

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS ARTESANALES
DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD HUERTA**

HUARAYA, PUNO 2026

PRESENTADA POR:

WOLFGANG BRUNO ROEL PINEDA LAYME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2026



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



2.29%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 JUN 2026, 5:42 PM

Originality & Authorship Report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL 0.89% ● CHANGED TEXT 1.4%

Report #33876031

WOLFGANG BRUNO ROEL PINEDA LAYME // ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS ARTESANALES DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA, PUNO 2026 RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua de los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno durante el año 2026, la cantidad de pozos muestreados fueron cinco cada uno con su código (PHH – 1, PHH – 2, PHH – 3, PHH – 4 y PHH – 5). La investigación siguió un diseño no experimental descriptivo ya que las muestras recolectadas no fueron sometidas a manipulación alguna, los parámetros químicos, físicos, y microbiológicos fueron analizados por un laboratorio especializado de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Los resultados mostraron que, entre los parámetros químicos evaluados, los valores de pH de los pozos PHH – 1 y PHH – 3 se encontraban fuera de rango permisible con los siguientes valores 5.76 y 6.16 respectivamente. Además, la dureza total en el pozo PHH – 5 superó el límite permisible llegando a alcanzar 516 mg/L. Los demás parámetros químicos cumplieron con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. En cuanto a los parámetros físicos todos los valores medidos cumplieron con los estándares que se requieren. Así mismo los análisis microbiológicos cumplieron con los límites establecidos, con resultados inferiores a < 3 NMP/100 mL y

Yudy Roxana ALANIA LAQUI
Oficina de Repositorio Institucional

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS ARTESANALES
DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD HUERTA**

HUARAYA, PUNO 2026

PRESENTADA POR:


WOLFGANG BRUNO ROEL PINEDA LAYME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. DENILSON MEDINA SANCHEZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 22 de junio del 2026

DEDICATORIA

A mi familia, por estar de forma incondicional en cada etapa de este duro camino. A mis padres gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, por creer en mí cuando yo dudaba y por acompañarme con paciencia y amor. Cada logro que alcancé lleva consigo su sacrificio silencioso y por eso los considero mis dos soles que siempre guían mi vida. Esta investigación es fruto de sus enseñanzas, su ejemplo y su fe constante. No hay palabras suficientes para agradecer todo lo que han hecho por mí. Siempre llevaré conmigo y con mucho orgullo todo lo que me dieron: valores, fuerza y corazón.

WOLFGANG BRUNO ROEL

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por darme la fuerza y la persistencia para poder seguir adelante. De la misma forma deseo transmitir mi mayor gratitud a mi asesor, Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS, por la paciencia y los conocimientos que me brindó en todo este camino fueron fundamentales para poder realizar este trabajo de investigación.

De igual manera quiero agradecer a mis padres por todo lo que hicieron por mí y siempre estar alentándome a seguir avanzando, aunque el camino sea duro, por siempre creer en mí, su guía constante y su fe inquebrantable en mis habilidades me han motivado a alcanzar alturas que nunca imaginé, a mi hermano por estar alentándome siempre para poder lograr esta meta, a mis tíos y mi primo por siempre brindarme su apoyo, así también a mi papa grande por sus palabras de aliento.

Por último, pero no menos importante me gustaría agradecer a la Universidad Privada San Carlos que es mi alma mater, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional.

WOLFGANG BRUNO ROEL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	15
1.3. OBJETIVOS DE ESTUDIO	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	20
2.1.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS Y POZOS ARTESANALES	20
2.1.3. TIPOS DE POZOS	21
2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	22
	3

2.1.5. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA	22
2.1.6. PARÁMETROS QUÍMICOS	23
2.1.7. PARÁMETROS FÍSICOS	24
2.1.8. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	25
2.1.9. NORMATIVA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1. AGUA POTABLE	26
2.2.2. AGUA SUBTERRÁNEA	26
2.2.3. CALIDAD DEL AGUA	27
2.2.4. POZO ARTESANAL	27
2.2.5. NITRATOS	27
2.2.6. SULFATOS	28
2.3. HIPÓTESIS	28
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	28
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	28
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.3. MÉTODOS	30
3.4. DISEÑO METODOLÓGICO	31
3.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
3.4.2. EQUIPOS Y MATERIALES	33
3.4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	33

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS QUÍMICOS, FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS POZOS ARTESANALES DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA, PUNO 2026 SEGÚN LOS ECA PARA AGUA (MINAM) Y LA NORMA VIGENTE ES EL DECRETO SUPREMO N.° 004-2017-MINAM.	35
4.1.1. ANÁLISIS DEL PRIMER POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.	35
4.1.2. ANÁLISIS DEL SEGUNDO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.	38
4.1.3. ANÁLISIS DEL TERCER POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.	40
4.1.4. ANÁLISIS DEL CUARTO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.	42
4.1.5 ANÁLISIS DEL QUINTO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.	45
4.2. GRÁFICOS DE CADA PARÁMETRO OBTENIDO EN LABORATORIO Y COMPARADOS CON LOS ECAS PARA AGUA (MINAM) Y LA NORMA VIGENTE ES EL DECRETO SUPREMO N.° 004-2017-MINAM.	47
4.2.1. PARÁMETROS QUÍMICOS.	47
4.2.2. PARÁMETROS FÍSICOS	51
4.2.3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS	54
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Ficha del pozo 01 (georreferenciación)	35
Tabla 02: Ficha del pozo 01 (laboratorio)	36
Tabla 03: Ficha del pozo 02 (georreferenciación)	38
Tabla 04: Ficha del pozo 02 (laboratorio)	39
Tabla 05: Ficha del pozo 03 (georreferenciación)	40
Tabla 06: Ficha del pozo 03 (laboratorio)	41
Tabla 07: Ficha del pozo 04 (georreferenciación)	42
Tabla 08: Ficha del pozo 04 (laboratorio)	43
Tabla 09: Ficha del pozo 05 (georreferenciación)	45
Tabla 10: Ficha del pozo 05 (laboratorio)	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Mapa de ubicación de Huerta Huaraya	29
Figura 02: pH de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	47
Figura 03: Sulfatos de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	48
Figura 04: Cloruros de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	49
Figura 05: Dureza total de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	50
Figura 06: Conductividad eléctrica de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	51
Figura 07: Temperatura de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	52
Figura 08: Sólidos totales disueltos de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	53
Figura 09: Coliformes totales de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	54
Figura 10: Coliformes fecales de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.	55
Figura 11: Toma de la muestra del primer pozo artesanal de Huerta Huaraya.	72
Figura 12: Toma de la muestra del segundo pozo artesanal de Huerta Huaraya.	73
Figura 13: Toma de la muestra del tercer pozo artesanal de Huerta Huaraya.	73
Figura 14: Toma de la muestra del cuarto pozo artesanal de Huerta Huaraya.	74
Figura 15: Toma de la muestra del quinto pozo artesanal de Huerta Huaraya.	74
Figura 16: Presidenta del sector 1 Huerta Huaraya	75
Figura 17: Muestra de los pozos con su respectivo rótulo.	75
Figura 18: Muestras ya recolectadas de los 5 pozos artesanales de Huerta Huaraya.	76
Figura 19: Muestras en el laboratorio de la UNA Puno.	77
Figura 20: Análisis de las muestras en laboratorio.	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	68
Anexo 02: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.	69
Anexo 03: Certificado de análisis en laboratorio especializado	71
Anexo 04: Panel Fotográfico	72

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua de los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno durante el año 2026, la cantidad de pozos muestreados fueron cinco cada uno con su código (PHH – 1, PHH – 2, PHH – 3, PHH – 4 y PHH – 5). La investigación siguió un diseño no experimental descriptivo ya que las muestras recolectadas no fueron sometidas a manipulación alguna, los parámetros químicos, físicos, y microbiológicos fueron analizados por un laboratorio especializado de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Los resultados mostraron que, entre los parámetros químicos evaluados, los valores de pH de los pozos PHH – 1 y PHH – 3 se encontraban fuera de rango permisible con los siguientes valores 5.76 y 6.16 respectivamente. Además, la dureza total en el pozo PHH – 5 superó el límite permisible llegando a alcanzar 516 mg/L. Los demás parámetros químicos cumplieron con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. En cuanto a los parámetros físicos todos los valores medidos cumplieron con los estándares que se requieren. Así mismo los análisis microbiológicos cumplieron con los límites establecidos, con resultados inferiores a < 3 NMP/100 mL y < 1 NMP/100 mL. Se concluye que los pozos estudiados poseen características físicas y microbiológicas aptas para el consumo humano. Sin embargo, los parámetros químicos requieren un monitoreo y evaluación continuos para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental (ECAs) y garantizar un consumo seguro para los residentes de la comunidad Huerta Huaraya sin representar un riesgo para la salud humana.

Palabras clave: Agua potable, Análisis de agua, Consumo humano, Parámetros, Pozo artesanal.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the quality of water from artisanal wells used for human consumption in the Huerta Huaraya community, Puno, in 2026. Five wells were sampled and identified using the codes PHH-1, PHH-2, PHH-3, PHH-4, and PHH-5. The research followed a descriptive, non-experimental design, since the collected samples were not subjected to any manipulation. Physical, chemical, and microbiological parameters were analyzed by a specialized laboratory at the National University of the Altiplano, Puno. The results showed that, among the chemical parameters evaluated, the pH values of wells PHH-1 and PHH-3 were outside the permissible range, with values of 5.76 and 6.16, respectively. In addition, total hardness in well PHH-5 exceeded the permissible limit, reaching 516 mg/L. The remaining chemical parameters complied with the limits established by Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. Regarding the physical parameters, all measured values met the required standards. Similarly, the microbiological analyses complied with the established limits, with results below 3 CFU/100 mL and 1 CFU/100 mL. It is concluded that the studied wells possess physical and microbiological characteristics suitable for human consumption. However, the chemical parameters require continuous monitoring and evaluation to ensure compliance with the Environmental Quality Standards (ECA) and to guarantee safe consumption by the residents of the Huerta Huaraya community without posing risks to human health.

Keywords: Drinking water, Water analysis, Human consumption, Parameters, Hand-dug well.

INTRODUCCIÓN

En la vida actual el principal recurso o también llamado el pilar fundamental para que se pueda desarrollar la vida es el agua. Sin este recurso toda la biodiversidad se anularía desde los microorganismos de este mundo hasta los seres más grandes necesitan el agua para poder subsistir y para poder desarrollarse. Del mismo modo es el eje primordial para poder desarrollar la economía y el progreso social en bien de la humanidad.

De acuerdo con la FAO, dice que solo una mínima fracción del agua que se encuentra en el planeta es dulce, siendo esta aproximadamente el 2.5%, mientras que el 97.5 % corresponde a agua salada. De todo este porcentaje de agua dulce, la mayor parte se encuentra almacenada en glaciares y acuíferos, siendo mínima para el consumo humano directo (Cerón et al., 2021a).

En las zonas rurales y altoandinas del Perú persisten las limitaciones de los pobladores para poder contar con accesibilidad al agua en condiciones seguras para el consumo de estos mismos, debido a deficiencias en los sistemas de abastecimiento y al uso de fuentes locales como pozos artesanales, manantiales y riachuelos, cuya calidad microbiológica y fisicoquímica no siempre cumple con los estándares establecidos, lo que conlleva a un potencial riesgo para la salud de los habitantes de estas zonas (González et al., 2023).

Según indica el INEI, que es la entidad de estadística oficial peruana, aproximadamente el 73.1 % de toda la población peruana no cuenta con un acceso a agua segura para su consumo, lo que muestra que gran parte de la población no cuenta con agua que cumpla los estándares de calidad necesarios (Acheampong et al., 2024).

La importancia principalmente de este trabajo investigativo, es el de hacer el debido análisis de este recurso natural que es el agua de los pozos artesanales, y que se haga en beneficio de la gente que habita la comunidad de Huerta Huaraya en el departamento de Puno, sobre todo de los niños y adultos mayores que son los más afectados

El trabajo investigativo abarca 4 capítulos principales: en el primero se realizó el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos del trabajo investigativo, en el

segundo, se abarcó el marco teórico así también el marco conceptual y por último las hipótesis, en el tercero se abordó la metodología del trabajo investigativo y en el último capítulo la exposición y discusión que se obtuvo en los resultados

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de los tiempos el agua ha desempeñado un papel sumamente primordial para el desarrollo y subsistencia de los organismos y de los seres vivos de nuestro planeta, además también se constituye en un derecho esencial que se vincula al desarrollo sostenible y al funcionamiento de los sistemas sociales y ambientales (Gaspar-Santos et al., 2024).

