

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS
EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI -**

JULIACA, 2025

PRESENTADA POR:

PORFIRIO COSI CHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



11.37%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 26 AUG 2025, 8:00 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.79%

● CHANGED TEXT
9.58%

Report #28186907

PORFIRIO COSI CHURA // CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI

- JULIACA, 2025 RESUMEN El objetivo de la presente investigación fué determinar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, el tipo de investigación es descriptivo y diseño no experimental, la muestra estuvo constituida por 3 pozos. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados mostraron que la mayoría de parámetros cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N.º 031-2010-SA, excepto el pH en los puntos de muestreo 02 (8.94) y 03 (8.58), que superaron el rango permitido (6.5 - 8.5). en promedio, los valores de los parámetros analizados fueron: pH 8.62, conductividad eléctrica 830.3 $\mu\text{mho/cm}$, dureza total 170.8 mg CaCO_3/L , sólidos disueltos totales 545.6 mg/L, turbiedad 3.09 NTU, sulfatos 127.96 mg/L, cloruros 53.7 mg/L y hierro 0.01 mg/L resultados que muestran que la calidad fisicoquímica es aceptable y se encuentra dentro de norma, sólomente el pH incumple la norma haciendo que la ligera alcalinidad del agua podría influir en su sabor, corrosividad o interacción con la red de distribución. Los parámetros microbiológicos, en los tres puntos de muestreo arrojaron valores de coliformes totales elevados: 288, 850 y 168 UFC/100 ml, lo que representa un promedio de 435.3 UFC/100 ml, superando ampliamente

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

**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS
EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI -
JULIACA, 2025**

PRESENTADA POR:

PORFIRIO COSI CHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: ingeniería, Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 01 de septiembre del 2025.

DEDICATORIA

A mi padre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi madre, mi fuente de inspiración y sabiduría. Aunque ya no estés físicamente conmigo, tu espíritu y amor continúan guiándome en cada paso de este camino.

También dedico a mis hijas Flor Milagros y Massiel Sayuri quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, por haberme brindado una sólida formación profesional, cimentada en principios éticos y científicos, que hoy me permite aportar al desarrollo sostenible de mi región. Gracias por ser la base de mi crecimiento académico y personal.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser el espacio donde adquirí no solo conocimientos técnicos, sino también conciencia y compromiso con el cuidado del medio ambiente. Cada enseñanza recibida ha contribuido a forjar mi vocación como ingeniero ambiental.

A los miembros del jurado calificador, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez y Dra. Marlene Cusi Montesinos, por su valioso tiempo, por sus observaciones rigurosas y por ser parte esencial en el proceso de validación de esta investigación. Su experiencia y profesionalismo enriquecieron el presente trabajo.

A mi asesor: M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita, por su guía constante, paciencia y compromiso. Gracias por compartir sus conocimientos, por su acompañamiento oportuno en cada etapa de esta investigación y por motivarme a superar cada desafío académico con perseverancia y responsabilidad.

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
1.2. PROBLEMA GENERAL	14
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.4. ANTECEDENTES	15
1.4.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	15
1.4.2. ANTECEDENTES NACIONALES	16
1.4.3. ANTECEDENTES LOCALES	17
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.	19
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. EL AGUA	20

2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS NATURALES	20
2.1.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	21
2.1.4. CRITERIOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA (INDICADORES)	21
2.1.5. POZOS EXCAVADOS.	23
2.1.6. NORMA PARA LA CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ.	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.3. MARCO NORMATIVO	27
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.	28
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	31
3.2.1. POBLACIÓN.	31
3.2.3. MUESTRA.	31
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	32
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.3. MATERIALES Y EQUIPOS	33
3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	35
3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	36

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. VALORES DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS LMP DEL DS N° 031-2010-SA DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR	
---	--

CHILLA MOROGACHI - JULIACA, 2025	37
4.2. VALORES DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A LOS LMP DEL DS N° 031-2010-SA DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI - JULIACA, 2025.	45
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	50
4.4.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	50
4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	51
4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Ubicación de los puntos de muestreo.	32
Tabla 02: Operacionalización de las variables de investigación.	35
Tabla 03: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 01, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	37
Tabla 04: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 02, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	39
Tabla 05: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 03, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	41
Tabla 06: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 01, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	45
Tabla 07: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 02, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	46
Tabla 08: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 03, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Componentes de un pozo excavado (Bruni, 2020).	25
Figura 02: Ubicación del Distrito de Juliaca en la provincia de San Román.	30
Figura 03: Ubicación de la urbanización Santa Clara del Sector Chilla Morogachi.	31
Figura 04: Comparación de los parámetros fisicoquímicos de las 03 muestras.	43
Figura 05: Comparación de los parámetros de las 03 muestras.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia de la investigación.	61
Anexo 02: Requisitos de calidad microbiológicos	62
Anexo 03: Requisitos de calidad fisicoquímicos.	63
Anexo 04: Análisis de laboratorio para la muestra 01.	65
Anexo 05: Análisis de laboratorio para la muestra 02.	66
Anexo 06: Análisis de laboratorio para la muestra 03.	67
Anexo 07: Galería fotográfica.	68

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fué determinar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, el tipo de investigación es descriptivo y diseño no experimental, la muestra estuvo constituida por 3 pozos. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados mostraron que la mayoría de parámetros cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N.º 031-2010-SA, excepto el pH en los puntos de muestreo 02 (8.94) y 03 (8.58), que superaron el rango permitido (6.5 - 8.5). en promedio, los valores de los parámetros analizados fueron: pH 8.62, conductividad eléctrica 830.3 $\mu\text{mho/cm}$, dureza total 170.8 mg CaCO_3/L , sólidos disueltos totales 545.6 mg/L, turbiedad 3.09 NTU, sulfatos 127.96 mg/L, cloruros 53.7 mg/L y hierro 0.01 mg/L resultados que muestran que la calidad fisicoquímica es aceptable y se encuentra dentro de norma, sólomente el pH incumple la norma haciendo que la ligera alcalinidad del agua podría influir en su sabor, corrosividad o interacción con la red de distribución. Los parámetros microbiológicos, en los tres puntos de muestreo arrojaron valores de coliformes totales elevados: 288, 850 y 168 UFC/100 ml, lo que representa un promedio de 435.3 UFC/100 ml, superando ampliamente el límite de 0 UFC/100 ml establecido por la normativa, en contraste, se verificó la ausencia de *Escherichia coli* en todos los puntos (0 UFC/100 ml), lo que descarta contaminación fecal directa, la presencia generalizada de coliformes totales confirma que el agua no cumple con la normatividad. Se concluye que la calidad del agua de los pozos excavados en la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi, no es apta para el consumo humano, debido principalmente a la presencia de coliformes totales en todos los puntos de muestreo, lo que representa un riesgo sanitario para la población..

