autores son los bachilleres Celso Martin Delgado Purisaca y Darwin Axel Regalado Navarro, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesor al Mag. Ing. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	(16)
Bueno	14, 15	()
Regular	13	()
Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las 10:40 horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce
Secretario Jurado Evaluador


Dr. Juan Manuel Garay Román
Presidente Jurado Evaluador


Mg. Annick Estefany Huaccha
Castillo
Vocal Jurado Evaluador

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Delgado Purisaca Celso Martin, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 75167003.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

"Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del caserío Mochenta, Jaén, 2025".

Asesorado por Cruz Hoyos Segundo Alipio.

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, día, mes y año.



Delgado Purisaca Celso Martin
DNI 75167003

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Regalado Navarro Darwin Axel, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 73765949.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

"Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del caserío Mochenta, Jaén, 2025".

Asesorado por Cruz Hoyos Segundo Alipio.

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, día, mes y año.



Regalado Navarro Darwin Axel
DNI 73765949

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	7
II. MATERIAL Y MÉTODOS	11
2.1 Población, muestra y muestreo	11
2.1.1 Población	11
2.1.2 Muestra	11
2.1.3 Muestreo	14
2.1.4 Materiales	15
2.2 Metodología	15
2.2.1 Método	15
III. RESULTADOS	23
IV. DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
AGRADECIMIENTOS	41
DEDICATORIA	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1. <i>Puntos de muestreo</i>	10
Tabla 2. <i>Normatividad MINSA</i>	21
Tabla 3. <i>Normatividad MINAM.</i>	21
Tabla 4. <i>C.E. del agua Mochenta</i>	22
Tabla 5. <i>Cl₂ del agua Mochenta</i>	22
Tabla 6. <i>NTU del agua Mochenta</i>	23
Tabla 7. <i>SDT del agua Mochenta</i>	23
Tabla 8. <i>pH del agua Mochenta</i>	24
Tabla 9. <i>O₂ del agua Mochenta</i>	24
Tabla 10. <i>Resumen de parámetros físicos químicos</i>	25
Tabla 11. <i>CE y SDT</i>	26
Tabla 12. <i>Microbiología del agua Mochenta</i>	27
Tabla 13. <i>Normalidad de los datos</i>	27
Tabla 14 <i>Análisis de varianza para el O₂ disuelto.</i>	28
Tabla 15. <i>Resumen estadístico</i>	28
Tabla 16. <i>T estadístico</i>	46
Tabla 17. <i>Análisis de Varianza</i>	46
Tabla 18. <i>Valor T</i>	46
Tabla 19. <i>Modelo y residuo</i>	47
Tabla 20. <i>Sesgo y curtosis</i>	47
Tabla 21. <i>ANOVA</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Ubicación de Mochenta	11
Figura 2. Puntos de muestreo domiciliario	12
Figura 3. Muestra de agua en pozo de acopio	13
Figura 4. Muestreo domiciliario	14
Figura 5. Muestreo de agua en cisterna	15
Figura 6. Análisis de CE	15
Figura 7. Análisis de turbidez	16
Figura 8. Análisis de SDT	17
Figura 9. Análisis pH	18
Figura 10. Multi parámetro digital	18
Figura 11. Comparación entre Turbidez, pH, Cl ₂ y O ₂ disuelto	25
Figura 12. Comparación entre SDT y conductividad eléctrica	26
Figura 13. Gráfica del modelo ajustado	28
Figura 14. Gráfico ANOVA	30
Figura 15. Caja y bigotes	31
Figura 16. Análisis de agua – MINSA/JAÉN	43
Figura 17. Parámetros microbiológicos del agua, D.S. N° 031-2010	44
Figura 18. Parámetros normatividad D.S. N° 031-2010	45
Figura 19. Parámetros normatividad D.S. N° 004-2017	46

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua fisicoquímica y microbiológica del agua destinada al consumo humano en el caserío Mochenta, provincia de Jaén, Cajamarca, 2025. La población de estudio fue la fuente de agua subterránea para los habitantes del caserío. La metodología tuvo enfoque experimental del tipo exploratorio, se realizó un muestreo de diez puntos del sistema de abastecimiento, incluyendo el punto de captación, reservorios y domicilios. Los resultados indicaron que la conductividad eléctrica presentó 748.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0.70 NTU, SDT 505.5 mg/L, el pH 7.66 y el oxígeno disuelto 6.77 mg/L, valores que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa nacional. Sin embargo, el cloro residual fue de 0.00 ppm, lo cual indicó ausencia de desinfección en el sistema de abastecimiento. Microbiológicamente se detectó coliformes totales superiores a 200 UFC/100 mL, y coliformes termotolerantes menores a 1 UFC/100 mL. No se detectó presencia de parásitos. En conclusión, el agua del caserío Mochenta no cumplió con el D.S. N° 031-2010 –MINSa por la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes fecales; si cumplió con el D.S. N° 004-2017-MINAM bajo la categoría A1.

Palabras claves: Calidad de agua, contaminación hídrica, agua subterránea.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the physicochemical and microbiological quality of drinking water in the hamlet of Mochenta, Jaén Province, Cajamarca, in 2025. The study population consisted of the groundwater source for the hamlet's inhabitants. The methodology employed an exploratory experimental approach, sampling ten points along the water supply system, including the intake point, reservoirs, and households. The results indicated that the electrical conductivity was 748.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0.70 NTU, total dissolved solids (TDS) 505.5 mg/L, pH 7.66, and dissolved oxygen 6.77 mg/L, values within the permissible limits established by national regulations. However, the residual chlorine level was 0.00 ppm, indicating a lack of disinfection in the water supply system. Microbiological analysis revealed total coliforms exceeding 200 CFU/100 mL and thermotolerant coliforms below 1 CFU/100 mL. No parasites were detected. In conclusion, the water from the Mochenta hamlet did not comply with Supreme Decree No. 031-2010-MINSA due to the presence of total coliforms and thermotolerant fecal coliforms; however, it did comply with Supreme Decree No. 004-2017-MINAM under category A1.

Keywords: Water quality, water pollution, groundwater.

I. INTRODUCCIÓN

El agua constituye factor determinante en la salud. Mundialmente, millones de personas carecen de acceso a agua potable de calidad, esta situación se agudiza en zonas rurales de países en desarrollo como las regiones en Sudamérica. En el Perú, pese a los avances en cobertura, todavía existen comunidades que consumen agua de fuentes vulnerables a la contaminación, lo que representa un riesgo sanitario importante (Palomino, 2022). La provincia de Jaén, ubicada en la región Cajamarca, se caracteriza por desarrollar actividades agrícolas y ganaderas. El caserío Mochenta, al igual que otras localidades rurales, depende de fuentes de agua que en muchos casos no cuentan con un tratamiento adecuado, lo que incrementa la probabilidad de presencia de microorganismos patógenos, turbidez elevada y parámetros fisicoquímicos que superan los límites establecidos en la normativa nacional exigidos por el MINAM y el MINSA. Generalmente, el abastecimiento de agua a las viviendas proviene de fuentes naturales sin tratamiento previo con alta probabilidad de contaminación microbiológica, siendo un potencial foco infeccioso que impacta en la salud de su población con aumento de enfermedades diarreicas (Oliden y Villegas, 2019). Este tipo de estudios contribuye a fortalecer la gestión del recurso hídrico a nivel local y a garantizar el derecho de la población a acceder a agua segura, tal como lo establecen las normas nacionales e internacionales pues su enfoque científico y tecnológico, tiene un impacto social, ya que sus resultados coadyuvan a la mejora de la infraestructura hídrica y promoción hábitos saludables en la población.

La presente investigación ha permitido conocer la calidad del agua de consumo que bebe la población de Mochenta, caserío que se encuentra ubicado a 723 msnm. y que la conforman 136 viviendas que reúnen 291 habitantes según Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2018. El caso es que, ante la ausencia de organizaciones gubernamentales como la empresa prestadora de servicios de saneamiento Marañón sociedad anónima - EPS Marañón S.A.; la misma población ha canalizado su propia fuente de agua a partir de una fuente de agua subterránea la cual emana hacia la superficie rocosa, pero que al mismo tiempo carece de una evaluación de su calidad. Más aún si la inversión pública para la construcción de infraestructura dedicada a la supervisión y análisis de aguas, pues actualmente, el Ministerio de Salud no es capaz de

realizar una supervisión al recurso hídrico que se consume en zonas rurales de Cajamarca. El consumo de agua contaminada expone a los consumidores al contagio de bacterias, virus y parásitos. Estos elementos contaminantes no son visibles en el agua, haciendo que la baja calidad del agua por factores exógenos sea invisible (Tomsič *et al.*, 2019). Es por ello que, se han considerado resolver indicadores como temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, cloro residual, oxígeno disuelto, sólidos totales y pH.