En estos tiempos, el acceso que se tiene a la utilización de agua buena y de calidad para las personas es un factor esencial que permite mantener óptimas condiciones de bienestar y salud humana, ya que el consumo de agua que tiene contaminantes está asociada a diversas enfermedades especialmente en las comunidades rurales (Cervantes et al., 2025).

Considerando lo planteado por la ONU, varios estudios indican que algunas prácticas productivas como la industria y especialmente la minería generan la liberación de materiales metálicos y sustancias altamente tóxicas en ríos, lagos y acuíferos, deteriorando la calidad del recurso hídrico (García-Peña et al., 2022). También, la sobreexplotación conduce a un enorme deterioro de biomas acuáticos que tiene como resultado una limitada obtención de agua segura para el desarrollo de estas personas, incrementando los riesgos sanitarios y ambientales. En este sentido se advierte que la contaminación descontrolada del agua dulce compromete el derecho universal de

muchas personas a disponer de este recurso natural y a tener un saneamiento óptimo (Ramos-Zaga, 2024).

A nivel mundial, muchas de las poblaciones siguen presentando una desigualdad en el acceso que tienen al agua potable, dependiendo en mucho de estos casos de abastecimiento de aguas no seguras o no adecuadamente tratadas, lo que afecta para que se pueda efectuar de manera óptima las normas de calidad para ciudades en crecimiento (Zapana et al., 2021). De igual forma, diversas poblaciones que se encuentran localizadas en zonas de difícil acceso y alejadas del núcleo urbano presentan barreras en el sentido de acceder y suministrar de agua potable, esta situación se agrava en las regiones altoandinas debido a que hay una insuficiencia de infraestructura sanitaria incrementando la exposición a posibles contaminantes (Zapana et al., 2021).

En las comunidades campesinas, como es el caso de la comunidad Huerta Huaraya, ubicada en el departamento de Puno, se observa que gran parte de las personas depende de pozos artesanales como principal fuente de agua, sin contar con un tratamiento adecuado ni evaluaciones de calidad, lo que hace que estas aguas sean vulnerables a la contaminación y que no estén dentro de los parámetros físicos químicos y microbiológicos que se necesitan.

De acuerdo con lo expuesto, el presente estudio investigativo busca hacer el análisis de la calidad de agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026. Esto debido a que en la mencionada comunidad está alejada de la ciudad y no cuentan con agua segura para poder consumir más aún teniendo una escuela en la zona donde los niños beben agua de estos pozos.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?

1.2. ANTECEDENTES

A nivel internacional

Ramos-Parra & Pinilla-Roncancio (2020) realizaron un estudio que lleva por título “Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rural en Boyacá, Colombia. Un análisis de infraestructura” el objetivo de este estudio fue hacer un análisis de toda la red que llega a abastecer de agua para consumo humano y hacer el análisis de la calidad de la misma, este proceso se hizo en 288 sistemas que abastecen a las personas de esta localidad, donde se empleó métodos estadístico variados. Y llegaron a los resultados donde obtuvieron que el no contar con una buena red de abastecimiento en áreas rurales de Boyacá, provoca un aumento drástico en la mala calidad del agua que llegan a consumir las personas de esta localidad, llegando a encontrarse la presencia de Escherichia coli y también de coliformes en este valioso recurso natural.

Navarro-Ramírez et al. (2024), en su trabajo investigativo que tiene por título “Evaluación de la calidad del agua envasada para consumo humano en la ciudad de Villavicencio (Colombia)” se evaluó la calidad del recurso natural agua que diversas empresas gestionan a las personas de esta localidad ya que estos mismos pobladores tienen la percepción de que se les está entregando agua de mala calidad, el objetivo que tuvo este estudio fue evaluar qué calidad es la que tenían este recurso de 10 empresas que envasan agua para distribuirla entre las personas por un lapso de 8 meses. Los

resultados obtenidos de este estudio fueron que los parámetros fisicoquímicos estaban dentro del margen aceptable para poder consumirlos, pero en cuanto a lo microbiológico se obtuvo que el 33% de las muestras tenían presencia de contaminantes.

Melo et al. (2024), realizaron el estudio que lleva por título “Evaluación de la calidad del agua para uso industrial y consumo social en la industria azucarera” realizaron una evaluación de la calidad que tenía el agua el cual estaba destinado a la industria, pero también al consumo de las personas, el método que utilizaron fue hacer métodos de ensayo para si determinar lo parámetros que tenía el agua referida a fisicoquímicos y también a lo microbiológico. Los resultados mostraron que la calidad con respecto a las características fisicoquímicas es aceptable, pero en lo que respecta a coliformes totales y E. coli no está en los límites que se requiere. En conclusión, estas aguas para un uso industrial son correctas, pero para consumo de las personas no es apta.

Cerón et al. (2021) en su artículo que lleva por título “Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico” hicieron un análisis de las tendencias y desarrollo científico en cuanto a la relación con el agua subterránea, donde se recolectó datos de bases especializadas durante 10 años, los autores de esta investigación identificaron que la calidad que brinda las aguas subterráneas genera una excelente línea de investigación, en especial de índices de calidad que se pueden aplicar en distintos contextos ambientales. Finalmente, concluyeron que al integrar investigaciones sobre la contaminación y el cómo se evalúa la calidad de este contribuye a que se aumente la eficiencia de los recursos naturales hídricos subterráneos y así poder fortalecer la gestión ambiental del recurso hídrico.

A nivel nacional

Gonzales et al. (2023) en su trabajo de investigación que lleva por título “Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú” hicieron una evaluación destinada al consumo humano con el objetivo de determinar la calidad de la misma y si cumple con las normas que se exige normalmente para que las personas puedan consumir dicho recurso, el

estudio se generó en 17 reservorios que se encuentran ubicados entre los 3782 y 4196 m.s.n.m., teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos de este recurso natural y así también el *Escherichia coli* en cuanto respecta al parámetro biológico. Los resultados mostraron que todos los parámetros fisicoquímicos se encontraban básicamente dentro de los límites aceptables; sin embargo, no se puede decir lo mismo de los biológicos ya que se halló varios puntos que se monitorearon con contaminación. Se concluyó que debe fortalecer en monitoreo permanente.

Barriga et al. (2022) en su trabajo de investigación con título “Calidad de aguas superficiales y subterráneas en la zona de influencia de una cantera de yeso en el Perú” se evaluó la calidad físico-química que se encuentra en las aguas superficiales y también las aguas subterráneas que se encuentran cerca de una cantera de producción de yeso, determinando la presencia de contaminantes y su relación con las actividades de extracción de este producto. Los resultados que se obtuvieron mostraron que hay variaciones en parámetros como pH, conductividad eléctrica y concentración de metales. Así también se llegó a la conclusión que este proceso de obtener el yeso si influye en la calidad del recurso hídrico y generar impactos ambientales negativos que llegan a áreas cercanas.

Choque-Quispe et al. (2021) en el trabajo investigativo que efectuaron que tiene como título “Índice de calidad de agua en la micro cuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú” se hizo una evaluación para identificar la presencia de metales pesados en el río Suches, el estudio se hizo en la región de Puno, donde se llegó a determinar en qué cantidad hay concentraciones de estos contaminantes que se relacionan a las actividades de las personas y pueden afectar tanto la calidad de este recurso primordial que es el agua y así también las condiciones de vida de estas mismas personas locales. Así también, este estudio destaca mucho la importancia de que se haga un monitoreo ambiental y un análisis de parámetros fisicoquímicos para así entender como la contaminación tiene un impacto sorprendente y negativo en lo que se refiere al agua en ecosistemas altoandinas

Ccorimanya et al. (2025) en su trabajo de investigación de título “Calidad del agua subterránea y riesgo sanitario en el Centro Poblado Santiago, Ica, Perú” En este sentido, se llegó a evaluar la calidad que tenía este recurso hídrico subterráneo y cómo se relaciona con riesgos sanitarios de la gente de esta localidad. Se llegó a analizar parámetros fisicoquímicos del agua y cómo se compara con los ECAs para su consumo, pudiendo identificar elementos que superan por mucho los límites permitidos en varios de los puntos donde se hizo el muestreo. Del mismo modo, se llegó a determinar que si se consume el agua freática sin que se haga un tratamiento adecuado es un riesgo negativamente alto para la salud de los mismos habitantes. En conclusión, se destaca la necesidad de poder implementar sistemas para que se pueda hacer un monitoreo adecuado y también hacer un tratamiento de agua antes de poder consumir este recurso natural y así poder reducir los riesgos.

A nivel local

Salas et al. (2021) en su trabajo de investigación que tiene por título “Evaluación de metales pesados y comportamiento social asociados con la calidad del agua en el río Suches, Puno, Perú” se hizo una evaluación de cuánta concentración hay en metales pesados, además también se hizo un análisis del comportamiento social que tenía la gente frente a la calidad de este recurso natural. La investigación utilizó técnicas (ICP-MS) para poder hacer el análisis de muestras de agua y también de los sedimentos, así como métodos cualitativos que se basaron en lo que dijeron las personas de esta localidad. Los resultados llegaron a indicar que las concentraciones de metales pesados están por debajo de los límites que se permiten, pero en los sedimentos se llegó a obtener valores por encima de lo permitido en lo que respecta a arsénico y cadmio. En el aspecto social, se tuvo evidencia que las personas rechazan las actividades mineras y lo asocian a la contaminación de los recursos naturales.

Calcina-Benique et al. (2022) en su trabajo investigativo titulado “Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno-Perú” se efectuó con el objetivo de identificar como el suelo que se

utilizaba para la agricultura era afectado por la acumulación de arsénico. Se recolectaron las muestras utilizando la metodología EPA 6020 con espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Donde se obtuvo resultados, en el agua se encontró 3 y 446 $\mu\text{g/L}$, de arsénico y en el caso del suelo de 10 a 42,7 mg/kg. En conclusión, se determinó que hay un riesgo muy alto en cuanto al agua y al suelo de este territorio para las personas.

1.3. OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026.
- Determinar los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026.
- Determinar los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

Cuando se habla de la calidad de agua se puede decir que son el conjunto de características químicas, físicas y biológicas que determinan si esta agua es apta para el consumo de las personas que lo utilizan sin tener riesgos a contraer enfermedades o afectar ecosistemas. Una adecuada condición que llegue a tener el agua es necesario para la salud de los individuos (Gonzales et al., 2023).

La estimación que se hace a este recurso natural tan indispensable como es el agua es un instrumento muy fundamental para que se pueda custodiar la salud y el bienestar de las personas en general, especialmente en zonas tan alejadas de ciudades grandes, en estas localidades o comunidades rurales las personas generalmente utilizan el agua para uso de pequeños ríos, también utilizan lo que son los ojos de agua y pospuesto de pozos artesanales que no cuentan ni reciben un tratamiento óptimo (Lora-Ariza et al., 2024).

2.1.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS Y POZOS ARTESANALES

El agua que se encuentra por debajo del suelo de forma subterránea son acumulaciones de este recurso natural que llegan ahí por infiltración durante años, décadas o incluso milenios, estos almacenes naturales son los llamados acuíferos. Estos tipos de agua son los que conforman las principales fuentes de acceso donde las personas de las comunidades o de áreas rurales llegan a obtener el agua para poder hacer su vida diaria desde su limpieza personal hasta su consumo, y su obtención lo hacen por medio de pozos que ellos mismo hacen, los llamados pozos artesanales. Por lo mismo, la calidad

que tienen las aguas que se extraen de estos pozos pueden verse afectadas seriamente por las mismas personas sin que se den cuenta o también por factores netamente ambientales (Descovi & Laurent, 2026).

Las aguas subterráneas son los recursos hídricos que están almacenados en acuíferos debajo del suelo y pueden encontrarse a diversas profundidades. En zonas rurales constituyen un recurso fundamental e importante para su abastecimiento; sin embargo, son vulnerables a la contaminación por actividades humanas como la agricultura, mala disposición de residuos y sistemas de saneamiento inadecuados (González-Ponce & Bonilla-Petriciolet, 2025)

Los pozos artesanales son excavaciones que realizan las personas de forma manual y con equipos simples para poder tener acceso a agua subterráneas realizadas. La mayoría de las veces se utiliza en pueblos y comunidades rurales donde no tienen el acceso a sistemas de agua potable, aunque estos tienen una gran posibilidad de tener contaminantes debido a que no tiene un tratamiento ni control sanitario (Gonzales et al., 2023).