Palabras clave: Agua, LMP, Microbiológicos, Parámetros fisicoquímicos, Pozos.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the quality of water for human consumption in dug wells in the Santa Clara urbanization of the Chilla Morogachi sector - Juliaca, 2025, the type of research is descriptive and non-experimental design, the sample consisted of 3 wells. The results of the physicochemical parameters evaluated showed that most parameters comply with the Maximum Permissible Limits (LMP) of DS No. 031-2010-SA, except for the pH at sampling points 02 (8.94) and 03 (8.58), which exceeded the permitted range (6.5 - 8.5). On average, the values of the parameters analyzed were: pH 8.62, electrical conductivity 830.3 $\mu\text{mho/cm}$, total hardness 170.8 mg CaCO_3/L , total dissolved solids 545.6 mg/L, turbidity 3.09 NTU, sulfates 127.96 mg/L, chlorides 53.7 mg/L and iron 0.01 mg/L results that show that the physicochemical quality is acceptable and is within the standard, only the pH does not comply with the standard making the slight alkalinity of the water could influence its taste, corrosiveness or interaction with the distribution network. Microbiological parameters at the three sampling points yielded elevated total coliform values: 288, 850, and 168 CFU/100 ml, representing an average of 435.3 CFU/100 ml, far exceeding the 0 CFU/100 ml limit established by regulations. In contrast, the absence of *Escherichia coli* was verified at all points (0 CFU/100 ml), which rules out direct fecal contamination. The widespread presence of total coliforms confirms that the water does not comply with regulations. It is concluded that the water quality of the wells excavated in the Santa Clara urbanization in the Chilla Morogachi sector is not suitable for human consumption, mainly due to the presence of total coliforms at all sampling points, which represents a health risk to the population.

Keywords: Water, PML, Physicochemical parameters, Microbiological, Wells.

INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable es un derecho fundamental y un pilar esencial para garantizar la salud pública, el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible. En este contexto, la calidad del agua proveniente de pozos excavados en la Urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi, en la ciudad de Juliaca, reviste una importancia práctica crucial, pues constituye una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para el consumo humano en dicha zona. Evaluar su calidad permitirá generar información técnica confiable sobre el estado actual del recurso hídrico que consume la población.

El presente estudio tiene como propósito proporcionar datos específicos sobre parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea, con el objetivo de determinar el nivel de riesgo sanitario al que se exponen los pobladores. Esta información no solo permitirá conocer el grado de contaminación existente, sino que también brindará evidencia que facilite el diseño de planes de intervención adecuados, la mejora de las prácticas locales de construcción y mantenimiento de pozos, así como la implementación de tecnologías apropiadas para el tratamiento del agua a nivel doméstico o comunitario.

Asimismo, la información generada contribuirá a sensibilizar a la población sobre los peligros asociados al consumo de agua contaminada, promoviendo una cultura de higiene, prevención y manejo responsable del recurso hídrico. De igual manera, dotará a las autoridades locales y organizaciones sociales de herramientas útiles para la toma de decisiones fundamentadas, impulsando políticas públicas de saneamiento que protejan la salud colectiva y reduzcan la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua en esta área urbana.

Una de las contribuciones más importantes de este estudio radica en la posibilidad de identificar fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas en Chilla Morogachi, lo cual permitirá formular estrategias no solo orientadas a proteger la salud humana, sino también enfocadas en la conservación de los acuíferos locales. De esta manera, se promueve un uso racional y sostenible del recurso hídrico, fundamental para preservar el equilibrio ecológico tanto en zonas urbanas como periurbanas de Juliaca.

Además, la información recopilada podría respaldar futuras acciones en favor del medio ambiente, como campañas para reducir residuos, mejorar la gestión de suelos, controlar vertimientos inadecuados, entre otras medidas de protección ambiental, generando así impactos positivos a largo plazo para la comunidad.

Finalmente, el desarrollo del presente documento ha sido organizado en los siguientes apartados: Capítulo I: Se expone el problema de investigación, incluyendo información contextual relevante, antecedentes a nivel internacional, nacional y local, así como los objetivos del estudio. Capítulo II: Se abordan los fundamentos teóricos, conceptuales y normativos que sustentan el trabajo, incluyendo las hipótesis que orientan la investigación. Capítulo III: Se describe la metodología empleada, la zona de estudio, la población y muestra seleccionada, así como el tratamiento estadístico aplicado a los datos obtenidos. Capítulo IV: Se presentan los resultados de la investigación, seguidos de un análisis e interpretación detallada de los mismos. Finalmente, se concluye el trabajo con las apreciaciones obtenidas a partir de los hallazgos más relevantes y se formulan recomendaciones derivadas de la experiencia investigativa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un contexto mundial el acceso a agua potable segura es uno de los desafíos más urgentes a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF (2023), aproximadamente 2.2 mil millones de personas carecen de servicios de agua potable gestionados de forma segura. La contaminación de fuentes subterráneas por actividades agrícolas, industriales y urbanas agrava la crisis, afectando la salud pública y aumentando la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua como el cólera, la diarrea y la hepatitis. Los pozos excavados a mano, comunes en muchas regiones rurales y periurbanas, son especialmente vulnerables a la contaminación, ya que suelen carecer de protección adecuada contra infiltraciones de agentes patógenos y contaminantes químicos (Bruni, 2020).

En América Latina, aunque se han logrado avances en la cobertura de servicios de agua potable, persisten problemas de calidad y desigualdad en el acceso, sobre todo en zonas periurbanas y rurales. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) advierte que muchos sistemas de abastecimiento, en particular aquellos basados en pozos excavados, presentan riesgos sanitarios por la falta de tratamiento previo y mantenimiento adecuado. La urbanización acelerada y la contaminación por aguas residuales y residuos sólidos han incrementado el deterioro de las fuentes subterráneas, generando serias preocupaciones en países como Perú, Bolivia y Colombia (Clegg & Asenjo, 2015).