Adedotun *et al.* (2024) realizaron investigación sobre los problemas de abastecimiento del agua, asociados a su calidad, que es una necesidad básica para la vida. Evaluaron la seguridad de las fuentes de agua para el consumo humano y la posible aparición de enfermedades transmitidas por el agua en el área de estudio. Emplearon métodos descriptivos y analíticos de análisis de datos para sus objetivos. Los resultados mostraron un abastecimiento de agua inadecuado y mala ubicación de las fuentes de agua. Por otra parte, Simelane *et al.* (2020) tuvieron como objetivo describir los determinantes del acceso a fuentes mejoradas de agua potable en Eswatini entre 2010 y 2014. Utilizaron Encuestas de Indicadores Múltiples por Conglomerados de Eswatini, analizaron los datos de 4819 hogares en 2010 y 4843 en 2014. Realizaron análisis de regresión logarítmica complementaria bivariada y multivariada para identificar los determinantes del acceso de los hogares a fuentes mejoradas de agua potable. Los resultados mostraron que el acceso de los hogares a fuentes mejoradas de agua potable mejoró significativamente del 73,1% en 2010 al 77,7% en 2014 ($p < 0,0001$). Asimismo, Malik *et al.* (2023) realizaron una descripción de los distintos métodos de potabilización desde la historia mundial, como el uso de sulfato de aluminio, sulfato de hierro o una mezcla de ambos, filtros de arena y grava, el tamiz de aventado y la tela para la filtración. En otro contexto Khatri & Tyagi (2015) evaluaron los factores antropogénicos que afectan la calidad del agua como la agricultura, los fertilizantes, abonos y pesticidas, la ganadería, las prácticas de riego ineficientes, la deforestación, la acuicultura, la contaminación por efluentes industriales y aguas residuales domésticas, la minería y las actividades recreativas. Estas influencias antropogénicas provocan concentraciones elevadas de metales pesados, mercurio, coliformes y cargas de nutrientes. Adicionalmente, estudiaron los efectos de los procesos naturales y la influencia humana en los sistemas acuáticos rurales y urbanos.

Fuentes *et al.* (2024) tuvieron como objetivo identificar las influencias naturales y antropogénicas relacionadas con la calidad del agua potable en zonas rurales del sur de Chile. Evaluaron seis sistemas rurales de agua potable. Utilizaron dos tipos de fuentes de captación (subterráneas y superficiales) ubicadas en un gradiente longitudinal. Los resultados mostraron que el agua suministrada por la mayoría de los sistemas rurales de agua potable estudiados fue de buena calidad, cumpliendo con los estándares de la normativa chilena e internacional. No registraron coliformes fecales ni *Escherichia coli*. Además, la turbidez, el color, el pH, la concentración de sólidos disueltos totales y los coliformes fecales mostraron diferencias significativas entre las aguas subterráneas y las superficiales. Así también Fengting *et al.* (2018) evaluaron agua potable, especialmente para las poblaciones rurales de los países en desarrollo. Fijaron como objetivo determinar la eficacia del cloruro de poli-aluminio (PAC), el Al_3SO_4 y el cactus, para tratar turbidez de aguas superficiales en diversas condiciones mediante el método de prueba de jarra. Tres muestras de agua utilizadas presentaron niveles de turbidez de 150, 415 y 510 NTU. Los resultados mostraron que el PAC + Cactus tuvo el mayor rendimiento en términos de reducción de turbidez en comparación con el PAC y el alumbre. Además, el PAC y el cactus tuvieron un menor impacto en el pH del agua tratada, mientras que el alumbre produjo un aumento significativo del pH. El alumbre generó más flóculos en un período más corto en comparación con el PAC y el cactus, como lo indica el índice de tamaño de floculo.

Palomino (2022) evaluó la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco. La investigación fue básica. Reportó que el agua no es apta para el consumo humano según las normativas nacionales. De otro lado, Sempértegui (2021) expuso una coyuntura de sanidad muy similar, es decir, superaron los valores de normas vigente. Afirmando que el agua no es apta para consumo humano.

La presente investigación tuvo como objetivo general: Evaluar la calidad del agua que consume los pobladores de Mochenta. Y, como objetivos específicos: Analizar la conductividad eléctrica, turbidez, cloro residual, sólidos totales diluidos y pH del agua de Mochenta. Analizar bacterias y parásitos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Población, muestra y muestreo

2.1.1 Población:

Es la fuente de agua potable que consume la población del caserío Mochenta para su subsistencia diaria. El agua subterránea alimenta a una población aproximada de 80 familias. Y su geografía está ubicada a latitud 5° 47' 40.1" S, longitud 78° 46' 59.3" W.

2.1.2 Muestra

El volumen de cada muestra fue de 250 mL. Para una población finita de 80 familias se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, al elegir 10 viviendas del caserío, aplicando los criterios: Accesibilidad de acceder al domicilio, facilidad para el trabajo interno y criterios prácticos de los tesisistas (inicio, tramo medio y final).

Tabla 1

Puntos de muestreo

Puntos	Identificación	Este/Norte		msnm
		E	N	
P1	Pozo de acopio	742768	9358315	680
P2	Reservorio 1	745458	9358982	767
P3	Reservorio 2	745425	9358988	730
P4	Domicilio 1	745046	9358777	724
P5	Domicilio 2	745522	9358956	695
P6	Domicilio 3	745674	9358702	705
P7	Domicilio 4	745560	9358967	688
P8	Domicilio 5	745479	9359212	730
P9	Domicilio 6	745464	9359077	690
P10	Domicilio 7	745503	9359171	710

Fuente: UTM: Universal transversal de mercator.