2.1.3. TIPOS DE POZOS

Los pozos constituyen una fuente que es muy necesaria para que la población de esta localidad y para que pueda tener acceso al agua, por lo tanto, es inminente y preciso que este recurso tenga un control adecuado y así no afecte a la salud de los pobladores de esta comunidad (Celi et al., 2025).

Pozos artesanales

Los pozos de tipo artesanal son hechos por los mismos pobladores que no tiene mucha profundidad, estos se abastecen de acuíferos generalmente superficiales, aumentando su fluidez en las épocas de lluvia gracias a la infiltración que sucede. Debido a que son unas construcciones básicamente simples se utilizan en prácticamente todas las zonas rurales, pero por el contrario también son muy propensas a tener contaminantes (Ortega-Ramírez et al., 2022).

Pozos perforados o tubulares

Los pozos tubulares o también llamados pozos perforados son excavaciones que no son de gran tamaño, pero por lo contrario tiene una más extensa profundidad, en las cuales se utilizan tuberías y también filtros con el objetivo de abastecerse de agua que se encuentran en acuíferos más profundos. Estos tipos de pozos tienen una mejor condición sanitaria ya que se encuentran a mayor profundidad (Ortega-Ramírez et al., 2022).

Pozos semi profundos

Este tipo de pozos se encuentran en la parte intermedia de pozos artesanales y pozos tubulares de profundidad, ya que para que se pueda llegar a obtener este recurso natural se requiere que los cuerpos de agua se encuentren en zonas con profundidad moderada estos se utilizan en áreas donde el suelo no tenga mucha dureza (Ortega-Ramírez et al., 2022).

2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación que llega a tener en estos tiempos este líquido tan útil para la vida es una de los principales problemas que se genera en el medio ambiente a nivel de todo el mundo, debido a que el impacto que este genera en los ecosistemas y también en la salud de los individuos. Esta manifestación se da a consecuencia de que se desecha sustancias altamente perjudiciales para los ecosistemas y el medio acuático afectando no solo a las personas sino también a todo ser vivo, estos actos provienen principalmente de actividades que se dedican a la industria y a la minería. Los contaminantes que se ven con más frecuencia son los metales pesados, desechos farmacológicos y por último los residuos que se generan por actividades domésticas (Mejía & Murillo Álvarez , 2025).

2.1.5. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA

La condición de este recurso hídrico se mide haciendo el análisis correspondiente de los parámetros que este brinda como son los parámetros fisicoquímicos y también el parámetro microbiológico. Estos parámetros son sumamente importantes para poder determinar si el agua que se desea consumir cuenta con los estándares que se requieren según el D.S. N.º 004-2017-MINAM

2.1.6. PARÁMETROS QUÍMICOS

Los parámetros químicos para el recurso natural agua, está formado por indicadores que son las herramientas principales para poder determinar si el agua cuenta con lo necesario para diferentes actividades ya sea en términos de agricultura, para la crianza de animales o para el consumo de las personas, especialmente en fuentes de agua que están en la superficie y en lo subterráneo y así no afecten de ninguna manera al hacer uso de esta (Alfaro-Sandí et al., 2021)

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es uno de los indicadores más importantes porque este mide el grado de acidez o el grado de alcalinidad que debe de tener el agua, ya que si este líquido presenta un parámetro bajo se vuelve corrosiva y por el contrario si adquiere un parámetro alto este líquido se vuelve alcalino causando malestares gastrointestinales al consumirla, esto influye directamente en la toxicidad de algunos compuestos que se presenten en los ecosistemas acuáticos (Coello-Cabezas et al., 2023).

Conductividad eléctrica

Este indicador favorece a que se pueda estimar en que cantidad se encuentra las sales disueltas en el agua, a lo que se puede vincular con iones como lo son los carbonatos y también los sulfatos. Los niveles altos generalmente suelen ser por una polución de actividades que se asocian a la extracción de metales preciosos o también a las mismas actividades que desempeñan las personas del campo como es la agricultura o la ganadería (Alfaro-Sandí et al., 2021).

Dureza del agua

La dureza del agua es otro de los indicadores importantes en lo que se refiere al agua ya que ayuda principalmente a poder determinar cuál es la concentración de calcio y la concentración de magnesio que se encuentra dentro de este recurso natural, esto influye en la calidad organoléptica que debe de tener este líquido, también puede afectar en el aspecto estético si se llega a hacer uso en el aseo personal. Aunque no es muy habitual

que se presente riesgos en la salud de las personas, el incremento de este suele ser por causa de formaciones geológicas (Alfaro-Sandí et al., 2021).

Oxígeno disuelto (OD)

Este es otro indicador fundamental, ya que gracias a este se puede determinar la capacidad que puede tener el agua para mantener procesos biológicos aerobios, esto quiere decir que las bacterias llegan a descomponer material orgánico con ayuda del oxígeno. Valores bajos de OD suelen tener relación con la contaminación por residuos orgánicos que afectan a la calidad del recurso agua (Alfaro-Sandí et al., 2021).

2.1.7. PARÁMETROS FÍSICOS

Los parámetros físicos que se encuentran en este recurso natural son el grupo de características que se pueden medir y a la vez evaluar en el agua para determinar la calidad aparente de este recurso. Entre estos parámetros se puede encontrar la turbidez que llegue a tener este recurso, el olor, la temperatura y a la vez también la presencia de los sólidos disueltos. El análisis que se llega a hacer es muy importante ya que permite encontrar posibles alteraciones que pueden ser causadas por los mismos pobladores, ya sea por industrias, actividades agrícolas y ganaderas o también a causa de fenómenos naturales (Coello-Cabezas et al., 2023).

Temperatura

la temperatura es un indicador primordial de las propiedades físicas que se encuentran en el agua ya que constituye e influye directamente en las propiedades químicas y biológicas, ya que está relacionado con la cantidad de gas a disolverse en un líquido, así también afecta a cómo funciona la fisiología de los microorganismos. Las variaciones que son significativas de este parámetro puede afectar los cuerpos acuáticos y por ende el equilibrio natural del ambiente (Coello-Cabezas et al., 2023).

Sólidos totales disueltos (STD)

Este indicador del recurso natural agua, representa cuánta concentración de sales minerales y también de materia orgánica que se puede encontrar en este líquido. La evaluación de este indicador permite conocer cuántos minerales esenciales se puede

incorporar en el agua y así se pueda descubrir o detectar posibles procesos de contaminación (Coello-Cabezas et al., 2023).

Turbidez

La turbidez de este recurso natural es un indicador que permite medir la presencia de pequeñas partículas que se hallan suspendidas en este recurso natural como pueden ser la presencia de sedimentos, también se puede encontrar presencia de material orgánico y a su vez microorganismos las cuales disminuyen la transparencia de este líquido y por ende afecta la calidad de este mismo (Alfaro-Sandí et al., 2021).

2.1.8. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

La evaluación de la microbiología que se encuentra en el agua es prácticamente la principal para poder verificar si las condiciones de salubridad cumplen con las normas establecidas y determinar si es apta para ser consumida por los pobladores. Por medio de estos parámetros se detectan microorganismos que vienen principalmente de la contaminación fecal. De acuerdo con los ECAs, una muestra de 100 mL no debe contener ninguna bacteria ya que de lo contrario evidenciaría posible contaminación afectando la salud de los pobladores de las zonas que llegaran a consumir este líquido (Gonzales et al., 2023)

Coliformes totales y Escherichia coli (E. coli)

Estos son los indicadores microbiológicos que generalmente son utilizados para poder evaluar la calidad sanitaria del agua en que se encuentra este líquido antes de ser destinadas al consumo de la población. La presencia de coliformes totales es el resultado de la deficiencia de sistemas de tratamiento de agua o también problemas en el almacenamiento o en la distribución de este recurso. Así también el E. coli es un indicador de que en estas aguas hay contaminación fecal muchas veces provocadas por las mismas personas ya que no cuentan con el conocimiento para poner sus letrinas en lugares alejados de estos cuerpos de agua y teniendo como resultado la contaminación de este líquido y poniendo en riesgo su propia salud (Gonzales et al., 2023).

2.1.9. NORMATIVA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

En la constitución política del Perú que está vigente desde el año de 1993 de acuerdo al artículo 2 y en el inciso 22, dice que todo ciudadano debe de gozar con un ambiente adecuado y equilibrado para poder desarrollarse de la mejor manera, por ende, le corresponde al estado brindar protección al medio ambiente para que las personas tengan las mejores condiciones de desarrollo. Las evaluaciones que se realizan dentro del contexto peruano con respecto a la calidad de este recurso natural se hacen tomando como referencia los (ECAs) que se encuentran dentro del D.S. N.º 004-2017-MINAM, estos manuales permiten determinar si son aptos y para qué usos, como uso agrícola o para el consumo humano (Guerrero-Padilla & Cabrera-Carranza, 2021).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. AGUA POTABLE

El agua potable debe de cumplir con los ECAs que garantice su la seguridad al consumirlo, además que es indispensable para el desarrollo social de las personas. La obtención de agua segura es esencial ya que esta garantiza que no se pueda adquirir enfermedades y se tenga una calidad de vida buena. Sin embargo, un sistema de abastecimiento de mala calidad o sin supervisión podría alterar su calidad, por lo mismo se requiere que haya un monitoreo continuo (Cadme-Arévalo et al., 2025).

2.2.2. AGUA SUBTERRÁNEA

Es el recurso hídrico que se encuentra por debajo de la superficie terrestre, este recurso natural llega ahí por infiltración durante miles de años estos se depositan en fracturas geológicas, estos depósitos son los acuíferos, pero no siempre están a una misma profundidad, se pueden encontrar de forma casi superficiales, así como también de formas profundas, claro que los acuíferos que se encuentran a más altas profundidades mayormente están con menos contaminación. Este tipo de agua constituye la mayor forma de abastecimiento de agua en áreas rurales. Por otro lado, la composición química de este elemento varía por la interacción con rocas o distintos tipos de suelos. Por lo

mismo el hacer una evaluación de este recurso es necesaria antes de consumirla para que las personas no tengan problemas de salud (Rocha et al., 2023).

2.2.3. CALIDAD DEL AGUA

Se puede definir como el grupo de caracteres que contiene el agua estos pueden ser de tipo físico-químicas y también de tipo biológicas que determinan el uso para el que se quiera realizar, generalmente se utiliza en actividades de tipo industrial, para el riego de áreas agrícolas y por último para el consumo de las personas. La evaluación que se le hace permite identificar si este recurso está contaminado o por lo menos saber si está dentro del rango permitidos por los ECAs (Cadme-Arévalo et al., 2025).

2.2.4. POZO ARTESANAL

Esta es una estructura que se realiza de forma manual por los mismos pobladores de la zona con la ayuda de herramientas de baja complejidad, como son picos, palas, barretas y carretillas, para poder acceder a este líquido tan necesario que por lo general se encuentra en acuíferos no muy profundos. El tamaño de estos es mayor a los pozos perforados y es utilizado mayormente en zonas rurales donde no cuentan con agua potable. Por esto mismo estos pozos son más vulnerables a tener contaminantes que llegan ahí por infiltración de aguas de aspecto residual, por lo que es necesario realizar monitoreos periódicos (Barriga et al., 2022).

2.2.5. NITRATOS

Los nitratos (NO_3^-) generalmente se encuentran de manera muy común en la superficie terrestre y también en el agua, por otro lado, la medida de las concentraciones puede aumentar de forma que llegue a afectar a todo el ecosistema, esto ocurre gracias a las actividades pecuarias que se realiza en el campo también a actividades agrícolas y pospuesto a la mala forma de desechar los residuos domésticos orgánicos. Los elevados niveles de nitratos que se pueda encontrar en la superficie terrestre pueden afectar a la calidad de las aguas que se encuentran de forma subterránea y por ende a la salud de las personas que lo consuman (Huerta et al., 2023).

2.2.6. SULFATOS

Los sulfatos (SO_4^{2-}) se pueden encontrar naturalmente en aguas tanto superficiales, así como también en subterráneas y si generan por el desgaste de las rocas y minerales con concentraciones de azufre, pero también pueden llegar al suelo y al agua por el uso desmedido de fertilizantes. La evaluación para saber en qué cantidades se encuentran estos sulfatos es de importancia ya que si se encuentran niveles altos pueden incrementar la salinidad y por ende variar los niveles físico químicos. Por lo mismo se debe evaluar y así tener medidas de control para los recursos hídricos (Huerta et al., 2023).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La condición de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no son aptas para este propósito.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente.
- Los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente.
- Los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la comunidad de Huerta Huaraya ubicada en el centro poblado de Alto Puno, a unos 6 km al norte de la ciudad de Puno Perú (Figura 1).