En el Perú, el acceso al agua potable de calidad continúa siendo un reto, especialmente en las zonas rurales y periurbanas. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), una parte considerable de la población todavía depende de fuentes alternativas como pozos, ríos y manantiales, muchas veces sin tratamiento adecuado (SUNASS, 2023). Las aguas subterráneas, si bien constituyen una importante fuente de abastecimiento, están expuestas a riesgos de contaminación por infiltración de aguas residuales domésticas, disposición inadecuada de residuos sólidos y prácticas agrícolas intensivas que emplean agroquímicos (Vélez et al., 2011).

En Juliaca, ciudad en expansión acelerada y con infraestructura de servicios básicos insuficiente, muchas familias de sectores como la Urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi dependen de pozos excavados para abastecerse de agua para consumo humano (Huanca, 2014). Sin embargo, la falta de protección estructural de los pozos, el inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos, y el crecimiento urbano desordenado aumentan el riesgo de contaminación del agua subterránea. A pesar de la vital importancia de esta fuente, existen pocas evaluaciones sistemáticas de la calidad del agua en la zona, lo que podría estar exponiendo a la población a enfermedades de origen hídrico y afectando su calidad de vida.

1.2. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?

1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?

1.4. ANTECEDENTES

1.4.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En su investigación, Aguilar y Quisbert (2023), analizaron el grado de contaminación y la calidad del agua proveniente de pozos gestionados por comunidades locales (OTB) en el Distrito Central de Vinto. Se realizaron inspecciones sanitarias a cinco OTB, donde se identificaron distintos niveles de riesgo: algunas zonas como Alto Cercado y los pozos del sector Cercado y Rodríguez fueron clasificadas con riesgo elevado o muy elevado, mientras que otras, como Campos Verdes y Albina Patiño, presentaron riesgos bajos. Al evaluar la calidad del agua, únicamente el pozo de Campos Verdes fue considerado apto para el consumo humano, cumpliendo con la normativa NB-512; los demás presentaban niveles superiores a lo permitido en uno o más parámetros, tales como coliformes, turbiedad, hierro, manganeso, entre otros. Además, se concluyó que no existe una relación estadística clara entre el nivel de riesgo sanitario y la calidad físico-química del agua, lo que resalta la necesidad de complementar las inspecciones visuales con análisis de laboratorio para garantizar la seguridad del agua consumida.

Benavides et al. (2023), se enfocó en evaluar las condiciones del agua utilizada en tres caseríos del cantón San Francisco Amatepe, en el municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador. Comparando los resultados con la normativa RTS 13.02.01:14 sobre agua para consumo humano, se identificó una grave presencia de metales pesados y microorganismos patógenos. Específicamente, se encontraron concentraciones elevadas de arsénico, manganeso, hierro, níquel y plomo en los pozos analizados. A nivel microbiológico, el agua presentó altos niveles de coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, superando ampliamente los valores permitidos. Debido a estos hallazgos, se concluyó que el agua en estos caseríos no cumple con los estándares de calidad e inocuidad necesarios y, por lo tanto, no puede ser considerada apta para el consumo humano.

Rocha et al. (2022), se enfocó en evaluar las condiciones del agua utilizada en tres caseríos del cantón San Francisco Amatepe, en el municipio de San Luis Talpa,

departamento de La Paz, El Salvador. Comparando los resultados con la normativa RTS 13.02.01:14 sobre agua para consumo humano, se identificó una grave presencia de metales pesados y microorganismos patógenos. Específicamente, se encontraron concentraciones elevadas de arsénico, manganeso, hierro, níquel y plomo en los pozos analizados. A nivel microbiológico, el agua presentó altos niveles de coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, superando ampliamente los valores permitidos. Debido a estos hallazgos, se concluyó que el agua en estos caseríos no cumple con los estándares de calidad e inocuidad necesarios y, por lo tanto, no puede ser considerada apta para el consumo humano.

1.4.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ruiz (2022), llevó a cabo un estudio sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Buena Vista, situado en el distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa. La investigación se centró en una muestra tomada directamente del reservorio principal del lugar, ubicado a 1,542 metros sobre el nivel del mar, cuyas coordenadas UTM fueron Este 0426338 y Norte 8886267. El análisis arrojó valores dentro de los rangos permitidos en cuanto a parámetros fisicoquímicos, como turbidez inferior a 0.40, temperatura con una variación de 2 grados, dureza de 23.07, color menor a 5, sólidos disueltos totales de 60.5, pH de 7.28 y conductividad de 69.2. En cuanto al aspecto microbiológico, no se detectaron coliformes totales, fecales, ni *Escherichia coli* en niveles preocupantes, manteniéndose todos por debajo de 1.1. A partir de estos resultados, se concluye que el agua consumida por la población es apta, ya que cumple tanto con los LMP en el DS N.º 031-2010-SA como con los ECA del DS N.º 004-2017-MINAM.

Puma et al. (2022), realizaron un estudio sobre el impacto de las actividades humanas en la calidad del agua subterránea en la zona del Área Natural Protegida (ANP) Pantanos de Villa. Para ello, combinaron encuestas dirigidas a los habitantes del lugar con muestreos de agua, los cuales se ejecutaron siguiendo los lineamientos del *National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data (NFM)*. Los datos obtenidos fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), y se detectaron diferencias significativas

entre las muestras recolectadas dentro y fuera del ANP. Las muestras externas al área protegida revelaron la presencia de contaminantes como nitratos, coliformes fecales y *Escherichia coli* en concentraciones superiores a lo permitido, lo cual representa un riesgo ecológico y sanitario. Por el contrario, las muestras del interior del ANP mostraron una disminución de dichos parámetros, lo cual sugiere que los humedales actúan como un sistema natural de depuración y fitorremediación, ayudando a preservar la calidad del agua.

Elías et al. (2022), llevaron a cabo un monitoreo de la calidad del agua proveniente de pozos en el sector Porvenir La Caña, ubicado en el distrito de Virú, durante el período comprendido entre octubre de 2020 y enero de 2021. El objetivo del estudio fue determinar si el agua era apta para el consumo humano según la normativa vigente, y en caso contrario, proponer soluciones de potabilización. Los resultados revelaron que las muestras presentaban concentraciones elevadas de coliformes totales, que oscilaban entre 87 y 1175 NMP/100 ml, y coliformes termotolerantes entre 2.7 y 16.1 NMP/100 ml. Estos valores superan los límites máximos establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (DS N.º 031-2010-SA), indicando que el agua en estos pozos no es segura para el consumo sin un tratamiento previo adecuado.