Figura 1. Ubicación de Mochenta

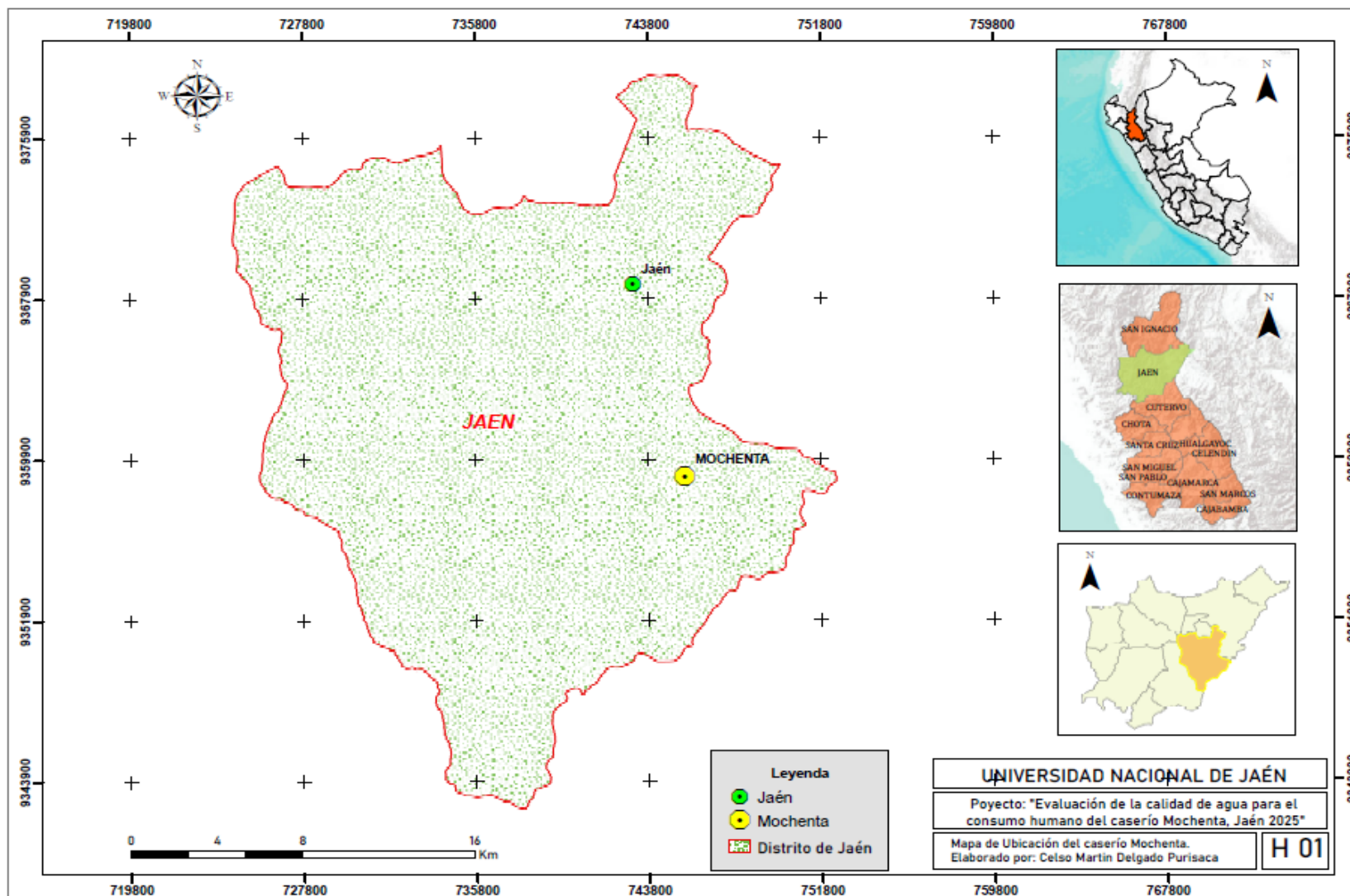
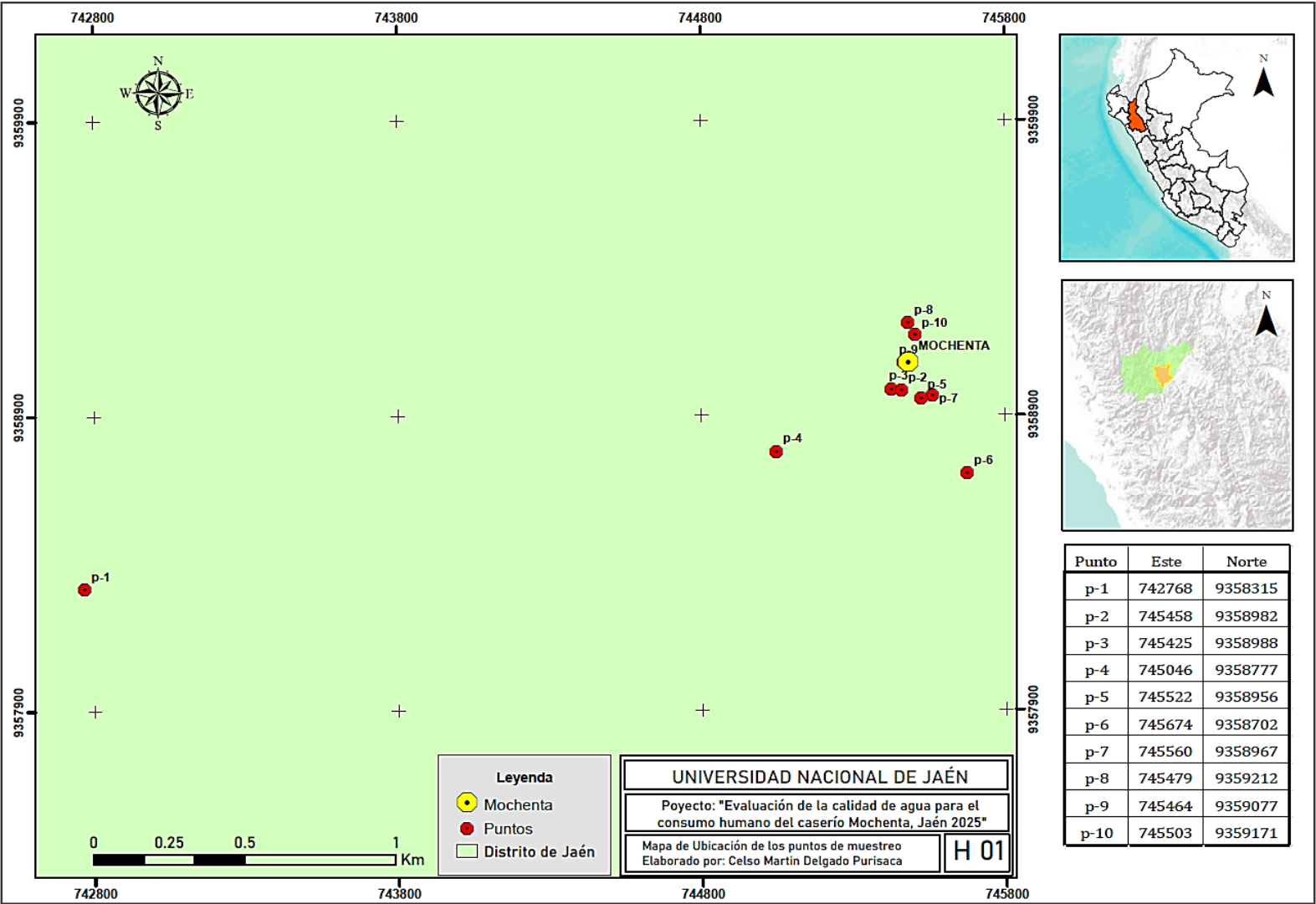


Figura 2. Puntos de muestreo domiciliario



2.1.3 Muestreo

Fueron enfriadas para garantizar las condiciones de inalterabilidad de las características organolépticas del agua analizada. El agua fue muestreada bajo criterios del Ministerio de Salud del Perú – DIGESA:

- a).- Desinfección del punto de muestreo: Se limpió cada grifo con un algodón y alcohol (70 %).
- b).- Fluido del agua: Se dejó correr el agua por tres minutos antes de tomar cada muestra, con la finalidad de purgar el agua estancada.
- c).- Frascos estériles 250 mL: Se utilizaron frascos esterilizados con tiosulfato de cloro.
- d).- Protección de frascos: En todo momento no se tocó la boca del frasco ni la tapa interna que selló cada frasco.
- e).- Conservación: Cada frasco fue depositado en un cooler con hielo para garantizar una temperatura promedio de 4 °C.
- f).- Transporte: Para el análisis microbiológico se realizó el traslado al MINSA dentro de las 2 horas del muestreo de agua.
- g).- Registro: Cada frasco fue etiquetado con información propia y única: Código, hora y ubicación.
- h).- Protección personal: Cada muestreo de agua fue realizado con medios de protección: guantes de látex, mandil blanco, gorro para la cabeza y mascarilla para rostro.

Figura 3.

Muestra de agua en pozo de acopio.



2.1.4 Materiales

Hielo, cooler, guantes estériles, mandil, alcohol, 12 frascos de 250 mL, autoclave, incubadora, microscopio óptico, balanza analítica, agar Mac Conkey, caldo lactosado con rojo de fenol, caldo EC (*Escherichia coli*) con MUG (4-metilumbeliferil- β -D-glucuronido), equipo de filtración, placas de Petri estériles, tubos de ensayo y gradilla, pipetas estériles y micropipetas, pHmetro, turbidímetro, medidor de cloro residual, conductímetro y multiparámetro.

2.2 Metodología

Fue aplicada, cuantitativa y deductiva.

2.2.1 Método

Se utilizó un método cuantitativo, al medir numéricamente algunos parámetros relacionados a la calidad del agua potable que consumen las familias del caserío Mochenta en Jaén. Se realizó visita para identificar la fuente de agua potable.

Seguidamente, se procedió a solicitar el apoyo de las familias seleccionadas durante cada una de las visitas domiciliarias.

Procedimiento:

Figura 4.

Muestreo domiciliario.



Figura 5.

Muestreo de agua en cisterna.



Procedimiento para conductividad eléctrica

Se comprobó la eficacia del multi parámetro, luego se lavó con detergente el bulbo del electrodo, y se procedió a medir la lectura del conductímetro luego de dejar 3 minutos de estabilidad para su lectura.

Figura 6.

Análisis de CE.



Valores referenciales: Según OMS: $< 400 \mu\text{S}/\text{cm}$, es agua muy aceptable; $400 - 1\,000 \mu\text{S}/\text{cm}$, es agua aceptable para consumo, $1\,000 - 2\,500 \mu\text{S}/\text{cm}$, es agua con sabor salino y $> 2\,500 \mu\text{S}/\text{cm}$ es agua no aceptable.

Procedimiento para medir NTU

Se calibró el turbidímetro para medir el número de unidades nefelométricas de turbidez, que representa la cantidad de sólidos en suspensión. Es decir, a mayor NTU mayor turbidez. Para su análisis se llenaron las celdas con las muestras de agua extraídas de Mochenta, y como el caso anterior se dejó reposar al menos 3 minutos, antes de tomar lectura.

Figura 7.

Análisis de turbidez.



Valores referenciales: Según la Organización Mundial de Salud, recomienda ≤ 1 NTU; y el LMP < 5 NTU para agua potable.