Figura 01: Mapa de ubicación de Huerta Huaraya

Fuente: Google Maps

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN:

Del mismo modo también se tiene la población y esta unidad de análisis fue conformada por los 5 pozos artesanales ubicados en la comunidad de Huerta Huaraya, en el departamento de Puno y se define como: La agrupación total que está delimitado por los elementos, miembros, casos o también unidades (eventos, instituciones, personas o animales) que comparten muchas características y que una persona busca hacer una investigación (Chero-Pacheco, 2024).

MUESTRA:

La investigación tuvo un alcance censal, por lo que se abarcó el 100 % de los pozos artesanales de Huerta Huaraya que se encontraron en uso activo (5 pozos). Por lo tanto, no se aplicó ningún método estadístico para obtener o calcular la medida de la muestra, debido a que esta población es pequeña y accesible. La muestra se puede decir que es: Una parte del conjunto que se representa y que también es finito, se obtiene de una población más grande que se usa para poder realizar una investigación (Li et al., 2021).

3.3. MÉTODOS

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo investigativo se direccionó a un enfoque cuantitativo, debido a que se hizo recolección y también medición de los parámetros fisicoquímicos y a su vez también de parámetros biológicos que se pudieron encontrar en las diferentes muestras obtenidas de los pozos artesanales de Huerta Huaraya, Puno 2026. Los datos resultantes fueron obtenidos a un análisis efectuado en laboratorio para posteriormente comparados con las normas actuales y así determinar si son aptas para su consumo (Sánchez & Murillo, 2021).

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El esquema de este estudio investigativo fue un modelo no experimental, ya que no se manipuló ni alteró de ninguna manera las variables que se obtuvieron del estudio, sino, por el contrario, solo se contemplaron y analizaron tal como se presentan en su estado

original. Del mismo modo, se realizó con un corte transversal, ya que se obtuvo los datos en un solo momento durante el año 2026 (Pahlevan et al., 2022)

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En lo referente al instrumento del cual se tuvo uso para realizar el adecuado abastecimiento de información y datos tanto físicos, químicos y como también biológicos de los pozos artesanales de Huerta Huaraya, Puno 2026 fue una ficha de observación y georreferenciación de cada pozo artesanal, completándose el proceso con él envió de cada muestra a un laboratorio especializado.

3.4. DISEÑO METODOLÓGICO

De acuerdo a la norma R.J. N.º 010-2016-ANA, que son las pautas que rigen hasta el momento. Para el actual estudio investigativo que se realizó en Huerta Huaraya, Puno 2026 los lineamientos que se llevaron a cabo son los siguientes:

SELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

- Se identificó cada punto de muestreo.
- Se puso un código a cada punto de muestreo.
- Se realizó la caracterización de cada punto de muestreo.

MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU

- Se identificó la temperatura.
- Se identificó el pH.

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS

- Se utilizaron envases debidamente desinfectados.
- Se utilizaron guantes nuevos de látex.
- Se utilizó mandil, casco y cubre bocas.
- Se realizó el rotulado correcto de las muestras.

PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN

- El transporte se realizó en un cooler refrigerado y cerrado herméticamente.
- El tiempo de llegada fue antes de las 6 horas establecidas.

CADENA DE CUSTODIA

- Se realizó el apunte de la fecha, hora y el responsable.
- Se efectuó el control y entrega en el laboratorio.

TRANSPORTE DE MUESTRAS

- El transporte se hizo en una camioneta que llegó al laboratorio en aproximadamente en 2 horas

3.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Con el propósito de lograr alcanzar los objetivos específicos ya antes mencionados en este trabajo investigativo, se realizó una jornada para poder recolectar las muestras de los puntos ya establecidos en la comunidad Huerta Huaraya, que está ubicado en el departamento de Puno y provincia del mismo. La primera etapa a realizarse fue ubicar los pozos con la ayuda de un GPS y determinar las coordenadas de cada punto, ya ubicado cada punto a muestrear se codificó cada uno de ellos, registrándose en una ficha de observación y georreferenciación de cada pozo artesanal. Las labores que se hicieron con respecto a la toma de muestras y todo el proceso hasta llegar al laboratorio especializado se hizo siguiendo las técnicas que se dictaron según la resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, para garantizar la seguridad y solidez de la información que se llegue a obtener.

En cada uno de los puntos que se escogió para hacer el muestreo físico, químicos y también de los parámetros microbiológicos que se relacionan con el agua de los pozos analizados. En los parámetros físicos se consideraron como ya antes se mencionó la temperatura de cada pozo, la conductividad eléctrica que depende de cuanta cantidad pueda tener de sales, minerales e iones que estén disueltos y la transparencia de este líquido. Por otro lado, en cuanto a los parámetros de aspecto químicos se incluyen el pH, las sales compuestas por azufre y oxígeno que son los sulfatos, también los compuestos que se originan del nitrógeno y por supuesto también la dureza total. Por último, el parámetro microbiológico que se entiende son las coliformes totales. Todas las mediciones que se hicieron tanto en campo como las que se realizaron en laboratorio se

efectuaron por metodología normalizada y equipos estériles y calibrados para garantizar la precisión en los resultados obtenidos.

Toda la información que se pudo obtener durante el proceso realizado, se registró en fichas de campo y laboratorio, posterior a ello se registró en cuadros y tablas. En el proceso se utilizó herramientas estadísticas descriptivas para poder interpretar los datos obtenidos de cada punto muestreado. Finalmente, todos los datos que se obtuvieron en el proceso se contrastaron con los ECA para Agua (MINAM) y La norma vigente es el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM, para así poder determinar si el agua de cada pozo es buena para el consumo de los pobladores.

3.4.2. EQUIPOS Y MATERIALES

- Ficha de Observación y georreferenciación de pozos artesanales.
- Rótulos para las muestras.
- Tabla de apuntes
- Cubre bocas
- Guantes de látex.
- Casco y mandil.
- Zapatos de seguridad.
- Envases esterilizados.
- Lapicero y rotulador indeleble.
- Cooler para las muestras.
- GPS.
- Cámara fotográfica.

3.4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables que se identificaron en cada punto de muestreo de los pozos artesanales destinados a consumo humano de la comunidad de huerta Huaraya, Puno 2026 son:

- Parámetros físicos (pH, Sulfatos, Nitratos, Cloruros y Dureza total)
- Parámetros químicos (Conductividad, Temperatura, Sólidos totales disueltos y Turbidez)

- Parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales)

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS QUÍMICOS, FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS POZOS ARTESANALES DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA, PUNO 2026 SEGÚN LOS ECA PARA AGUA (MINAM) Y LA NORMA VIGENTE ES EL DECRETO SUPREMO N.º 004-2017-MINAM.

4.1.1. ANÁLISIS DEL PRIMER POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.

Ficha de observación y georreferenciación del primer pozo artesanal

Tabla 01: Ficha del pozo 01 (georreferenciación)

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

Título: análisis de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

Nº	Variable evaluada	Información registrada	
1	Código del pozo	PHH - 01	
2	Fecha de registro	06/05/2026	
3	Comunidad	Huerta Huaraya	
4	Coordenadas GPS	15°47'56.78"S	70°01'25.31"W
5	Altitud (msnm)	3901.3	
6	Tipo de pozo	Artesanal	
7	Uso de agua	Consumo Humano	

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

8	Presencia de residuos cerca	SI/NO	No
9	Cercanía de letrinas	SI/NO	No
10	Cercanía de cultivos	SI/NO	Si
11	Presencia de animales	SI/NO	Si
12	Color del agua		Incoloro
13	Olor del agua		Inoloro

Resultados del laboratorio del primer pozo de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Tabla 02: Ficha del pozo 01 (laboratorio)

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos artesanales

Título: Análisis de la calidad del agua en pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

N°	Parámetros físicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINA M)		Interpretación
				Muestra 01	
1	Conductividad	μS/cm	1500	60.12	Apto
2	Temperatura	°C		9.8	Apta
3	sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	≤ 1000 mg/L	36.66	Apta
4	Parámetros químicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004	Muestra 01	Interpretación

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos

artesanales

-2017-MINA

M)

5	pH		6.5 – 8.5	5.76	No Apta
6	Sulfatos	mg/L	≤ 250 mg/L	6.40	Apta
7	Cloruros	mg/L	≤ 250 mg/L	43.99	Apta
8	Dureza total	mg/L CaCO ₃	≤ 500 mg/L como CaCO ₃	36.00	Apta

ECA (D.S.

N.° 004

9	Parámetros biológicos	Unidad	N.° 004 -2017-MINA	Muestra 01	Interpretación
			M)		
10	Coliformes totales	NMP/100 mL	50 NMP/100 mL	<3	Apta
11	Coliformes fecales	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	<1	Apta

4.1.2. ANÁLISIS DEL SEGUNDO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.

Ficha de observación y georreferenciación del segundo pozo artesanal

Tabla 03: Ficha del pozo 02 (georreferenciación)

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales			
Título: Análisis de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026			
Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme			
N°	Variable evaluada	información registrada	
1	Código del pozo	PHH - 02	
2	Fecha de registro	06/05/2026	
3	Comunidad	Huerta Huaraya	
4	Coordenadas GPS	15°47'34.23"S	70°01'12.93"W
5	Altitud (msnm)	3823.99	
6	Tipo de pozo	Artesanal	
7	Uso de agua	Consumo Humano	
8	Presencia de residuos cerca SI/NO	Si	
9	Cercanía de letrinas SÍ/NO	Si	
10	Cercanía de cultivos SI/NO	Si	
11	Presencia de animales SI/NO	Si	
12	Color del agua	Incoloro	
13	Olor del agua	Inoloro	

**Resultados del laboratorio del segundo pozo de la comunidad Huerta Huaraya,
Puno 2026**

Tabla 04: Ficha del pozo 02 (laboratorio)

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos artesanales					
Título: Análisis de la calidad del agua en pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026					
Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme					
N°	Parámetros físicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004		Interpretación
			Muestra 02		
			-2017-MINAM)		
1	Conductividad	μS/cm	1500	794.50	Apto
2	Temperatura	°C		9.6	Apto
3	sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	ECA (D.S. N.° 004		Interpretación
			Muestra 02		
			-2017-MINAM)		
			≤ 1000 mg/L	484.45	Apto
4	Parámetros químicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004		Interpretación
			Muestra 02		
			-2017-MINAM)		
5	pH		6.5 – 8.5	6.90	Apto
6	Sulfatos	mg/L	≤ 250 mg/L	24.80	Apto
7	Cloruros	mg/L	≤ 250 mg/L	93.97	Apto
8	Dureza total	mg/L CaCO ₃	ECA (D.S. N.° 004		Interpretación
			Muestra 02		
			-2017-MINAM)		
			≤ 500 mg/L como CaCO ₃	380.00	Apto
9	Parámetros biológicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004		Interpretación
			Muestra 02		
			-2017-MINAM)		

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos

artesanales

10	Coliformes totales	NMP/100 mL	50 NMP/100 mL	<1	Apto
11	Coliformes fecales	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	<1	Apto

4.1.3. ANÁLISIS DEL TERCER POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.

Ficha de observación y georreferenciación del tercer pozo artesanal

Tabla 05: Ficha del pozo 03 (georreferenciación)

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

Título: Análisis de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

N°	Variable evaluada	información registrada
1	Código del pozo	PHH - 03
2	Fecha de registro	06/05/2026
3	Comunidad	Huerta Huaraya
4	Coordenadas GPS	15°47'57.68"S 70°01'11.68"W
5	Altitud (msnm)	3846.44
6	Tipo de pozo	Artesanal
7	Uso de agua	Consumo Humano
8	Presencia de residuos cerca SI/NO	No
9	Cercanía de letrinas SÍ/NO	No
10	Cercanía de cultivos SI/NO	Si
11	Presencia de animales SI/NO	Si

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

12	Color del agua	Incoloro
13	Olor del agua	Inoloro

Resultados del laboratorio del tercer pozo de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Tabla 06: Ficha del pozo 03 (laboratorio)

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos artesanales

Título: Análisis de la calidad del agua en pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