1.4.3. ANTECEDENTES LOCALES

Apaza (2024), investigó la calidad del agua para consumo humano proveniente de pozos excavados en la urbanización Magisterial del sector Taparachi, en Juliaca. En los cuatro pozos analizados, se observaron valores constantes en parámetros físico-químicos como pH (6.71), conductividad eléctrica (0.83 $\mu\text{mho/cm}$), sólidos disueltos totales (0.41 mg/L) y nitratos (0.02 mg NO_3/L), lo que indica uniformidad en esos aspectos. En contraste, los niveles de magnesio (85.28 mg/L), calcio (166.44 mg/L) y cloruros (85.10 mg Cl/L) presentaron ligeras variaciones entre pozos, mientras que los valores de sulfatos (116.75 mg SO_4/L) y dureza total (662.00 mg CaCO_3/L) mostraron diferencias más notables. A nivel microbiológico, se halló un promedio de 33 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, sin grandes fluctuaciones, pero en el caso de los coliformes totales, se

registró un promedio más elevado de 242.5 NMP/100 ml. En función de estos resultados, se concluyó que el agua no cumple con los estándares establecidos por la normativa vigente, por lo tanto, no es apta para el consumo humano.

La investigación realizada por Ccapa (2024), tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua destinada al consumo en el sector Tunuhiri Grande, ubicado en el centro poblado de Ichu, región Puno. Los análisis físico-químicos mostraron valores bajos de turbiedad (0.0012 a 0.0015 UNT), color entre 11 y 14 UCV (escala Pt/Co) y pH que osciló entre 6.5 y 7.26, parámetros que se encontraron dentro de los límites aceptables. Sin embargo, se detectó la ausencia total de cloro residual (0 mg/L) en todas las muestras, lo cual representa un incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP). Asimismo, se hallaron niveles elevados de contaminación microbiológica: los coliformes totales alcanzaron entre 7.2 y 290 NMP/100 ml, mientras que los coliformes termotolerantes oscilaron entre 3.6 y 93 NMP/100 ml, con concentraciones más altas en el punto de muestreo PM-5. Debido a estos hallazgos, se concluyó que el agua consumida por la población de este sector no es apta para el consumo humano según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

Escobar (2024), evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua proveniente de pozos del centro poblado de Vilcachile, en la localidad de llave, durante el año 2023. El pH registrado se mantuvo entre 6.67 y 7.02, situándose dentro de un rango ligeramente ácido a neutro, compatible con los estándares establecidos. La temperatura fue uniforme en todos los pozos, alcanzando los 14 °C. La conductividad eléctrica presentó valores entre 97.80 y 117.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica un bajo nivel de salinidad. En cuanto a la calidad microbiológica, las muestras mostraron una presencia casi nula de coliformes totales y fecales (<1 UFC/100 ml), lo que evidencia una buena calidad sanitaria del agua. En función de estos datos, se determinó que el agua es segura para el consumo humano y cumple con el marco normativo.

Mamani (2022), desarrolló un estudio sobre las características físico-químicas y microbiológicas del agua de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo, ubicados en la

comunidad de Añavil, con base en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua destinados al consumo humano. Los resultados promedios indicaron que los valores de pH (entre 6.89 y 7.82), temperatura (5.6 a 8.2 °C), conductividad eléctrica (233.7 a 782.0 $\mu\text{S/cm}$) y sólidos disueltos totales (231.3 a 494.0 mg/L) se encontraban dentro de los límites permitidos. También se reportaron niveles adecuados de oxígeno disuelto (6.2 a 9.0 mg/L), nitratos (8.5 a 13.1 mg/L), sulfatos (67.9 a 92.1 mg/L), cloruros (46.1 a 113.5 mg/L), y dureza total (115.1 a 387.1 mg/L), sin presencia de carbonatos. Además, no se detectó *Escherichia coli* ni coliformes termotolerantes en las muestras (<1 UFC/100 ml). En conjunto, estos resultados muestran que las aguas de estos manantiales cumplen con los estándares del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, categoría 1, subcategoría A, por lo que son aptas para ser tratadas y destinadas al consumo humano.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar los valores de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.
- Evaluar los valores de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. EL AGUA

El agua representa uno de los recursos naturales más vitales y, al mismo tiempo, limitados a nivel global (Zaninovich & Nuñez, 2011). La creciente escasez de este recurso impone la necesidad urgente de fomentar un uso más consciente y responsable, ya que las reservas hídricas del planeta disminuyen progresivamente y apenas constituyen alrededor del 3% del total del agua existente en la Tierra (Villena, 2018).

En el contexto del consumo humano y las actividades domésticas cotidianas, el agua destaca por sus propiedades excepcionales. No obstante, su disponibilidad se ha visto comprometida en los últimos años debido a múltiples factores como el crecimiento poblacional, el aumento de las actividades económicas, su empleo como medio para diluir residuos, así como la contaminación provocada por el ser humano, que la vuelve inadecuada para la mayoría de los usos. A esto se suman los impactos del cambio climático, que intensifican tanto los períodos de escasez como los de abundancia, haciéndolos cada vez más frecuentes e impredecibles (López et al., 2005).

2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS NATURALES

Las aguas presentes de forma natural en el entorno se dividen en tres grandes tipos: aguas superficiales (Ríos, lagos y lagunas), meteóricas y subterráneas (Zarza, 2019). A continuación, se describe brevemente cada una de estas categorías:

a) Las aguas superficiales: Son aquellas que se encuentran en cuerpos de agua visibles sobre la superficie terrestre. Estas aguas, a lo largo de su trayecto, experimentan

diversas transformaciones, ya que, debido a su elevada capacidad de disolución, van incorporando compuestos y materiales del entorno por donde fluyen (Rodríguez et al., 2017).

b) Las aguas meteóricas: Corresponden al agua que proviene directamente de la atmósfera. Se presenta en formas como la lluvia, el rocío o la neblina, y representa una de las fuentes más inmediatas de recarga para otras reservas hídricas (Rodríguez et al., 2017).

c) Las aguas subterráneas: Se trata del agua que ha penetrado el suelo y se almacena bajo la superficie terrestre, pudiendo emerger en forma de manantiales. Durante este proceso de infiltración, el agua sufre modificaciones físicas y químicas, como la mineralización y cambios en sus características sensoriales como el color, olor y sabor (Rodríguez et al., 2017).