Procedimiento para el cloro residual

Se utilizó el método colorimétrico (DPD), el cual es recomendado por la referencia citada a través de APHA – *Standard Methods* y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Perú). El cual utilizó el reactivo N, N-dietil-p-fenilendiamina (DPD) para que reacciones con el cloro presente en el agua produciendo una coloración rosada, cuya intensidad fue proporcional a la concentración de cloro. El procedimiento consistió en el encendido del clorímetro, se seleccionó la opción cloro residual libre. Se colocó la cubeta con agua destilada para hacer el cero, de esta manera quedó calibrado el clorímetro marca Hanna Instruments. Se enjuagó la cubeta con cada muestra de agua hasta el nivel indicado evitándose burbujas en su interior. Enseguida se agregó una tableta DPD, se agitó suavemente hasta su disolución. Al cabo de 20 segundos se colocó al interior del clorímetro. Cerrada la tapa se procedió a tomar lectura del cloro residual en mg/L.

Valores referenciales:

Según OMS (1998): 0,2 – 0,5 mg/L. Y, según D.S. N° 031-2010-MINSA: > 0,5 mg/L. Valores muy bajos indican desinfección insuficiente y valores altos pueden causar sabor y olor desagradable.

Procedimiento para los SDT

Se comprobó la eficacia del instrumento de medición, luego se lavó, secó y taró la cápsula de evaporación. Se colocó en la estufa a 110 °C. Se enfrió en un desecador y luego se pesó en balanza analítica (P_0). Luego, se filtró agua potable usando un filtro de 0.45 μm . y se vertió el filtrado en la cápsula tarada. Luego se dejó la cápsula en la estufa a 110 °C. Se retiró la cápsula y se pesó de nuevo (P_1). finalmente, se aplicó la fórmula:

$$\text{mg/L ó ppm STD} = \frac{[(P_1 - P_0 \text{ en gr}) \times 1000]}{\text{Volumen (L)}} \text{ mg}$$

El peso del residuo se relaciona con la concentración de sólidos disueltos.

Figura 8.

Análisis de SDT.



Según OMS (1998): < 600 mg/L el agua es buena, 600 – 1 000 mg/L es aceptable, 1000-2000 mg/L es poco aceptable, > 2000 mg/L el agua no aceptable. Y, según D.S. N° 031-2010-MINSA, el LMP es: < 1000 mg/L; D.S. N° 004-2017-MINAM: < 1000 mg/L.

Procedimiento para el pH

Se calibró el potenciómetro, luego se lavó el bulbo del potenciómetro. Se tomó 100 mL de cada frasco para su evaluación de la acidez. Con el electrodo del potenciómetro se dejó en reposo luego se tomó lectura del pH.

Valores referenciales: Según OMS: 6.5-8.5 unidades. Y, según D.S. N° 031-2010-MINSA: 6.5-8.5; D.S. N° 004-2017-MINAM: 6.5-8.5.

Figura 9.

Análisis pH.

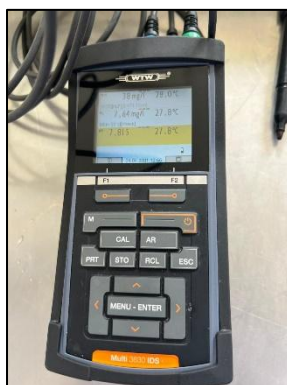


Procedimiento el oxígeno disuelto

Se verificó el funcionamiento del multiparámetro. Luego, se ajustó el electrodo correspondiente al OD oxígeno disuelto. Se llenó el vaso de precipitación con agua evitándose burbujas. Se colocó la sonda inmersa en el agua y se dejó estabilizar por dos minutos. Finalmente, se tomó lectura del OD en el multiparámetro. Los resultados se expresan en mg/L. entre cada medición se realizó en fuerte enjuague con agua destilada.

Figura 10.

Multi parámetro digital.



Procedimiento microbiológico para determinar coliformes termo tolerantes

Se estimó la concentración de bacterias a partir de la fermentación de lactosa, que produjo gas y ácido acético, en condiciones selectivas de temperatura elevada (44–45 °C). La presencia de gas indicó un resultado positivo.

Equipos y materiales: Tubos de ensayo con campana de Durham, gradillas, incubadora bacteriológica ($35 \pm 0,5$ °C y $44,5 \pm 0,2$ °C), pipetas estériles (1 y 10 mL), frascos estériles para muestreo y autoclave.

Medios de cultivo: Caldo Lauril Sulfato Triptosa (LST) y caldo EC (*Escherichia coli*).

Procedimiento:

Se recolectó la muestra en frascos estériles, se transportó el agua envasada de forma refrigerada (≈ 4 °C). inmediatamente, se realizó el análisis microbiológico. Para ello se prepararon 3 series de 5 tubos con caldo LST y campanas de Durham, de la siguiente forma: Serie 1: 10 mL de muestra; serie 2: 1 mL de muestra y serie 3: 0,1 mL de muestra. Luego, se procedió a incubar a $35 \pm 0,5$ °C durante 24–48 horas. Se consideraron positivos los tubos con turbidez y gas. Luego, se transfirió una alícuota de cada tubo positivo a tubos con caldo EC. Se incubó a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 horas. La presencia de gas confirmó coliformes termotolerantes.

Finalmente, se registró el número de tubos positivos en cada serie y se consultó la tabla estándar de NMP (APHA). Y, se expresó el resultado como:

Coliformes termotolerantes = NMP/100 mL

Procedimiento microbiológico para determinar coliformes totales

Se empleó el número más probable (NMP), se estimó la concentración de coliformes totales a partir de la fermentación de lactosa, a diferencia del procedimiento anterior la temperatura fue 35-37 °C. La presencia de gas indicó un resultado positivo.

Equipos y materiales: Fueron los mismos del procedimiento anterior.

Medios de cultivo: Caldo lauril sulfato triptosa (LST) y caldo Verde Brillante Bilis 2 % (BGB).

Procedimiento:

Se recolectó la muestra en frascos estériles y se transportaron a ≈ 4 °C. Luego, se prepararon tres series en tubos de ensayo: Serie 1: 10 mL de muestra; serie 2: 1 mL de muestra y serie 3: 0,1 mL de muestra. Seguidamente, se incubó a $35 \pm 0,5$ °C durante 24–48 horas. Fueron positivos los tubos con turbidez y gas. Se transfirió una alícuota de

cada tubo positivo a tubos con caldo Verde Brillante Bilis 2 % (BGB). Se incubó. Luego, la producción de gas confirma la presencia de coliformes totales. Finalmente, se registró el número de tubos positivos por cada volumen y se consultaron las tablas estándar de NMP. El resultado se expresó como:

Coliformes totales=NMP/100 mL

Tabla 2

Normatividad del MINSA

Bacterias <u>coliformes totales</u>	UFC/100 <u>mL</u> a 35 °C	0 (*)
<u>Escherichia coli</u>	UFC/100 <u>mL</u> a 44,5 °C	0 (*)
Bacterias <u>coliformes termotolerantes o fecales</u>	UFC/100 <u>mL</u> a 44,5 °C	0 (*)
Bacterias heterotróficas	UFC/100 <u>mL</u> a 44,5 °C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y <u>coquistes de protozoarios patógenos</u>	N° <u>org/L</u>	0
Virus	UFC/ <u>mL</u>	0
Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos nematodos en todos sus estadios evolutivos.	N° <u>org/L</u>	0
Turbidez	NTU	
pH	unidades	
Conductividad eléctrica	<u>umho/cm</u> o $\mu\text{S/cm}$	
Sólidos totales disueltos	mg/L	

Procedimiento microbiológico para determinar parásitos

Se empleó concentración por filtración o sedimentación y observación microscópica de quistes y huevos.

Equipos y materiales: Recipientes estériles de 1–10 L, sistema de filtración o recipientes para sedimentación, centrífuga, tubos cónicos (15–50 ml), microscopio óptico (10× y 40×), portaobjetos, cubreobjetos, pipetas Pasteur, guantes y material de bioseguridad.

Medios de cultivo: Solución salina fisiológica (0,85 %), lugol diluido.

Procedimiento:

Se recolectó una muestra de agua, la que se procedió a su refrigeración inmediata. Se dejó reposar la muestra durante 12–24 horas. Luego, se eliminó cuidadosamente el sobrenadante. Se recuperó el sedimento (≈50 mL). Este se transfirió a tubos cónicos. Se

centrifugó a 2500–3000 rpm durante 10 minutos. Luego, se descartó el sobrenadante. Y, se conservó el sedimento final. Se colocó una gota del sedimento en un portaobjetos. Se añadió una gota de lugol diluido. Se colocó el cubreobjetos. Se observó al microscopio (10× y 40×) y se identificaron quistes o huevos por su morfología y se expresó el resultado en el número por litro.

Tabla 3

Normatividad del MINAM.

Parámetros	Unidades de medida	Límite máximo permisible
Turbidez	UNT	5
pH	unidades	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	umho/cm o $\mu\text{S}/\text{cm}$	1500
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 6

Fuente: Normativa MINAM.