N°	Parámetros físicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)		Interpretación
				Muestra 03	
1	Conductividad	μS/cm	1500	227.30	Apto
2	Temperatura	°C		9.9	Apto
3	sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	≤ 1000 mg/L	138.60	Apto
4	Parámetros químicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)		Interpretación
				Muestra 03	
5	pH		6.5 – 8.5	6.16	No apto
6	Sulfatos	mg/L	≤ 250 mg/L	7.60	Apto
7	Cloruros	mg/L	≤ 250 mg/L	95.97	Apto

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos

artesanales

8	Dureza total	mg/L CaCO ₃	≤ 500 mg/L como CaCO ₃	116.00	Apto
9	Parámetros biológicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)	Muestra 03	Interpretación
10	Coliformes totales	NMP/100 mL	50 NMP/100 mL	<1	Apto
11	Coliformes fecales	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	<1	Apto

4.1.4. ANÁLISIS DEL CUARTO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.

Ficha de observación y georreferenciación del cuarto pozo artesanal

Tabla 07: Ficha del pozo 04 (georreferenciación)

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

Título: Análisis de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo

humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

N°	Variable evaluada	información registrada	
1	Código del pozo	PHH - 04	
2	Fecha de registro	06/05/2026	
3	Comunidad	Huerta Huaraya	
4	Coordenadas GPS	15°47'53.45"S	70°01'09.64"W
5	Altitud (msnm)	3829.43	
6	Tipo de pozo	Artesanal	

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales

7	Uso de agua	Consumo Humano
8	Presencia de residuos cerca SI/NO	No
9	Cercanía de letrinas SÍ/NO	No
10	Cercanía de cultivos SI/NO	Si
11	Presencia de animales SI/NO	Si
12	Color del agua	Incoloro
13	Olor del agua	Inoloro

Resultados del laboratorio del cuarto pozo de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Tabla 08: Ficha del pozo 04 (laboratorio)

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos artesanales

Título: Análisis de la calidad del agua en pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026

Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme

N°	Parámetros físicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)		Interpretación
			Muestra 04		
1	Conductividad	μS/cm	1500	959.40	Apto
2	Temperatura	°C		9.9	Apto
3	sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	≤ 1000 mg/L	585.00	Apto

**Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos
artesanales**

ECA (D.S. N.º					
4	Parámetros químicos	Unidad	004 -2017-MINAM)	Muestra 04	Interpretación
5	pH		6.5 – 8.5	7.09	Apto
6	Sulfatos	mg/L	≤ 250 mg/L	46.40	Apto
7	Cloruros	mg/L	≤ 250 mg/L	199.94	Apto
8	Dureza total	mg/L CaCO ₃	≤ 500 mg/L como CaCO ₃	308.00	Apto
ECA (D.S. N.º					
9	Parámetros biológicos	Unidad	004 -2017-MINAM)	Muestra 04	Interpretación
10	Coliformes totales	NMP/100 mL	50 NMP/100 mL	<3	Apto
11	Coliformes fecales	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	<1	Apto

4.1.5 ANÁLISIS DEL QUINTO POZO ARTESANAL DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA.

Ficha de observación y georreferenciación del quinto pozo artesanal

Tabla 09: Ficha del pozo 05 (georreferenciación)

Ficha N° 1: Observación y georreferenciación de pozos artesanales			
Título: Análisis de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026			
Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme			
N°	Variable evaluada	información registrada	
1	Código del pozo	PHH - 05	
2	Fecha de registro	06/05/2026	
3	Comunidad	Huerta Huaraya	
4	Coordenadas GPS	15°47'52.99"S	70°01'04.44"W
5	Altitud (msnm)	3828.1	
6	Tipo de pozo	Artesanal	
7	Uso de agua	Consumo Humano	
8	Presencia de residuos cerca SI/NO	No	
9	Cercanía de letrinas SÍ/NO	Si	
10	Cercanía de cultivos SI/NO	Si	
11	Presencia de animales SI/NO	Si	
12	Color del agua	Incoloro	
13	Olor del agua	Inoloro	

**Resultados del laboratorio del quinto pozo de la comunidad Huerta Huaraya, Puno
2026**

Tabla 10: Ficha del pozo 05 (laboratorio)

Ficha N° 2: Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de pozos artesanales					
Título: Análisis de la calidad del agua en pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026					
Responsable: Wolfgang Bruno Roel Pineda Layme					
N°	Parámetros físicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)		Interpretación
				Muestra 05	
1	Conductividad	μS/cm	1500	1250	Apto
2	Temperatura	°C		9.8	Apto
3	sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	≤ 1000 mg/L	762.20	Apto
4	Parámetros químicos	Unidad	ECA (D.S. N.° 004 -2017-MINAM)		Interpretación
				Muestra 05	
5	pH		6.5 – 8.5	6.95	Apto
6	Sulfatos	mg/L	≤ 250 mg/L	61	Apto
7	Cloruros	mg/L	≤ 250 mg/L	46.60	Apto
8	Dureza total	mg/L CaCO ₃	≤ 500 mg/L como CaCO ₃	516	No apto

		ECA (D.S. N.º		
		004		
9	Parámetros biológicos	Unidad	Muestra 05	Interpretación
			-2017-MINAM	
)	
10	Coliformes totales	NMP/100 mL	50 NMP/100 mL	<1 Apto
11	Coliformes fecales	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	<1 Apto

4.2 GRÁFICOS DE CADA PARÁMETRO OBTENIDO EN LABORATORIO Y COMPARADOS CON LOS ECAS PARA AGUA (MINAM) Y LA NORMA VIGENTE ES EL DECRETO SUPREMO N.º 004-2017-MINAM.

4.2.1. PARÁMETROS QUÍMICOS.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

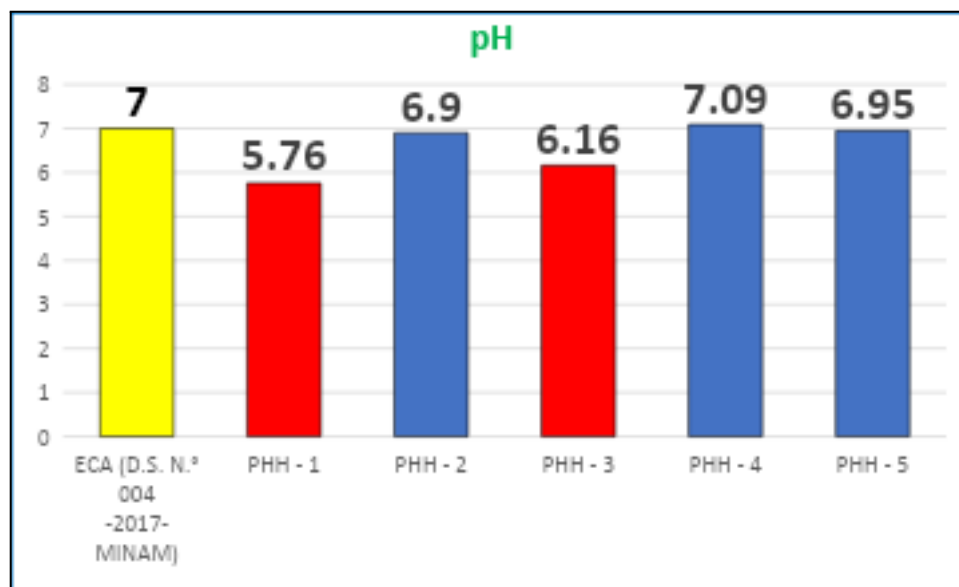


Figura 02: pH de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

Los ECAs que se establecen en Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM para poder medir si el recurso natural agua se encuentra dentro del rango aceptable respecto al pH, nos

indica que tiene que estar entre 6.5 y 8.5. Los pozos PHH – 1 y PHH – 2 están por debajo de lo permitido por lo cual no son aptos para el consumo humano.

SULFATOS

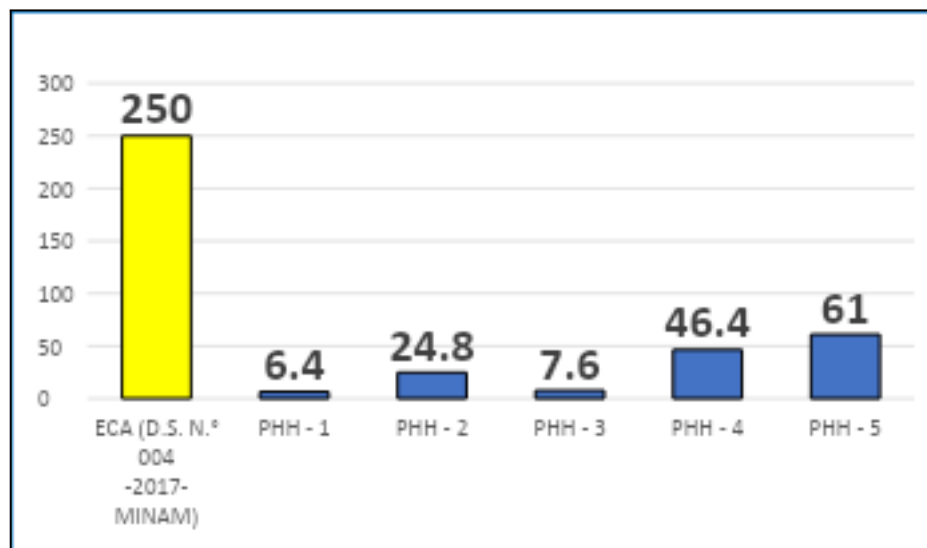


Figura 03: Sulfatos de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

La norma indica que la concentración de sulfatos en el agua debe de ser ≤ 250 mg/L, por lo cual la concentración en los cinco puntos de muestreo fue bajas. Los sulfatos que se encontraron en cada punto al ser menores no representan riesgo para las personas y tampoco afecta al agua en lo que se refiere al aspecto organoléptico.

CLOURUROS

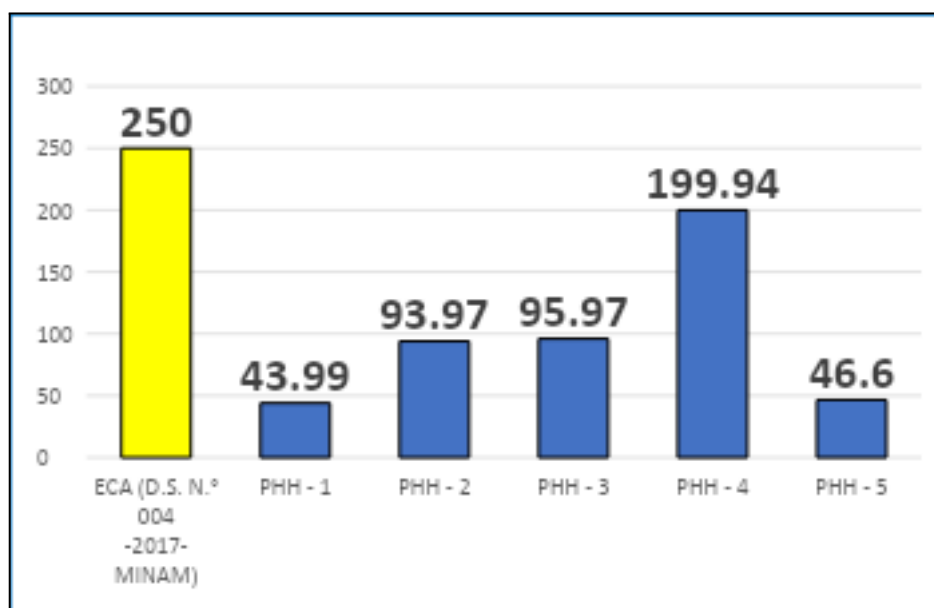


Figura 04: Cloruros de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

Con respecto a los cloruros la normativa informa que el agua debe de estar a ≤ 250 mg/L, los resultados de todos los pozos muestreados ninguno supera estos márgenes, el pozo con menor concentración de cloruros es el PHH – 1 con 43.99 mg/L y el pozo con mayor concentración es el PHH – 4 con 199.94 que igual no supera lo establecido, por lo tanto, todos los pozos son aptos con respecto a los cloruros.