2.1.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Se define a partir de sus características físicas, químicas y biológicas, y permite valorar en qué medida puede satisfacer las necesidades de diferentes especies o de un uso humano específico. Esta evaluación se basa usualmente en estándares o normas que indican si el agua cumple con criterios aceptables. Tales criterios suelen centrarse en la protección de la salud humana, la preservación de los ecosistemas y el acceso a fuentes seguras de agua potable. Evaluar la calidad del agua es fundamental para asegurar un uso responsable y sostenible, tanto en contextos ambientales como para el consumo humano (Villena, 2018).

2.1.4. CRITERIOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA (INDICADORES)

Para analizar la calidad del agua se consideran distintas variables clave que permiten evaluar su estado (Sierra, 2011). Entre ellas destacan:

a. Oxígeno Disuelto (OD). Es uno de los más importantes para medir la calidad del agua, ya que está estrechamente vinculado con la presencia de materia orgánica en descomposición. Su concentración aumenta cuando la temperatura y la salinidad son bajas. En ambientes con oxígeno (aeróbicos), la descomposición de materia orgánica

consume oxígeno y libera compuestos como dióxido de carbono, nitratos y fosfatos. La mayoría de los microorganismos requieren oxígeno para su desarrollo, por lo que su disponibilidad varía en función de factores como la temperatura (Sanches, 2015).

b. Concentraciones de iones hidrógeno o pH. Refleja el grado de acidez o alcalinidad del agua, es decir, su comportamiento como ácido débil o como base. Este indicador ayuda a comprender la solubilidad y comportamiento de los elementos químicos presentes. La actividad del ion hidrógeno influye directamente en otras reacciones químicas que tienen lugar en el agua. Por tanto, el pH constituye una variable clave para describir tanto los procesos biológicos como químicos que ocurren en cuerpos de agua naturales (Barrenechea, 2004).

c. Turbidez

Este parámetro mide la cantidad de partículas suspendidas en el agua que dificultan el paso de la luz, afectando la claridad del cuerpo hídrico. Cuantas más partículas contiene el agua, menor será la penetración de la luz solar (WHO, 1995). La turbidez puede incrementarse durante las lluvias por el arrastre de materiales minerales y también por la proliferación de algas, especialmente en cuerpos de agua como embalses o ríos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el nivel de turbidez aceptable para el consumo humano debe mantenerse por debajo de 5 NTU, siendo ideal que esté bajo 1 NTU (NTU = Unidad Nefelométrica de Turbidez) (Sanches, 2015).

d. Temperatura. La temperatura del agua influye directamente en otros parámetros como el pH y la conductividad eléctrica (Ambientum, 2022). Es una variable crucial para comprender la solubilidad de los compuestos químicos presentes. Afecta tanto la actividad química como la biológica, además de modificar la cantidad de oxígeno disuelto: a mayor temperatura, menor solubilidad del oxígeno. Asimismo, temperaturas elevadas pueden generar olores desagradables debido al incremento en la liberación de gases (Barrenechea, 2004).

e. Conductividad eléctrica (C.E.). Este parámetro refleja la capacidad del agua para conducir electricidad, y está determinado por la cantidad de sustancias ionizadas

disueltas, así como por la temperatura durante la medición. La conductividad eléctrica permite estimar rápidamente el contenido de sólidos disueltos totales, aplicando un factor de conversión que varía entre 0,55 y 0,90. Así, se puede calcular una aproximación de los sólidos disueltos expresados en mg/L (Solís et al., 2018).

f. Coliformes Totales. Este grupo de bacterias incluye microorganismos aeróbicos y anaeróbicos facultativos, con forma de bacilos, Gram negativos y sin formación de esporas. Son capaces de desarrollarse en medios con concentraciones elevadas de sales biliares. Su presencia en el ambiente, especialmente en el agua, suele estar relacionada con contaminación fecal de origen humano o animal, aunque también existen coliformes de vida libre (Zuta, 2023). Se utilizan como indicadores microbiológicos de contaminación del agua y los alimentos. Las bacterias coliformes fermentan lactosa entre los 35 y 37 °C en un periodo de 24 horas, generando ácido y gas. Son aerobias o anaerobias facultativas, no presentan oxidasa, no forman esporas y muestran actividad enzimática de la β -galactosidasa. Entre las especies más comunes se encuentran *Escherichia coli* y *Citrobacter* (Beltrán & Giraldo, 2011).

g. Olor. El olor del agua es una propiedad organoléptica cuya evaluación depende exclusivamente de la percepción sensorial del ser humano. No existen instrumentos estandarizados para su medición ni unidades cuantificables, por lo que su valoración es netamente subjetiva (Zegarra, 2018).

h. Color. El color del agua es un indicador fundamental de su calidad, justo después de parámetros como los coliformes fecales y la turbidez. Este parámetro está asociado a la presencia de materiales disueltos o en suspensión, particularmente de origen orgánico. La evaluación del color es crucial para estimar el riesgo de formación de subproductos dañinos como los trihalometanos durante el proceso de desinfección (Samboni et al., 2007).

2.1.5. POZOS EXCAVADOS.

Los pozos excavados constituyen una de las formas más antiguas y comunes de acceder al agua subterránea, especialmente en áreas rurales de países en vías de desarrollo. En

comparación con las fuentes superficiales como ríos, lagos o embalses, el agua subterránea suele presentar una mejor calidad. Aunque en algunos casos se emplea asistencia técnica para su construcción, la mayoría de estos pozos son hechos de manera manual, ya que muchas zonas rurales disponen de mano de obra accesible y carecen de equipamiento especializado (Waller, 1992).

El proceso comienza con la identificación de la presencia de agua subterránea cercana a la superficie. Luego, se excava un hueco hasta alcanzar el nivel freático. El agua que se infiltra puede extraerse utilizando baldes, bombas manuales o, en algunos casos, mediante sistemas de bombeo mecanizados. Los pozos excavados manualmente suelen tener profundidades que oscilan entre los 5 y 20 metros. Un diámetro de excavación de 1.5 metros permite suficiente espacio para el trabajo de construcción y, una vez revestido el pozo, el diámetro interior final se reduce a aproximadamente 1.2 metros (Portuguez, 2008).

El rendimiento del pozo en términos de cantidad está determinado en gran medida por el tipo de suelo, por el diámetro y la profundidad del pozo. Los pozos con un gran diámetro y profundidad exponen un área mayor para la infiltración y, por lo tanto, proporcionan una recarga rápida.