III.RESULTADOS

Tabla 4

C.E. del agua Mochenta

Punto de muestreo	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$
M-1	661
M-2	745
M-3	744
M-4	772
M-5	704
M-6	784
M-7	781
M-8	756
M-9	772
M-10	766
Promedio C.E.	748.50

Fuente: Laboratorio UNJ.

Interpretación:

El agua de consumo del caserío Mochenta presentó una conductividad eléctrica que cumplió con la exigencia normativa (C.E.: $748.50 < 1500 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Tabla 5

Cl₂ del agua Mochenta

Muestra	Cloro residual libre mg/L o ppm
250 mL H ₂ O	0.00

Interpretación:

El agua de consumo del caserío Mochenta presentó cloro residual que no cumplió con la exigencia normativa del MINSA y OMS; 0.2-0.5 mg/L.

Tabla 6*NTU del agua Mochenta*

Muestra	Turbidez NTU
M-1	0.97
M-2	0.89
M-3	0.73
M-4	0.72
M-5	0.5
M-6	0.79
M-7	0.6
M-8	0.55
M-9	0.7
M-10	0.62
Promedio NTU	0.70

Fuente: Laboratorio UNJ.

Interpretación:

El agua de consumo del caserío Mochenta presentó una turbidez que cumplió con la exigencia normativa (turbidez: $0.70 < 5$ NTU).

Tabla 7*SDT del agua Mochenta*

Muestra	SDT mg/L o ppm
M-1	494
M-2	493
M-3	501
M-4	514
M-5	468
M-6	523
M-7	521
M-8	504
M-9	514
M-10	523
Promedio SDT	505.5

Interpretación:

Se halló sólidos disueltos totales que cumplió con la normativa (SDT: $505.5 < 1000$ ppm).

Tabla 8

pH del agua Mochenta

Muestra	pH
M-1	7.47
M-2	7.53
M-3	7.67
M-4	7.68
M-5	7.62
M-6	7.58
M-7	7.69
M-8	7.71
M-9	7.98
M-10	7.72
Promedio pH	7.66

Interpretación:

Se halló una acidez que cumplió con la exigencia normativa (SDT: $7.66 < 8.5$).

Tabla 9

O₂ del agua Mochenta

Muestra	O₂ disuelto mg/L o ppm
M-1	3.25
M-2	7.01
M-3	7.19
M-4	7.16
M-5	7.12
M-6	7.22
M-7	7.10
M-8	7.07
M-9	7.23
M-10	7.39
Promedio O₂ disuelto	6.77

Interpretación:

El agua de consumo del caserío Mochenta presentó oxígeno disuelto que cumplió con la exigencia normativa (O_2 disuelto: $6.77 > 6.0$).

Tabla 10

Resumen de parámetros físicos químicos

Muestra	Turbidez NTU	pH	Cl ₂ residual	O ₂ disuelto
M-1	0.97	7.47	0.00	3.25
M-2	0.89	7.53	0.00	7.01
M-3	0.73	7.67	0.00	7.19
M-4	0.72	7.68	0.00	7.16
M-5	0.5	7.62	0.00	7.12
M-6	0.79	7.58	0.00	7.22
M-7	0.6	7.69	0.00	7.10
M-8	0.55	7.71	0.00	7.07
M-9	0.7	7.98	0.00	7.23
M-10	0.62	7.72	0.00	7.39
Promedio	0.70	7.66	0.00	6.77

Figura 11.

Comparación entre Turbidez (NTU), pH (unidades), Cl₂ y O₂ disuelto (ppm).

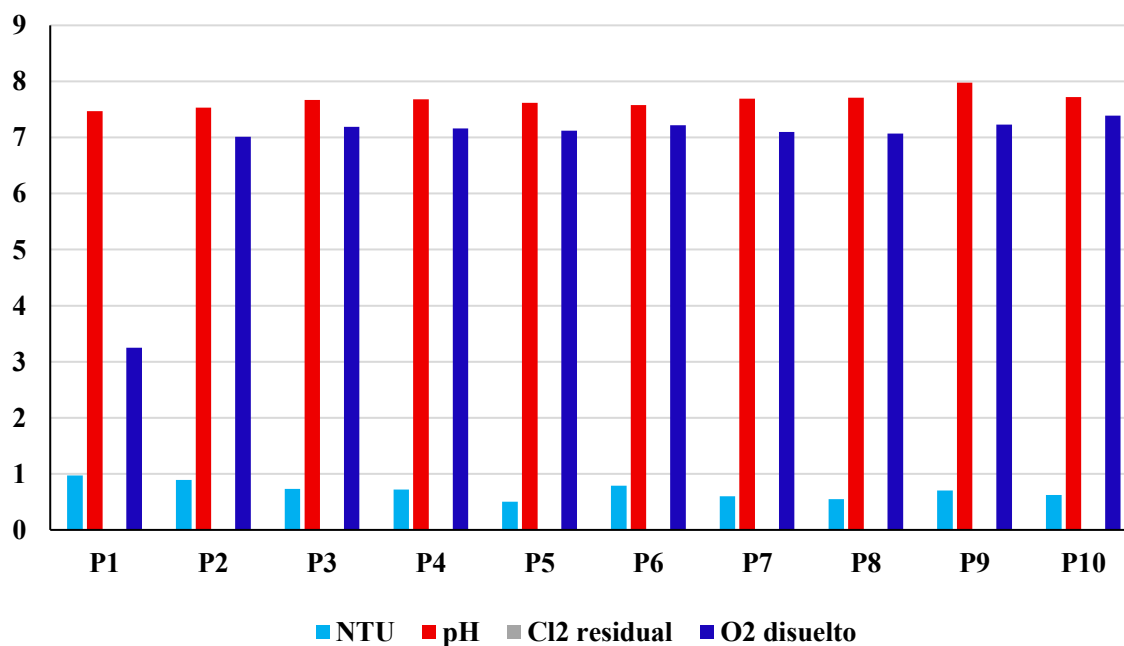


Tabla 11
CE y SDT

Muestra	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	SDT mg/L o ppm
M-1	661	494
M-2	745	493
M-3	744	501
M-4	772	514
M-5	704	468
M-6	784	523
M-7	781	521
M-8	756	504
M-9	772	514
M-10	766	523
Promedio	748.50	505.5

Figura 12.

Comparación entre SDT (mg/L) y CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

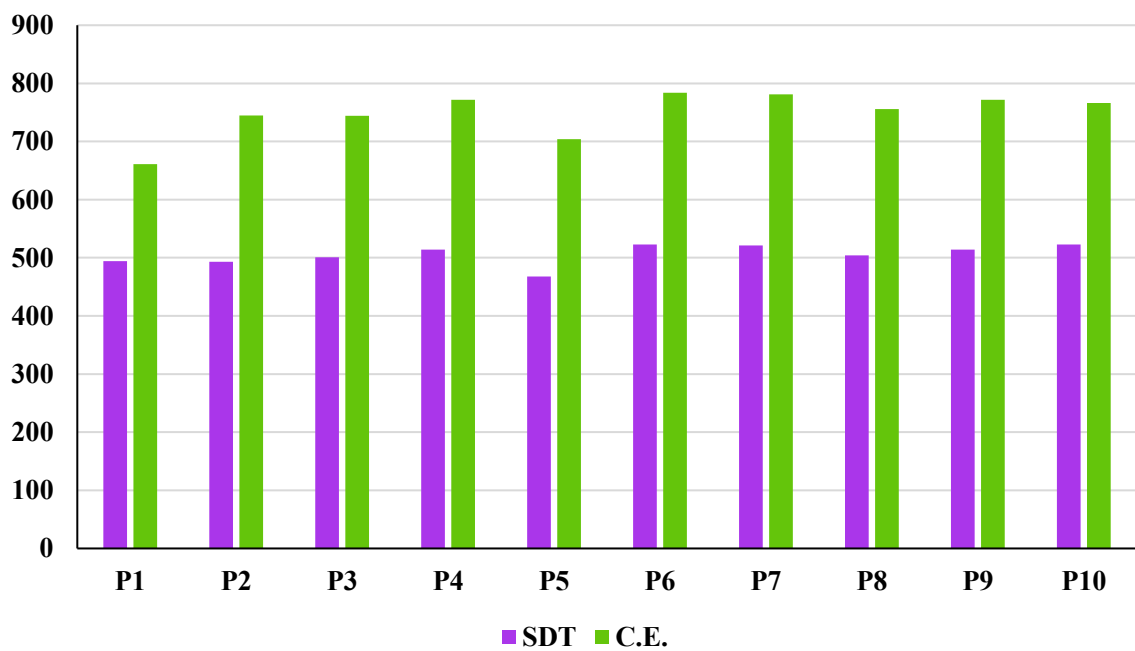


Tabla 12*Microbiología del agua Mochenta*

Parámetros	Unidades de medida	Valores hallados en Laboratorio
Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35 °C	> 200
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44,5 °C	< 1
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y coquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0.00