DUREZA TOTAL

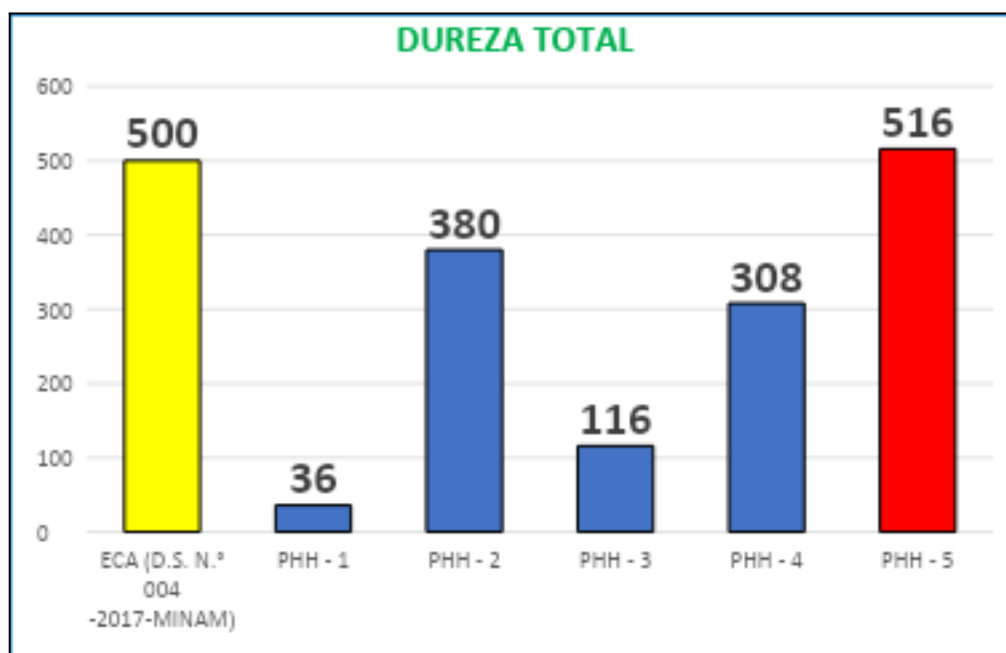


Figura 05: Dureza total de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

En lo que se refiere a la dureza total la norma vigente da a conocer que el agua con respecto a este parámetro no debe de ser ≤ 500 mg/L como CaCO_3 . De los cinco puntos que se llegaron a hacer la muestra cuatro están dentro del rango recomendado, pero la última muestra que es el pozo artesanal PHH – 5 supera ligeramente los límites establecidos con 516.00 mg/L. Por lo tanto, no se encuentra apto para su consumo con respecto a este parámetro.

4.2.2. PARÁMETROS FÍSICOS

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

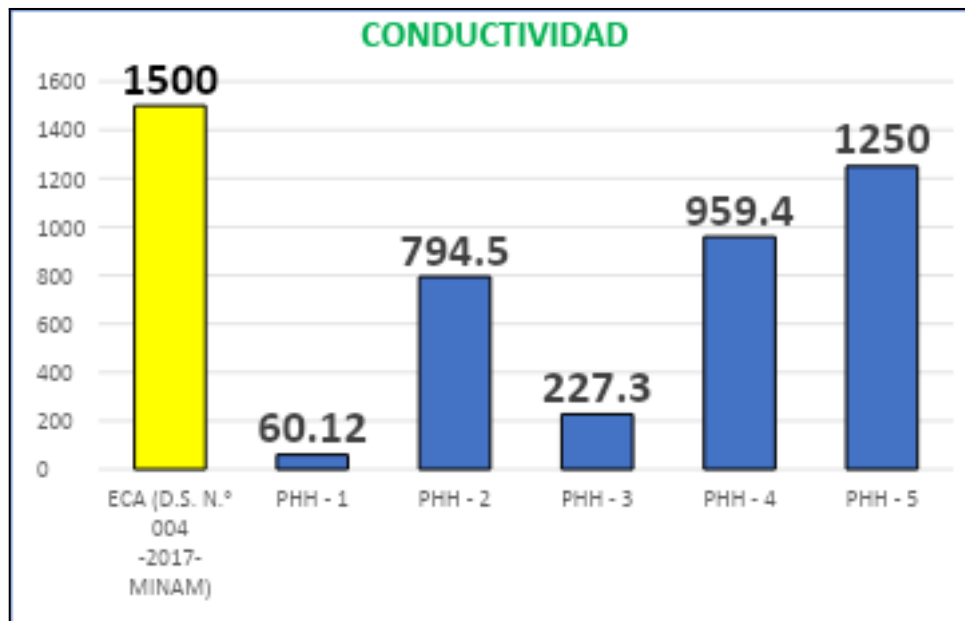


Figura 06: Conductividad eléctrica de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

En lo que concierne a la conductividad eléctrica el cual mide la cantidad de sales, minerales y también los iones que se puede permitir en el agua, la norma señala que en cuanto a este parámetro no debe de superar el 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la figura se puede observar que ninguno de los pozos muestreados en la comunidad de Huerta Huaraya supera lo permitido, ya que el punto más bajo está en el pozo PHH – 1 que tiene 60.12 y el más alto está en el pozo PHH – 5 con 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

TEMPERATURA

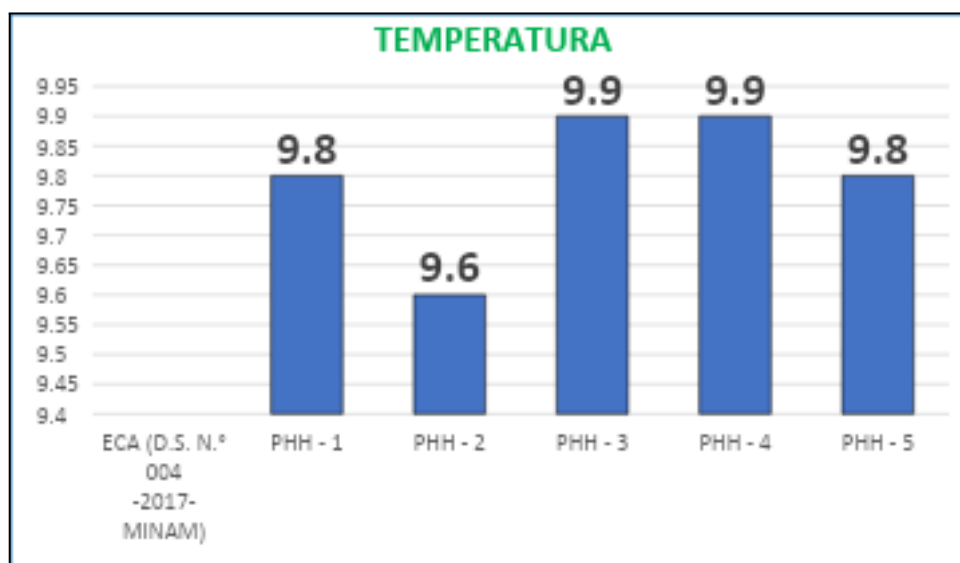


Figura 07: Temperatura de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

En lo que respecta a la temperatura el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM da a conocer que no hay como tal un tope o límite que sea fijo para este parámetro, en zonas que se consideran alto andinas como es el caso de la comunidad Huerta Huaraya que se encuentra en Puno, la temperatura puede estar en el rango de 9°C a 15°C dependiendo de la temporada. En este caso el promedio de los cinco pozos está en 9.8°C siendo normal y aceptable.

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

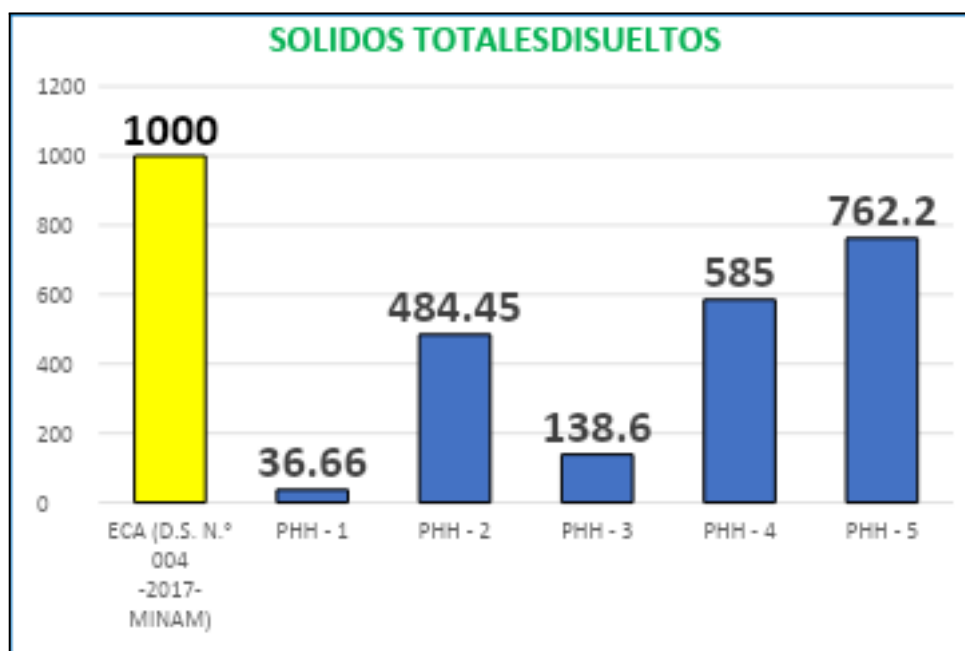


Figura 08: Sólidos totales disueltos de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

En cuanto a los sólidos totales disueltos la norma ya antes mencionada indica que para que el agua sea aceptable para el consumo no debe de superar los 1000 mg/L. en este caso todos los pozos artesanales que se les hizo el muestreo correspondiente no superan este límite, dando como la muestra con valor más bajo el pozo PHH – 1 con un valor 36.66 mg/L y el valor más alto se encuentra en el pozo PHH – 5 con un valor de 762.2 mg/L.

4.2.3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

COLIFORMES TOTALES

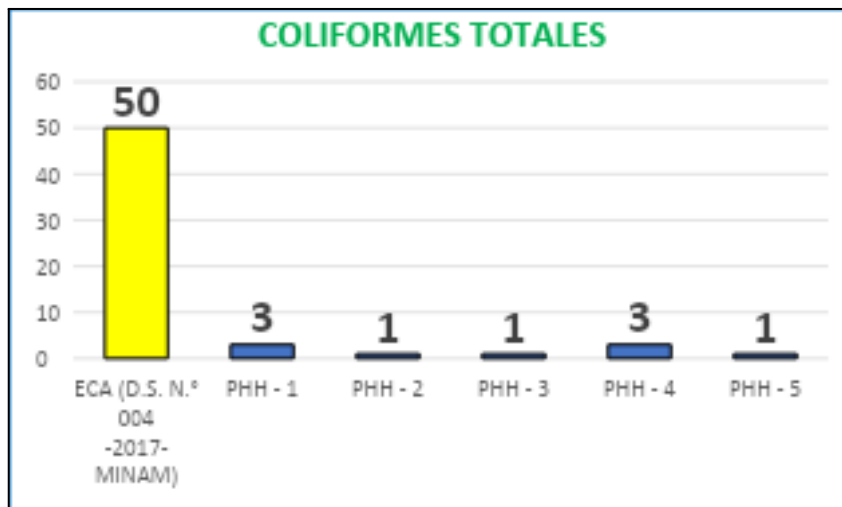


Figura 09: Coliformes totales de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

Para los coliformes totales la normativa expone que una fuente de agua como lo son los pozos artesanales de la comunidad Huerta Huaraya de Puno no debe de superar los 50 NMP/100 mL. Los cinco pozos a los cuales se les hizo el muestreo arrojaron resultados bajos en los pozos PHH – 1 y PHH – 4 dieron como resultados < 3 y en los pozos PHH – 2, PHH – 3 y PHH – 5 dieron resultados de < 1, por lo que ninguno de ellos supera el límite permitido

COLIFORMES FECALES

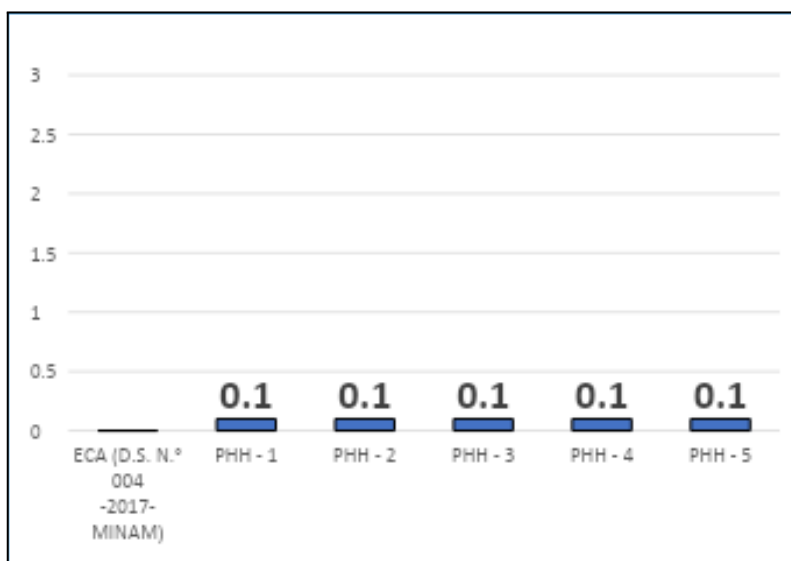


Figura 10: Coliformes fecales de los pozos artesanales Huerta Huaraya, Puno 2026.