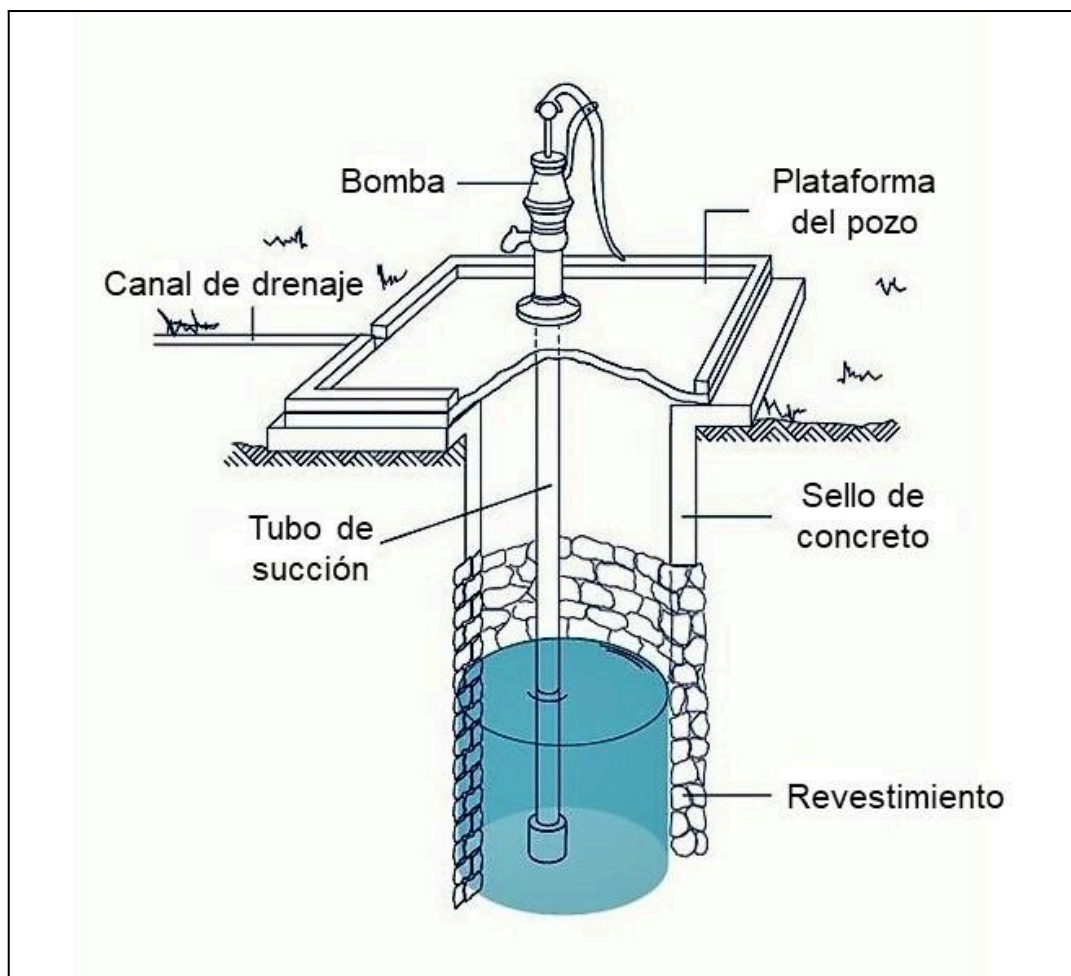


Figura 01: Componentes de un pozo excavado (Bruni, 2020).

2.1.6. NORMA PARA LA CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ.

El agua destinada al consumo humano debe estar libre de agentes patógenos como bacterias o virus que puedan comprometer la salud y debilitar el sistema inmunológico de quienes la consumen. Por esta razón, los parámetros de calidad del agua y los Límites Máximos Permisibles (LMP) cumplen un rol esencial en la supervisión y control del tratamiento del recurso hídrico (MINISTERIO DE SALUD, 2010). Esta normativa se aplica a nivel nacional, abarcando tanto los servicios públicos como los sistemas municipales y privados, sin importar el tipo de entidad distribuidora. Su propósito es prevenir y controlar cualquier forma de contaminación hídrica, sin importar el estado físico en el que se encuentre el agua. Así lo establece el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Aguas superficiales: Incluyen cuerpos de agua como ríos, lagunas y represas. Estas aguas están expuestas con mayor facilidad a la contaminación tanto por acciones humanas como por factores naturales. Su calidad varía según aspectos como el clima, las características del terreno, el uso que se le da al suelo y la presencia de descargas de origen doméstico o industrial (Rodríguez et al., 2017).

Aguas meteóricas: Son aquellas que se originan a partir de fenómenos atmosféricos como la lluvia, la nieve, el granizo, la neblina o el rocío. Constituyen el inicio del ciclo hidrológico, y su composición puede modificarse por los contaminantes presentes en la atmósfera.

Aguas subterráneas: Se almacenan en acuíferos y proceden de la infiltración del agua de lluvia. Durante su recorrido por distintas capas geológicas, estas aguas se enriquecen con minerales, lo que les confiere propiedades fisicoquímicas específicas (Zarza, 2019).

Oxígeno Disuelto (OD): Se almacenan en acuíferos y proceden de la infiltración del agua de lluvia. Durante su recorrido por distintas capas geológicas, estas aguas se enriquecen con minerales, lo que les confiere propiedades fisicoquímicas específicas (Sanches, 2015).

pH: Indica si el agua es ácida o alcalina. Para que sea apta para el consumo humano, debe tener un pH entre 6.5 y 8.5. Valores fuera de este rango pueden provocar corrosión en las tuberías o facilitar la disolución de metales tóxicos (Barrenechea, 2004).

Turbidez: Evalúa la presencia de partículas suspendidas, como arcillas, residuos orgánicos y microorganismos. Niveles altos pueden dificultar la desinfección del agua y reflejar escurrientías contaminadas (WHO, 1995).

Temperatura: Incide en la solubilidad del oxígeno y en las reacciones químicas en el agua. Cambios inusuales pueden fomentar el crecimiento de bacterias y algas, además de afectar negativamente el sabor, olor y apariencia del agua (Barrenechea, 2004).

Conductividad eléctrica (C.E.): Mide la capacidad del agua para conducir electricidad, determinada por la cantidad de sales disueltas. Este parámetro sirve como indicador

indirecto de la presencia de minerales y posibles contaminantes, especialmente aguas residuales (Solís et al., 2018).