Análisis estadístico:**Tabla 13***Normalidad de los datos*

Prueba	C.E.	NTU	SDT	pH	O ₂ disuelto
Recuento	10	10	10	10	10
Promedio	748.5	0.707	505.5	7.665	6.774
Desviación estándar	38.6616	0.147878	17.367	0.137699	1.24259
Coef. de variación	5.16522%	20.9162%	3.4356%	1.79647%	18.3435%
Mínimo	661.0	0.5	468.0	7.47	3.25
Máximo	784.0	0.97	523.0	7.98	7.39
Rango	123.0	0.47	55.0	0.51	4.14
Sesgo Estandarizado	-2.00866	0.570146	-1.39088	1.43887	-4.02808
Curtosis Estandarizada	1.35769	-0.271591	0.723175	1.78125	6.33125

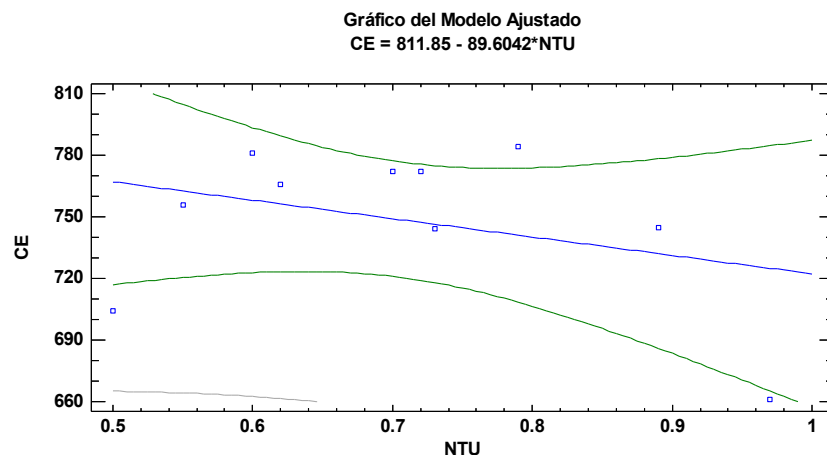
Fuente: Minitab.

Interpretación:

Los valores normales para el sesgo y la curtosis fueron CE, turbidez, sólidos totales disueltos y pH. Sin embargo, para el oxígeno disuelto mostró desviaciones significativas de la normalidad de datos y fuera del rango -2 a +2, puesto que se halló en el valor M1, que arrojó 3.25 ppm de O₂ disuelto, que no fue concordante con el resto de valores del agua.

Figura 13.

Gráfica del modelo ajustado



Mínimos cuadrados parciales

Número de variables dependientes: O₂ disuelto

Número de variables independientes: NTU, pH, CE y SDT.

Número de componentes extraídos: 4

Tabla 14

Análisis de varianza para el O₂ disuelto

Fuente	Σ cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	13.0268	4	3.25671	18.7292	0.00327375
Residuo	0.869418	5	0.173884		
Total (Corr.)	13.8962	9			

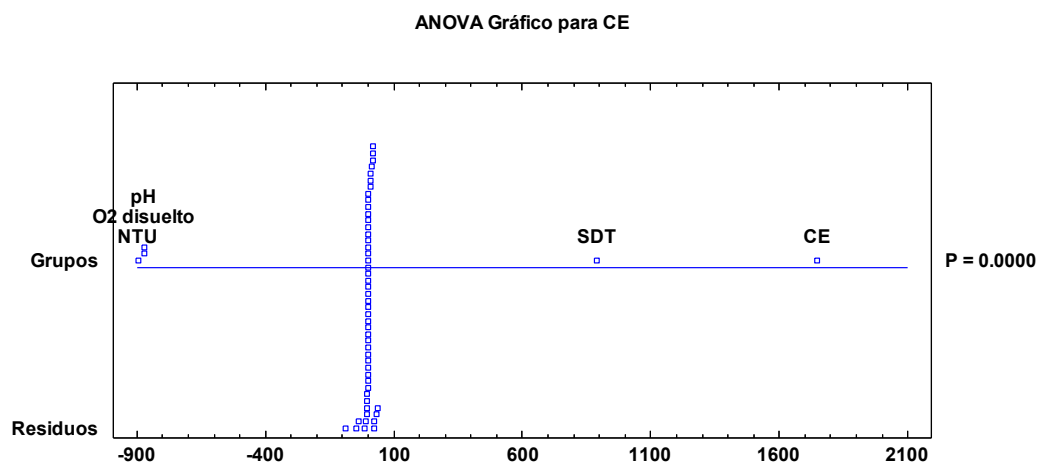
Tabla 15

Resumen estadístico

	Recuento	Promedio	Desv. estándar	Coef. de variación	Mínimo	Máximo
CE	10	748.5	38.6616	5.16522%	5.16522	5.16522
NTU	10	0.707	0.147878	20.9162%	0.5	0.97
SDT	10	505.5	17.367	3.4356%	468.0	523.0
pH	10	7.665	0.137699	1.79647%	7.47	7.98
O₂ Dis.	10	6.774	1.24259	18.3435%	3.25	7.39

Figura 14.

Gráfico ANOVA.

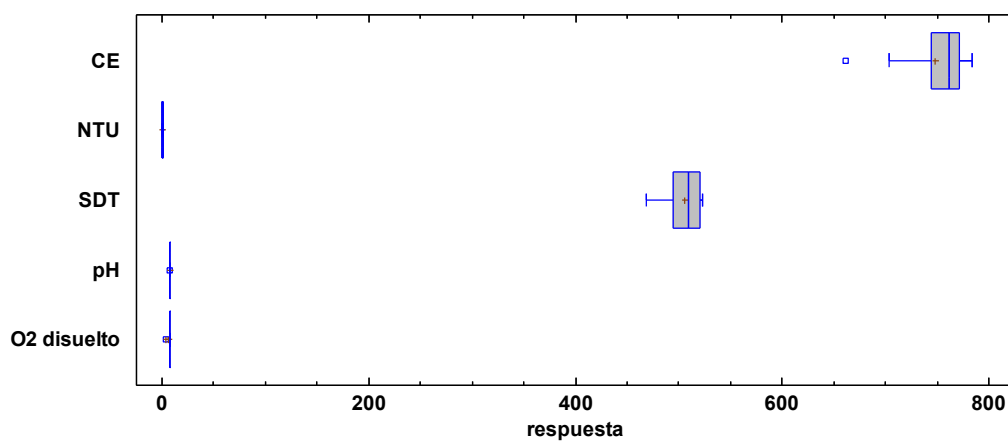


Interpretación:

Se evidenció diferencias altamente significativas entre los grupos evaluados ($p = 0.0000$). La mayor variabilidad se observó en la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales, mientras que el pH, la turbidez y el oxígeno disuelto presentaron menor dispersión.

Figura 15.

Caja y bigotes.



Interpretación:

Conductividad eléctrica (CE): La conductividad eléctrica presentó los valores más elevados (valores entre aproximadamente 700–780 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la mayor dispersión entre las variables analizadas, seguida por los sólidos disueltos totales. Por el contrario, la turbidez y el pH mostraron baja variabilidad y valores relativamente constantes. El oxígeno disuelto presentó una dispersión moderada, indicando variaciones en las condiciones de oxigenación del agua entre los puntos de muestreo.

Sólidos disueltos totales (SDT): Rango alrededor de 480–520 mg/L, la distribución relativamente compacta. Los SDT muestran menor variabilidad que la CE, lo que sugiere estabilidad en la concentración de sólidos disueltos entre las muestras.

Turbidez (NTU): Valores muy bajos, cercanos a 0.5–1 NTU, con una caja muy estrecha y casi sin dispersión. El agua presenta baja turbidez y buena claridad, sin cambios importantes entre muestras.

pH: Valores cercanos a 7.6–7.9 y caja pequeña con pH muy estable. El pH se mantiene en rango ligeramente alcalino y con poca variación, lo cual indica estabilidad química del agua.

Oxígeno disuelto (O_2 disuelto): Valores entre aproximadamente 3–7 mg/L. Mayor dispersión relativa que pH y NTU. Existe variabilidad en la oxigenación del agua, lo cual puede deberse a: Temperatura, materia orgánica o turbulencia del flujo

Sobre el gráfico de forma global:

El gráfico muestra claramente tres grupos:

magnitud alta: CE

magnitud media: SDT

magnitud baja: NTU, pH y O_2 disuelto.

Esto explica por qué en el ANOVA gráfico anterior CE y SDT dominaban la variabilidad estadística.

Interpretación ambiental

Desde el punto de vista de calidad de agua:

CE alta: Posible presencia de sales minerales o contaminación disuelta.