En cuanto a los resultados de los coliformes fecales dieron como resultado valores que son inferiores al límite de detección (<1 NMP/100 mL) en todos los puntos muestreados. Como resultado se puede interpretar la ausencia de contaminación fecal en los cinco pozos artesanales, por lo que los cinco puntos cumplen con el criterio que se establece en la normativa, el cual indica que debe de haber ausencia de coliformes fecales.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La valoración que se desarrolló en este estudio de Análisis de la calidad del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 mostró resultados que en gran parte de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se encuentran dentro de los límites que se establecen en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. Sin embargo, se detectaron que algunos indicadores químicos tuvieron variaciones, particularmente en el caso del pH y la dureza total. Estos resultados que se lograron hallar indican que, si bien el agua tiene una buena calidad en términos generales, hay diferencias entre los pozos evaluados.

Con respecto al objetivo específico de parámetros químicos, los pozos PHH – 1 y PHH – 3 tiene valores de pH que están por debajo del rango determinado por la norma vigente, mientras que en el pozo PHH – 5 la dureza total se excedió de lo permitido teniendo

como resultado 516mg/L. Estos resultados tienen una concordancia con el trabajo de investigación que desarrollaron Barriga Paria et al. (2022), que pudieron encontrar variaciones en aguas subterráneas con respecto a parámetros físicos y químicos, entre ellos está el pH, dando a conocer que el entorno geológico puede modificar las características químicas del agua subterránea. Del mismo modo Ccorimanya Cancho et al. (2025) dieron a conocer que unos cuantos parámetros fisicoquímicos superan los límites permitidos y que, al consumir el agua sin antes hacer un tratamiento, la población pone en riesgo la salud de estos mismos.

En relación a los parámetros físicos, el 100% de los valores que se analizaron están dentro de los límites que se establecen en la norma actual. La conductividad eléctrica y también los sólidos totales disueltos tuvieron una variación en los distintos puntos muestreados, teniendo la mayor concentración registrada en el pozo PHH – 5, pero estando dentro del margen requerido por la normativa, estos resultados se pueden asociar a que en el acuífero evaluado hay una mayor concentración de sales minerales. Estos resultados son comparables a los que obtuvieron en su trabajo de investigación Gonzales Saenz et al. (2023) sobre evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú, quienes reportaron que respecto a parámetros físicos del abastecimiento de agua rural en Huancavelica son aceptables para el consumo humano. De la misma forma Melo Camaraza et al. (2024) en su trabajo de evaluación de la calidad del agua para uso industrial y consumo social en la industria azucarera, hallaron parámetros fisicoquímicos que están dentro del rango adecuado para su uso. Mostrando que estos parámetros suelen mantener una buena calidad cuando no existen fuentes grandes de contaminación.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, los resultados producto de esta investigación dieron la ausencia de contaminantes significativos en cuanto a coliformes totales y coliformes fecales con resultados inferiores a < 3 NMP/100 mL y < 1 NMP/100 mL. Este resultado difiere con lo que Ramos-Parra y Pinilla-Roncancio (2020), quienes encontraron

que el agua de abastecimiento rural en Colombia tenía presencia de *Escherichia coli*, quienes lo atribuyeron a infraestructuras deficientes. Así también Navarro-Ramírez et al. (2024), en su trabajo de investigación evaluación de la calidad del agua envasada para consumo humano en la ciudad de Villavicencio (Colombia), identificaron contaminación microbiológica en el 33 % de sus muestras. Así mismo Gonzales Saenz et al. (2023) en su investigación hallaron presencia de contaminación microbiológica a pesar de que los parámetros fisicoquímicos estaban dentro del rango aceptable.

Por último, los resultados que se obtuvieron dan a conocer que la hipótesis general que se planteó no se llega a cumplir en su totalidad, debido a que dos de los cinco pozos artesanales cumplen con todos los parámetros establecidos en la norma vigente del Perú. Por otro lado, la presencia de pH fuera del rango en dos de los pozos y la dureza total en un pozo resalta la necesidad de implementar una medida correctiva para llegar al cumplimiento de los límites permitidos, e implementar un monitoreo periódico en la comunidad Huerta Huaraya.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se analizó y determinó la calidad del agua de los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026, por medio de análisis químico, físico y microbiológico comparados con los ECA para agua (MINAM) que se establecen en el decreto supremo n.º 004-2017-MINAM. Los resultados mostraron que los pozos PHH – 2 y PHH – 4 cumplen en su totalidad de los parámetros y son aptos para su consumo y el los pozos PHH – 1, PHH – 3 y PHH – 5 no cumplen en algunos parámetros químicos por lo que necesita medidas correctivas y monitoreo constante.

SEGUNDA: Se analizó y determinó los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026, donde se encontró que el pH de los pozos PHH-1 (5,76) y PHH-3 (6,16) no están en el rango establecido por la normativa vigente. Así también, el pozo PHH-5 presentó una dureza total de 516 mg/L, que es superior al límite permitido. El resto de parámetros químicos analizados están dentro de los valores establecidos por la normativa.

TERCERA: Se analizó y determinaron los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026, donde los resultados que se obtuvieron de los cinco pozos artesanales con sus respectivos códigos PHH – 1, PHH – 2, PHH – 3, PHH – 4 y PHH – 5, cumplen en su totalidad con los criterios que se establecen en la normativa de calidad para agua, destinada al consumo humano.

CUARTA: Se analizó y determinó los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026, donde los resultados obtenidos si cumplen con los estándares establecidos para el

agua destinada al consumo humano, los resultados para coliformes totales son inferiores a <3 y <1 NMP/100 mL y de coliformes fecales inferiores a <1 NMP/100 mL en todos los pozos evaluados. Esto indica que todos los pozos no tienen contaminantes detectados y son aptos para su consumo.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A las autoridades de la comunidad y la junta directiva de cada sector de la comunidad Huerta Huaraya deben de organizarse para realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua destinada al consumo humano, teniendo en cuenta los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se tienen en la normativa peruana vigente, con la finalidad de garantizar la salud de la población y sobre todo de los niños y adultos mayores.

SEGUNDA: A las instituciones competentes, con respecto a los parámetros químicos, se debe de implementar tratamientos adecuados a los pozos que sobrepasen los límites permitidos, para llegar a estar dentro del margen que se establece en la normativa vigente. Del mismo modo se debe de analizar semestralmente cada pozo, para ver si hay variaciones de los parámetros y así prevenir riesgos al consumo de los pobladores.

TERCERA: A las instituciones competentes, con respecto a los parámetros físicos se debe de hacer un control más constante ya que los parámetros como la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos en algunos pozos están cerca de llegar al límite permitido en la norma vigente y pueden llegar a afectar la calidad del agua. Así también proteger las zonas cercanas a los pozos y evitar actividades que pongan en peligro y eleven las sales disueltas en el agua subterránea.

CUARTA: A las instituciones competentes, con respecto a los parámetros microbiológicos se debe de mantener las condiciones sanitarias de los pozos, ya que los resultados obtenidos indican que no hay contaminantes. Del mismo modo realizar jornadas de limpieza en los pozos y sus alrededores para así prevenir contaminaciones microbiológicas en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O., & Tetteh, G. K. (2024). Unveiling the effect of income inequality on safe drinking water, sanitation and hygiene (WASH): Does financial inclusion matter? *World Development*, 178, 106573. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106573>
- Alfaro-Sandí, J., Piedra-Marín, G., Saravia-Arguedas, A. Y., Piedra-Castro, L., Alfaro-Sandí, J., Piedra-Marín, G., Saravia-Arguedas, A. Y., & Piedra-Castro, L. (2021). Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua de mar en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 88-95. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4985>
- Barriga Paria, C. J., Figueroa Condori, E. F., Chavez Quispe, B. J., Flores Arias, J. M., Flores Bautista, G. S., Mamani, E. E., Cabana Bautista, I. A., Quispe Quispe, R. F., Barriga Paria, C. J., Figueroa Condori, E. F., Chavez Quispe, B. J., Flores Arias, J. M., Flores Bautista, G. S., Mamani, E. E., Cabana Bautista, I. A., & Quispe Quispe, R. F. (2022). Calidad de aguas superficiales y subterráneas en la zona de influencia de una cantera de yeso en el Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(2), 101-116. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i2.383>
- Cadme-Arévalo, M. L., Cedeño-Moreira, A. V., Arreaga-Cadme, T. S., Geijo-López, A., García-Cadme, R. L., Rojas-Uribe, L. S., Cadme-Arévalo, M. L., Cedeño-Moreira, A. V., Arreaga-Cadme, T. S., Geijo-López, A., García-Cadme, R. L., & Rojas-Uribe, L. S. (2025). Calidad del Agua Potable en las Zonas Rurales Periféricas del Cantón Quevedo, Ecuador. *Terra Latinoamericana*, 43. <https://doi.org/10.28940/terra.v43i.2106>
- Calcina-Benique, M. E., Calcina-Rondán, L. E., Huaraya-Chambi, F. R., Salas-Camargo, A. R., Tejada-Meza, K., Calcina-Benique, M. E., Calcina-Rondán, L. E., Huaraya-Chambi, F. R., Salas-Camargo, A. R., & Tejada-Meza, K. (2022). Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en

- suelos agrícolas en Desaguadero, Puno—Perú. *DYNA*, 89(221), 178-184.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v89n221.98319>
- Ccorimanya Cancho, E. H., Barrios Mendoza, T. O., Yallico Calmett, R. M., Paitán Cahua, A. W., Hernández Maytahuari, P. D. R., Ccorimanya Cancho, E. H., Barrios Mendoza, T. O., Yallico Calmett, R. M., Paitán Cahua, A. W., & Hernández Maytahuari, P. D. R. (2025). Calidad del agua subterránea y riesgo sanitario en el Centro Poblado Santiago, Ica, Perú. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 9(26), 752-765.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.379>
- Celi, K. F. D., Tahua, P. L. G., Carranza, M. M. H., & Rojas, Y. M. M. (2025). Suministro de Agua Potable y su Vinculo con los Riesgos para la Salud 2024. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 2725-2740.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17086
- Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., Soto-Paz, J., Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., & Soto-Paz, J. (2021a). Agua subterránea: Tendencias y desarrollo científico. *Información tecnológica*, 32(1), 47-56.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>
- Cervantes Rivera, R., Frisancho De Martinez, R. A. M., Almonte Mamani, A., Vera Medina, E. A., Ticona Lecaros, L. F., Cervantes Rivera, R., Frisancho De Martinez, R. A. M., Almonte Mamani, A., Vera Medina, E. A., & Ticona Lecaros, L. F. (2025). Evolución histórica de la ingeniería sanitaria y su impacto en la reducción de la mortalidad infantil. *Revista Athenea*, 6(22), 90-108.
<https://doi.org/10.47460/athenea.v6i22.118>
- Chero-Pacheco, V. (2024). Población y muestra. *International journal of interdisciplinary dentistry*, 17(2), 66-66. <https://doi.org/10.4067/s2452-55882024000200066>
- Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C. A., Solano-Reynoso, A. M., Ramos-Pacheco, B. S., Quispe-Quispe, Y., Choque-Quispe, Y., Kari-Ferro, A., Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C. A., Solano-Reynoso, A. M., Ramos-Pacheco, B. S.,