Coliformes Totales: Son microorganismos usados como indicadores de contaminación biológica. Su detección revela la posible presencia de materia fecal humana o animal, y por ende, de patógenos. El agua potable debe estar libre de coliformes en una muestra de 100 ml (Zuta, 2023; Beltrán & Giraldo, 2011).

Olor y color: Se consideran parámetros organolépticos fundamentales para identificar anomalías. Los olores pueden deberse a sustancias orgánicas, compuestos de azufre o fenoles, mientras que el color puede estar relacionado por factores externos como metales (Zegarra, 2018; Samboni et al., 2007).

2.3. MARCO NORMATIVO

- La Ley N° 28611, en coordinación con el Decreto Supremo número 44 - 98 - PCM establece las bases para la gestión ambiental en el Perú, incluyendo la creación y aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP). Estas disposiciones son aplicables a los diferentes sectores que interactúan con el medio ambiente, y buscan prevenir, controlar y reducir la contaminación en las fuentes naturales de agua.
- Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, este decreto establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, además de sus disposiciones complementarias, en el marco de la competencia del Ministerio del Ambiente.
- Decreto Supremo N.º 031-2010-SA: Este reglamento, emitido por el Ministerio de Salud (MINSa) y vigente desde el año 2011, corresponde al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. En él se establecen los Límites Máximos Permisibles (LMP) para una amplia gama de parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua potable.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.

La calidad del agua en pozos de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, no es apta para el consumo humano.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- Los valores de los parámetros fisicoquímicos no cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.
- Los valores de los parámetros microbiológicos no cumplen de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi, ubicada en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, en la región altiplánica del sur del Perú. Esta zona se caracteriza por un crecimiento urbano acelerado, en gran parte desordenado, influenciado por la expansión poblacional y la necesidad de vivienda en la ciudad de Juliaca, una de las más importantes en el altiplano puneño por su dinámica comercial.

La urbanización Santa Clara se localiza en la zona periférica de Juliaca, donde el acceso a servicios básicos, especialmente agua potable y saneamiento, es limitado. Ante la ausencia de conexión a redes públicas de agua, muchas familias recurren a la excavación de pozos para el abastecimiento doméstico. Sin embargo, estos pozos suelen carecer de un control técnico en su construcción y mantenimiento, lo que eleva el riesgo de contaminación del agua subterránea.

En cuanto a su situación ambiental, el sector Chilla Morogachi enfrenta diversos desafíos. La disposición inadecuada de residuos sólidos, el uso no regulado de pozos sépticos y letrinas, así como la presencia de actividades antrópicas cercanas (como talleres mecánicos, comercio informal o vertimientos clandestinos), representan factores potenciales de contaminación del suelo y del acuífero freático. Además, el escaso control institucional sobre la calidad del agua y la falta de sensibilización ambiental entre los pobladores contribuyen a un contexto de vulnerabilidad sanitaria.

Estas condiciones hacen necesaria una evaluación rigurosa de la calidad del agua destinada al consumo humano, con el fin de identificar posibles riesgos para la salud pública y proponer medidas correctivas y preventivas para la gestión sostenible del recurso hídrico en esta zona urbana emergente.

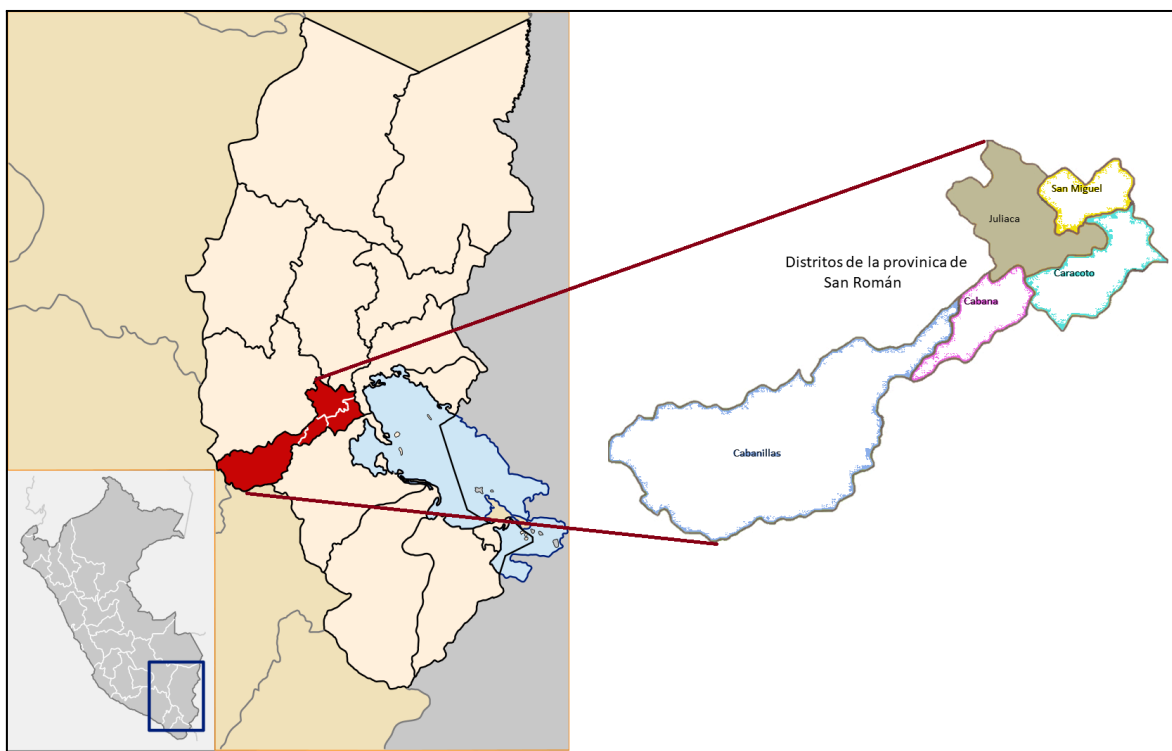


Figura 02: Ubicación del Distrito de Juliaca en la provincia de San Román.

Fuente: Adaptado de las imágenes de <https://es.wikipedia.org/wiki/Juliaca>.

En ésta ciudad podemos ubicar el sector Chilla Morogachi, donde se encuentra la urbanización Santa Clara.



Figura 03: Ubicación de la urbanización Santa Clara del Sector Chilla Morogachi.

Fuente: Adaptado de las imágenes de Google Maps

<https://www.google.com/maps/place/Urb+SantaClara,+Juliaca+21104/@-15.5260974,-70.1307111>.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN.