SDT moderado: Coherente con la CE.

NTU baja: Poca materia en suspensión.

pH neutro-alkalino: Condiciones químicas estables.

O₂ variable: Posible influencia biológica o hidráulica.

En conclusión:

El diagrama de cajas evidenció que la conductividad eléctrica presentó los valores más elevados y la mayor dispersión entre las variables analizadas, seguida por los sólidos disueltos totales. Por el contrario, la turbidez y el pH mostraron baja variabilidad y valores relativamente constantes. El oxígeno disuelto presentó una dispersión moderada, indicando variaciones en las condiciones de oxigenación del agua entre los puntos de muestreo

IV. DISCUSIÓN

Con relación a la CE, se obtuvo 748.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el cual se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido en la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM para la categoría A1. Este resultado indicó que el agua presentó una concentración moderada de sales disueltas, característica común en aguas subterráneas que atraviesan formaciones geológicas con presencia de minerales (Simelane *et al.*, (2020). Resultados similares fueron reportados por Palomino (2022), quien encontró valores de conductividad dentro de rangos aceptables en manantiales destinados al consumo humano en zonas rurales del Perú. Asimismo, Khatri y Tyagi (2015) señalaron que la CE está relacionada con la presencia de iones disueltos provenientes de la interacción entre el agua y los materiales geológicos del subsuelo, por lo que valores dentro de rangos moderados no representan un riesgo para la salud. Respecto a la turbidez, el valor promedio obtenido fue 0.70 NTU, fue un valor considerablemente inferior al límite máximo permisible de 5 NTU establecido en la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM para la categoría A1. Este resultado demostró que el agua presentó una baja concentración de partículas suspendidas, lo cual indicó buenas condiciones de claridad y ausencia significativa de materia particulada. La baja turbidez es un indicador favorable para la potabilización del agua (Fuentes *et al.*, 2024), ya que valores elevados pueden interferir en los procesos de desinfección y favorecer la presencia de microorganismos patógenos. Según OMS (2011), niveles de turbidez menores a 1 NTU reflejan una adecuada calidad física del agua, especialmente cuando proviene de fuentes subterráneas protegidas.

En cuanto a los sólidos disueltos totales (SDT), el valor promedio obtenido fue 505.5 mg/L, encontrándose por debajo del límite máximo de 1000 mg/L establecido en la referida normativa ambiental para la categoría A1 para agua potable. Este resultado confirmó la coherencia fisicoquímica entre la conductividad eléctrica y la concentración de sólidos disueltos, dado que ambos parámetros están relacionados con la presencia de sales minerales en solución. La variabilidad observada entre las muestras puede atribuirse a diferencias en la mineralización del agua a lo largo del sistema de distribución (Adedotun *et al.*, 2024). Estudios realizados en zonas rurales de América Latina han demostrado que las aguas subterráneas suelen presentar concentraciones moderadas de sólidos disueltos debido al contacto prolongado con el material geológico (Fuentes *et al.*, 2024). En tanto que, para el pH, el valor promedio registrado fue 7.66, situándose dentro del rango aceptable para agua

de consumo humano (6.5 – 8.5) L establecido en la referida normativa ambiental para la categoría A1 para agua potable. Este resultado indica que el agua presenta un carácter ligeramente alcalino, condición que es común en aguas subterráneas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos en solución (Fengting *et al.*, (2018). Un pH dentro de este rango es favorable, ya que evita problemas de corrosión en las tuberías y no afecta negativamente las características organolépticas del agua. Resultados similares fueron reportados por Sempértegui (2021), quien encontró valores de pH estables en sistemas de abastecimiento rural basados en fuentes subterráneas. En relación con el O₂ disuelto, se obtuvo 6.77 mg/L, valor que superó el mínimo recomendado de 6 mg/L, establecido en la en la referida normativa ambiental para la categoría A1 para agua potable, lo cual indica condiciones adecuadas de oxigenación en el agua (Palomino (2022). Sin embargo, se observó una ligera variabilidad en los datos, destacando el valor obtenido en la muestra M1 (3.25 mg/L), que difiere notablemente del resto de resultados. Esta variación podría estar asociada a condiciones particulares del punto de muestreo, tales como menor exposición al contacto con el aire o mayor presencia de materia orgánica que consume oxígeno durante procesos de oxidación biológica (Tomsic *et al.*, (2019).

Uno de los resultados más relevantes de la investigación corresponde al cloro residual, el cual presentó un valor de 0.00 mg/L en las muestras analizadas, significó que no cumplió lo establecido en la normativa de sanidad pública DS N° 031-2010-MINSA para agua potable, que exige una presencia de ≥ 0.5 ppm Cl₂ residual (anexo III de la normativa citada). Este resultado indica la ausencia total de desinfección en el sistema de abastecimiento de agua del caserío Mochenta. De acuerdo con las normas sanitarias para agua de consumo humano, el cloro residual libre debe mantenerse entre 0.5 y 1 mg/L para garantizar la eliminación de microorganismos patógenos y evitar la contaminación durante la distribución (Oliden y Villegas, 2019). La ausencia de cloro residual evidencia que el agua consumida tiene riesgo sanitario (Fengting *et al.*, 2018). Se detectó la presencia de coliformes totales superiores a 200 UFC/100 mL. Los coliformes termotolerantes arrojaron contaminación microbiológica baja o limitada. A pesar de ello, la presencia de coliformes totales indicó que el sistema de abastecimiento puede estar expuesto a contaminación ambiental o infiltraciones durante la captación, almacenamiento o distribución del agua (Malik *et al.*, 2023). Según la OMS (1998), el agua potable debe cumplir criterios microbiológicos de potabilidad. El análisis estadístico mostró datos cercanos a la normalidad, con coeficientes de variación

relativamente bajos, lo cual indica estabilidad en la calidad del agua entre los diferentes puntos de muestreo (Khatri & Tyagi, 2015).

Asimismo, el análisis de correlación entre conductividad eléctrica y turbidez evidenció una correlación negativa baja ($r = -0.34$) y sin significancia estadística, lo que indica que la variación de la conductividad no depende directamente de la turbidez en este sistema hídrico (Sempértegui, 2021). De igual forma, la relación entre turbidez y oxígeno disuelto presentó una correlación moderada negativa, pero tampoco significativa estadísticamente, lo que sugiere que estos parámetros se comportan de manera relativamente independiente en el agua analizada (Adedotun *et al.*, 2024). En términos generales, los resultados obtenidos indican que la calidad fisicoquímica del agua del caserío Mochenta es adecuada, ya que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa nacional. No obstante, la ausencia de cloro residual y la presencia de coliformes totales representan un riesgo sanitario vigente. La implementación de sistemas simples de cloración o tratamiento comunitario podría contribuir significativamente a garantizar la seguridad microbiológica del agua y reducir la incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población rural.

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La CE fue 748.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual representó un regular contenido de minerales disueltos. La turbidez fue 0.70 NTU, valor con altas condiciones de potabilidad. El agua careció de cloro residual, su reporte fue 0.00 ppm. Los SDT fue 505.5 mg/L, este valor fue concordante con la CE con bajo contenido de sales disueltas. Respecto a la acidez, el reporte indicó 7.66 el cual indicó una ligera alcalinidad del agua debido a la presencia de rocas carbonatadas.
- El reporte microbiológico indico la presencia de coliformes totales en concentraciones superiores a 200 UFC/100 mL, lo cual representó una contaminación microbiológica del agua. Hubo contaminación por bacterias fecales en el agua (<1 UFC/100 mL).
- El agua del caserío Mochenta cumplió con los límites fisicoquímicos (conductividad, turbidez, sólidos disueltos, pH y oxígeno disuelto) establecidos en el DS N° 004-2017-MINAM para la categoría A1. Sin embargo, no cumple con los requisitos de desinfección (cloro residual ausente) y presenta limitaciones microbiológicas (presencia de coliformes totales), por lo que no es apta para consumo humano sin un tratamiento previo.