- Quispe-Quispe, Y., Choque-Quispe, Y., & Kari-Ferro, A. (2021). Índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(1), 37-73.
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-01-02>
- Coello-Cabezas, J. R., Jiménez-Gutiérrez, M. Y., Serrano-Castillo, B. J., Herrera-Morales, G. C., Coello-Cabezas, J. R., Jiménez-Gutiérrez, M. Y., Serrano-Castillo, B. J., & Herrera-Morales, G. C. (2023). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos de agua para uso agropecuario. *Agroecología Global. Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar*, 5(9), 4-20.
<https://doi.org/10.35381/a.g.v5i9.2509>
- Descovi Filho, L. L. V., & Laurent, F. (2026). Evaluation of the Vulnerability to Contamination of Groundwater in the Central Amazon, Santarém Region. *Acta Amazonica*, 56, e56gs24384.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1809-4392202403843>
- García-Peña, A., Rimaycuna, J., Herrera, E., Bermejo, L., Cruz, G., García-Peña, A., Rimaycuna, J., Herrera, E., Bermejo, L., & Cruz, G. (2022). Correlación entre la concentración de metales pesados en el agua de consumo y la concentración de los mismos del agua superficial del río Tumbes, Perú. *Manglar*, 19(2), 137-142.
<https://doi.org/10.17268/manglar.2022.017>
- Gaspar-Santos, M. E., Suárez-Véliz, M. F., Merino-Velásquez, J., Gaspar-Santos, M. E., Suárez-Véliz, M. F., & Merino-Velásquez, J. (2024). Desarrollo sostenible y el derecho al agua: Una perspectiva global. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Criminalísticas*, 9(17), 35-49.
<https://doi.org/10.35381/racji.v9i17.3930>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., Meseguer Pallares, R., Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023a). 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>
- González-Ponce, H. A., Bonilla-Petriciolet, A., González-Ponce, H. A., & Bonilla-Petriciolet, A. (2025). Contaminantes presentes en agua y su potencial impacto en la salud. *Epistemos (Sonora)*, 19(38). <https://doi.org/10.36790/epistemos.v19i38.407>
- Guerrero-Padilla, A. M., Cabrera-Carranza, C. F., Guerrero-Padilla, A. M., & Cabrera-Carranza, C. F. (2021). Calidad de agua de uso agrícola en la cuenca media del río Jequetepeque, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(5), 304-349. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-05-07>
- Huerta Fernández, P., Alegre Orihuela, J., Loli Figueroa, O., Huerta Fernández, A., Vásquez Arce, V., Carranza Elguera, V., Argomedo Arteaga, B., Urcia Cruz, M., Valderrama Fernández, P., Huerta Fernández, P., Alegre Orihuela, J., Loli Figueroa, O., Huerta Fernández, A., Vásquez Arce, V., Carranza Elguera, V., Argomedo Arteaga, B., Urcia Cruz, M., & Valderrama Fernández, P. (2023). Concentración de nitratos y sulfatos en el agua de escorrentía superficial. *Idesia (Arica)*, 41(3), 87-93. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292023000300087>
- Li, J., Tian, L., Wang, Y., Jin, S., Li, T., & Hou, X. (2021). Optimal sampling strategy of water quality monitoring at high dynamic lakes: A remote sensing and spatial simulated annealing integrated approach. *Science of The Total Environment*, 777, 146113. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146113>
- Lora-Ariza, B., Piña, A., & Donado, L. D. (2024). Assessment of groundwater quality for human consumption and its health risks in the Middle Magdalena Valley, Colombia. *Scientific Reports*, 14(1), 11346. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61259-0>
- Mejía Pineda, N. G., Murillo Álvarez, M., Mejía Pineda, N. G., & Murillo Álvarez, M. (2025). Identificación de zonas potenciales de recarga de agua subterránea en el acuífero Siguatepeque, Honduras, mediante evaluación multicriterio. *Boletín de la*

- Sociedad Geológica Mexicana*, 77(1).
<https://doi.org/10.18268/bsgm2025v77n1a260624>
- Melo Camaraza, B., Guerra Hernández, G., Brown Manrique, O., Martínez Montero, M. E., Melo Martínez, J. L., Melo Camaraza, B., Guerra Hernández, G., Brown Manrique, O., Martínez Montero, M. E., & Melo Martínez, J. L. (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_abstract&pid=S2223-48612024000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Navarro-Ramírez, M. Á., Ramírez-Niño, M. Á., Villalba-Rey, D., Barbosa-Méndez, M. A., Saavedra-Rodríguez, L. I., Navarro-Ramírez, M. Á., Ramírez-Niño, M. Á., Villalba-Rey, D., Barbosa-Méndez, M. A., & Saavedra-Rodríguez, L. I. (2024). Evaluación de la calidad del agua envasada para consumo humano en la ciudad de Villavicencio (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 27(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2234>
- Ortega-Ramírez, A. T., Marín-Maldonado, D. F., & Ochoa-Rodríguez, E. D. (2022). Diseño de un modelo numérico para la selección de pozos aptos a control de producción de agua. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 23(1).
<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2022.23.1.006>
- Pahlevan, N., Smith, B., Alikas, K., Anstee, J., Barbosa, C., Binding, C., Bresciani, M., Cremella, B., Giardino, C., Gurlin, D., Fernandez, V., Jamet, C., Kangro, K., Lehmann, M. K., Loisel, H., Matsushita, B., Hà, N., Olmanson, L., Potvin, G., ... Ruiz-Verdù, A. (2022). Simultaneous retrieval of selected optical water quality indicators from Landsat-8, Sentinel-2, and Sentinel-3. *Remote Sensing of Environment*, 270, 112860. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112860>
- Ramos-Parra, Y. J., & Pinilla-Roncancio, M. V. (2020). Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia. Un análisis

- infraestructural. *Revista EIA*, 17(34), 219-233.
<https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1378>
- Ramos-Zaga, F. (2024). Desafíos de la gobernanza del agua en América Latina: Una perspectiva biopolítica. *Desde el Sur*, 16(3).
<https://doi.org/10.21142/des-1603-2024-0053>
- Rocha Echalar, D. S., Aquino Rocha, J. H., Cayo Chileno, N. G., Rocha Echalar, D. S., Aquino Rocha, J. H., & Cayo Chileno, N. G. (2023). Caracterización hidroquímica de aguas subterráneas dentro del área de cobertura del caudal Cajamarca, Bolivia. *Ingeniería*, 33(1), 1-21. <https://doi.org/10.15517/ri.v33il.50946>
- Salas-Ávila, D., Chaiña-Chura, F. F., Belizario-Quispe, G., Quispe-Mamani, E., Huanqui-Pérez, R., Velarde-Coaquira, E., Bernedo-Colca, F., Salas-Mercado, D., Hermoza-Gutiérrez, M., Salas-Ávila, D., Chaiña-Chura, F. F., Belizario-Quispe, G., Quispe-Mamani, E., Huanqui-Pérez, R., Velarde-Coaquira, E., Bernedo-Colca, F., Salas-Mercado, D., & Hermoza-Gutiérrez, M. (2021). Evaluación de metales pesados y comportamiento social asociados con la calidad del agua en el río Suches, Puno, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(6), 145-195.
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-06-04>
- Sánchez Molina, A. A. & Murillo Garza, A., (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: Cuantitativa, cualitativa y comparativa. *Debates por la historia*, 9(2), 147-181. <https://doi.org/10.54167/debates-por-la-historia.v9i2.792>
- Zapana, L., March, H., Sauri, D., Zapana, L., March, H., & Sauri, D. (2021). Las desigualdades en el acceso al agua en ciudades latinoamericanas de rápido crecimiento: El caso de Arequipa, Perú. *Revista de geografía Norte Grande*, (80), 369-389. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000300369>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Análisis de la calidad del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026


Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	dimensiones	indicadores	Metodología
General: ¿Cuál es la calidad del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya Puno 2026?	General: Determinar la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026	General: La condición de la calidad del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no son aptas para este propósito		Parámetros químicos	1.- pH 2.- Sulfatos 3.- Cloruros 4.- Dureza total	<p>Tipo de investigación: La investigación que se llevó a cabo fue de carácter descriptivo, ya que las muestras de agua se recolectaron directamente de los pozos, sin ningún tipo de alteración por parte del investigador. Estas muestras mostraran las condiciones actuales en las que se hallan, siendo un reflejo representativo de la calidad del agua en ese momento.</p>
Específicos: ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?	Específicos: Determinar los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026	Específicos: Los parámetros químicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente	Calidad de agua	Parámetros físicos	1.- Conductividad 2.- Temperatura 3.- Sólidos totales disueltos	
Específicos: ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?	Específicos: Determinar los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026	Específicos: Los parámetros físicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente		Parámetros microbiológicos	1.- Coliformes totales 2.- Coliformes fecales	
Específicos: ¿Cuáles son los valores de los parámetros microbiológicos del agua en los pozos destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026?	Específicos: Determinar los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026	Específicos: Los parámetros microbiológicos del agua en los pozos artesanales destinados al consumo humano de la comunidad Huerta Huaraya, Puno 2026 no cumplen con la norma vigente				

Anexo 02: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.


Categoría 1: Poblacional y Recreacional				
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urano	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₂)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromobromo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodibromometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos,	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴

Anexo 03: Certificado de análisis en laboratorio especializado



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD "LCC"



Nº 000637
ORIGINAL

Certificado de Análisis

ASUNTO: ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUA DE POZO ARTESANAL.

SOLICITANTE : WOLFGANG BRUNO ROEL PINEDA LAYME
PROCEDENCIA : COMUNIDAD HUERTA HUARAYA
PROYECTO DE TESIS : ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS ARTESANALES DESTINADOS AL COSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD HUERTA HUARAYA, PUNO 2026
 UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 08/06/2026, por el interesado
ANÁLISIS : 08/06/2026
COD. MUESTRA : B0009-000928

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ENSAYO ORGANOLEPTICO	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 4	POZO 5
COLOR	Incoloro	Incoloro	Incoloro	Incoloro	Incoloro
OLOR	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
ASPECTO	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

ANÁLISIS	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 4	POZO 5
pH	5.76	6.90	6.16	7.09	6.95
Temperatura °C	9.8	9.6	9.9	9.9	9.8
Conductividad Eléctrica µS/cm	60.12	794.50	227.30	959.40	1250.00
Dureza Total como CaCO ₃	36.00	380.00	116.00	308.00	516.00
Alcalinidad como CaCO ₃	8.46	33.84	8.46	16.92	39.80
Cloruros como Cl ⁻	43.99	93.97	95.97	199.94	46.60
Sulfatos como SO ₄	6.40	24.80	7.60	46.40	61.00
Calcio como Ca ⁺⁺	6.40	116.80	14.40	83.20	164.80
Magnesio como Mg ⁺⁺	4.86	21.39	19.44	24.31	28.28
Sólidos Totales Disueltos	36.66	484.45	138.60	585.00	762.20


ANÁLISIS MICROBIOLOGICO

ANÁLISIS	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 4	POZO 5
Coliformes Totales (NMP/100ml) a 35°C	< 3	< 1	< 1	< 3	< 1
Coliformes fecales (NMP/100ml) a 44,5°C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1


Los parámetros Físico-químico y Microbiológicos analizados en el Laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA y Normas Técnicas Establecidas de la OMS.

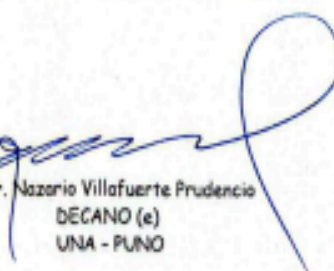
FECHA DE EMISION: Puno, C.U. 12 de junio del 2026.

VºBº



Ing. Oswaldo Arpasi Alca
C.P. 150625
Asesor de Laboratorio de Control de Calidad
S.U.C. - UNA - PUNO





Dr. Nazario Villafuerte Prudencio
DECANO (e)
UNA - PUNO

* El LCC-FIQ no garantiza la procedencia ni la buena práctica de toma de la muestra ya que el interesado ingresa la muestra directamente al laboratorio.

Ciudad Universitaria Av. Floral Nº 1153, RESPONSABLE DEL LCC - FIQ - Cel.: 944019993

Anexo 04: Panel Fotográfico



Figura 11: Toma de la muestra del primer pozo artesanal de Huerta Huaraya.



Figura 12: Toma de la muestra del segundo pozo artesanal de Huerta Huaraya.



Figura 13: Toma de la muestra del tercer pozo artesanal de Huerta Huaraya.



Figura 14: Toma de la muestra del cuarto pozo artesanal de Huerta Huaraya.



Figura 15: Toma de la muestra del quinto pozo artesanal de Huerta Huaraya.



Figura 16: Presidenta del sector 1 Huerta Huaraya



Figura 17: Muestra de los pozos con su respectivo rótulo.



Figura 18: Muestras ya recolectadas de los 5 pozos artesanales de Huerta Huaraya.



Figura 19: Muestras en el laboratorio de la UNA Puno.



Figura 20: Análisis de las muestras en laboratorio.