Recomendaciones:

- Se debe garantizar la eliminación de microorganismos patógenos y mantener concentraciones de cloro residual dentro de los valores recomendados por las normativas nacionales.
- Realizar monitoreos periódicos de la calidad del agua, tanto en parámetros fisicoquímicos como microbiológicos, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos por la normativa nacional y prevenir posibles riesgos para la salud de la población.
- Fortalecer la gestión comunitaria del sistema de agua, promoviendo la capacitación de los responsables del sistema de abastecimiento en temas de tratamiento, cloración y mantenimiento de reservorios, con el apoyo de las autoridades sanitarias locales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adedotun, S. B., Adedotun, D. O., & Ogundahun, D. S. (2024). Assessment of Water Supply and Water Quality in the Rural Area of Obokun Local Government, Osun State, Nigeria. Assessment of Water Supply and Water Quality in. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202404.1435.v2>

Fengting, L., Karanja, A. N., Mumbi, A. W., Fengting, L., & Karanja, A. (2018). Sustainable treatment of drinking water using natural coagulants in developing countries: A case of informal settlements in Kenya. Water Utility Journal, 18(October), 1–11

Malik, S., Khyalia, P., & Singh Laura, J. (2023). Conventional methods and materials used for water treatment in rural areas. Water Resources Management for Rural Development: Challenges and Mitigation, 79–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18778-0.00010-6>

Khatri, N., & Tyagi, S. (2015). Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. Frontiers in Life Science, 8(1), 23–39. DOI: <https://doi.org/10.1080/21553769.2014.933716>

Oliden, M. G. y Villegas, G. L. (2019). *Parámetros organolépticos y microbiológicos de la calidad del agua de consumo humano, de la población del caserío Chamaya Pueblo, provincia Jaén – Cajamarca*. [Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de Jaén].

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Editorial World Health Organization. DOI: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf>.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1998). *Guías para la calidad del agua potable* (2.^a ed., Vol. 3: *Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad*). Organización Mundial de la Salud.

Palomino, F. Y. (2022). Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estanco del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental.

Simelane, M. S., Shongwe, M. C., Vermaak, K., & Zwane, E. (2020). Determinants of Households' Access to Improved Drinking Water Sources: A Secondary Analysis of Eswatini 2010 and 2014 Multiple Indicator Cluster Surveys. *Advances in Public Health*.

DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/6758513>

Sempértegui, R. M. (2021). Calidad microbiológica del agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Tesis para optar título de ingeniero forestal ambiental.

Tomsič, G., Goljat, L., Budasheva, H., Korte, D., Bratkič, A. and Franko, M. (2019). Determination of Iron in Environmental Water Samples by FIA-TLS. *Acta Chimica Slovenica*. 66.

DOI: 10.17344/acsi.2018.4825.

DEDICATORIA

Dedico a mis padres y hermanos.

Darwin Axel

AGRADECIMIENTO

A mis padres

Regalado Navarro, Darwin Axel

DEDICATORIA

*Dedico a mis padres, mis abuelitos y mis
hermanos.*

Celso Martin

AGRADECIMIENTO

A todos mis profesores de la UNJ y en especial a Dios por
permitir lograr mi objetivo

Delgado Purisaca, Celso Martin

ANEXOS

Figura 16. Análisis de agua – MINSA/JAÉN.



RESULTADOS DE ANALISIS CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DESA






SOLICITANTE O PROGRAMA : Darwin Axel Regalado Navarro / Celso Martin Delgado Punsaca

DIRECCION: calle San Martin 950

ORIGEN DE LA FUENTE : Agua subterránea

PROYECTO: Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del caserio Mochenta -Jaén-2025

PUNTO DE MUESTREO: CAPTACIÓN RESERVORIO, DOMICILIO 1, DOMICILIO 2, DOMICILIO 3, DOMICILIO 4, DOMICILIO 5, DOMICILIO 6 Y DOMICILIO 7

MUESTREO POR : Darwin Axel Regalado Navarro / Celso Martin Delgado Punsaca

LOCALIDAD: CAS MOCHENTA

DISTRITO: JAÉN

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N°	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo	Cant. Muestra	Fecha y hora de Analisis	ANALISIS BACTERIOLOGICO				ANALISIS FISICO QUIMICO						COORDENADAS UTM	
					Coliformes Totales (UFC/100)	Coliformes Termotolera ntes	Coliformes Totales (NMP/100)	Coliformes Termotolera ntes	COLOR (mg/l)	PH	T° (°C)	CONDUCTIVIDAD (uS a 20°C)	STD (ppm)	TURBIDEZ (UNT)	ESTE	NORTE
1	LCAP-217	27/01/2026	250	27/01/2026	-	-	1.7x10 ²	<1,8	-	7.47	20.8	661	494	0.97	742768	9358315
	Pozo de acopio	8:07:00 a. m.		2:50:00 p. m.	-	-	-	-	0.0	7.53	20.6	745	493	0.89	745458	9358982
2	LCAP-218	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.53	20.6	745	493	0.89	745458	9358982
	Reservorio 1	6:42:00 a. m.		2:50:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.67	20.3	744	501	0.73	745425	9358988
3	LCAP-219	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.67	20.3	744	501	0.73	745425	9358988
	Reservorio 2	6:05:00 a. m.		2:50:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.68	20.7	772	514	0.72	745046	9358777
4	LCAP-220	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.68	20.7	772	514	0.72	745046	9358777
	Domicilio 1	9:25:00 a. m.		3:00:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.62	20.8	704	468	0.5	745522	9358956
5	LCAP-221	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.62	20.8	704	468	0.5	745522	9358956
	Domicilio 2	9:50:00 a. m.		3:00:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.58	20.7	784	523	0.79	745674	9358702
6	LCAP-222	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.58	20.7	784	523	0.79	745674	9358702
	Domicilio 3	10:17:00 a. m.		3:00:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.69	20.1	781	521	0.6	745560	9358967
7	LCAP-223	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.69	20.1	781	521	0.6	745560	9358967
	Domicilio 4	10:33:00 a. m.		3:10:00 p. m.	>200	10	-	-	0.0	7.71	20.3	756	504	0.55	745479	9359212
8	LCAP-224	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.71	20.3	756	504	0.55	745479	9359212
	Domicilio 5	10:52:00 a. m.		3:10:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.98	20	772	514	0.7	745464	9359077
9	LCAP-225	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.98	20	772	514	0.7	745464	9359077
	Domicilio 6	11:09:00 a. m.		3:10:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.72	20.2	766	523	0.62	745503	9359171
10	LCAP-226	27/01/2026	250	27/01/2026	>200	<1	-	-	0.0	7.72	20.2	766	523	0.62	745503	9359171
	Domicilio 7	11:23:00 a. m.		3:20:00 p. m.	>200	<1	-	-	0.0	7.72	20.2	766	523	0.62	745503	9359171

NOTA: EL ANALISIS DE CLORO FUE REALIZADO EN CAMPO POR PERSONAL RESPONSABLE DE MUESTREO.
*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.



Elgo Bereniz Lopez Villarreal
LABORATORIO DESA
CBP-113525

Figura 17.

Parámetros microbiológicos del agua, D.S. N° 031-2010.

ANEXO I

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Figura 18.

Parámetros normatividad D.S. N° 031-2010

ANEXO II		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Figura 19.

Parámetros normatividad D.S. N° 004-2017.

16

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0

Anexos al análisis estadístico:

Correlación entre CE y NTU

Tabla 16

T estadístico

Parámetro	Mínimo cuadrado	Error estándar	T estadístico	Valor-P
Intercepto	811.85	62.59	12.9709	0.0000
Pendiente	-89.6042	86.8359	-1.03188	0.3323

Tabla 17

Análisis de varianza

Fuente	Σ cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1580.17	1	1580.17	1.06	0.3323
Residuo	11872.3	8	1484.04		
Total (Corr.)	13452.5	9			

Coefficiente de correlación = -0.342729

R-cuadrada = 11.7463 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 0.714578 %

La ecuación del modelo ajustado es:

$$CE = 811.85 - 89.6042 \cdot NTU$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre CE y NTU con un nivel de confianza del 95.0 %.

Correlación entre NTU y O₂ disuelto

Tabla 18

Valor T

Parámetro	Mínimo cuadrado	Error estándar	T estadístico	Valor-P
Intercepto	1.21484	0.224684	5.40686	0.0006
Pendiente	-0.0749685	0.0326775	-2.29419	0.0509

Tabla 19*Modelo y residuo*

Fuente	Σ cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0.0781007	1	0.0781007	5.26	0.0509
Residuo	0.118709	8	0.0148387		
Total (Corr.)	0.19681	9			

Coefficiente de correlación = -0.629947

R-cuadrada = 39.6833 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 32.1437 %

La ecuación del modelo ajustado es:

NTU: $1.21484 - 0.0749685 \cdot O_2$

Puesto que valor P en ANOVA es $>$ o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre O_2 disuelto y NTU con un nivel de confianza del 95 % o más.

Tabla 20*Sesgo y curtosis*

Parámetro	Rango	Sesgo estandarizado	Curtosis estandarizada
CE	122.0	-2.00866	1.35769
NTU	0.23	0.570146	-0.271591
SDT	117.0	-1.39088	0.723175
pH	0.41	1.43887	1.78125
O ₂ Dis.	0.37	-4.02808	6.33125

Tabla 21*ANOVA*

Fuente	Σ Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4.93741E6	4	1.23435E6	3432.73	0.0000
Intra grupos	16181.3	45	359.584		
Total (Corr.)	4.95359E6	49			