La población de estudio estuvo constituida por las fuentes de agua subterránea disponibles en la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi, en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno. En esta zona, se han identificado tres pozos excavados que son utilizados por los habitantes para el abastecimiento de agua destinada al consumo humano.

3.2.3. MUESTRA.

La muestra de esta investigación está conformada por el agua (1 litro por pozo) proveniente de cada uno de los tres pozos excavados identificados en la urbanización

Santa Clara del sector Chilla Morogachi. La selección de la muestra se realizó de manera no probabilística por conveniencia, considerando que dichos pozos representan la totalidad de fuentes utilizadas por la población local:

Tabla 01: Ubicación de los puntos de muestreo.

DENOMINACIÓN	COORDENADAS UTM
PUNTO DE MUESTREO N° 01	ZONA 19 8283397.54 NORTE 378819.55 ESTE
PUNTO DE MUESTREO N° 02	ZONA 19 8282953.92 NORTE 378819.56 ESTE
PUNTO DE MUESTREO N° 03	ZONA 19N 8283422.99 NORTE 378459.03 ESTE

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de tipo descriptivo, ya que tuvo como propósito caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua proveniente de pozos excavados, sin manipular variables, limitándose a la observación y análisis de sus condiciones actuales (Hernández et al., 2018).

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico es no experimental, dado que no se manipuló deliberadamente ninguna variable. Pues se observó y analizó la calidad del agua tal como ocurre en su contexto natural, sin intervención directa sobre los pozos o las condiciones ambientales (Hernández et al., 2018).

3.3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales de campo.

- Cuaderno de apuntes.
- Guantes y bolsas descartables.
- Tablero para el cuaderno.
- Lápiz, lapicero, plumón de tinta indeleble.
- Mascarilla quirúrgica.
- Mapa de la cartografía de la zona.

Equipos e instrumentos.

- Equipo electrónico que tenga GPS.
- Cámara fotográfica digital .
- PC portátil.

3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para el cumplimiento del primer objetivo específico 1: Evaluar los valores de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

Para cumplir con el objetivo planteado, se desarrolló un proceso dividido en dos fases: la fase de preparación y la fase de ejecución de la toma de muestras, conforme al Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos elaborado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2011).

- En la fase de preparación, se identificaron los pozos representativos dentro de la Urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi. Se elaboró una lista de chequeo para asegurar la disponibilidad de todos los implementos necesarios: frascos específicos para análisis fisicoquímicos, etiquetas, contenedores térmicos (coolers), guantes, entre otros. Todos los frascos fueron rotulados previamente de acuerdo con los parámetros que se evaluaron.

- En la fase de ejecución, se realizó la toma de muestras siguiendo protocolos estandarizados para evitar contaminación cruzada o alteración de las condiciones originales. Las muestras fueron colocadas verticalmente dentro de un cooler con Ice pack, asegurando su adecuada conservación hasta la llegada al laboratorio. Todo el procedimiento de campo fue documentado en el Anexo 04. Registro de campo, donde se consignaron datos como fecha, hora, lugar de muestreo, responsables y observaciones relevantes del trabajo de campo.
- Finalizada la campaña, las muestras fueron transportadas debidamente refrigeradas, siguiendo los lineamientos establecidos en el Anexo 05. Cadena de custodia, el cual garantizó la trazabilidad, seguridad e integridad de las muestras desde el punto de recolección hasta su recepción en el laboratorio.
- Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se procedió a compararlos con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, a través de un análisis descriptivo que permitió verificar si los parámetros fisicoquímicos cumplían con la normativa de calidad para agua destinada al consumo humano.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico 2: Evaluar los valores de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

Para alcanzar este objetivo, se aplicó también el Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos (ANA, 2011), adaptado al análisis microbiológico, considerando las fases de preparación, ejecución y control de calidad.

- En la fase de preparación, se seleccionaron frascos estériles apropiados para la recolección de muestras microbiológicas. El material fue verificado con ayuda de una lista de chequeo y se procedió con el rotulado correspondiente, manteniendo condiciones de esterilidad en todo momento.

- Durante la fase de ejecución, se tomaron las muestras bajo condiciones asépticas directamente de los pozos excavados. Estas muestras fueron almacenadas verticalmente en *coolers* con *Ice pack* y se protegieron de la exposición solar y de impactos durante su transporte al laboratorio. Todos los detalles del proceso de muestreo fueron registrados en el Anexo 04. Registro de campo, asegurando una adecuada documentación del trabajo.
- El traslado de las muestras se realizó siguiendo estrictamente lo estipulado en el Anexo 05. Cadena de custodia, documento que garantizó la integridad de las muestras durante todo el trayecto, asegurando su validez ante el laboratorio receptor.
- Una vez obtenidos los resultados microbiológicos del laboratorio, se realizó la comparación correspondiente con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, evaluando especialmente la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes. A partir de esta comparación, se determinó si el agua cumplía con los estándares microbiológicos establecidos para su uso como agua potable.

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02: Operacionalización de las variables de investigación.

Variable	Indicador o definición operativa	Escala de medición	Categoría y valores
VI.	Parámetros físicos:	Valor	Numérico
Parámetros fisicoquímicos- Temperatura y microbiológicos del-Turbidez agua.	-Conductividad eléctrica -Sólidos totales disueltos		
	Parámetros químicos:	Valor	Numérico
	-pH -Cloruros -Sulfatos -Dureza total		

VD.	-Nitratos.		
Calidad de Agua.	Parámetros microbiológicos	Valor	Numérico
	-Coliformes totales		
	-Coliformes termotolerantes		
	LMP del D.S. N° 031-2010-SA.	Nominal	Cumple/No Cumple

3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron organizados en tablas y gráficos, facilitando su interpretación visual. Para el procesamiento de los datos, se utilizó el programa Microsoft Excel, el cual permitió calcular medidas estadísticas básicas como promedios, máximos, mínimos y desviaciones estándar de cada uno de los parámetros evaluados.

Posteriormente, los valores obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad para el agua destinada al consumo humano. Esta comparación se realizó de forma descriptiva, sin aplicar inferencias estadísticas, dado que no se buscó establecer relaciones causales, sino describir la situación actual de los pozos evaluados.

En el caso de los parámetros microbiológicos, se realizó un análisis específico de la presencia o ausencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, considerando su importancia sanitaria. La evaluación de estos indicadores permitió establecer si el agua presentaba riesgo para la salud humana.

Finalmente, se elaboraron cuadros resumen por parámetro y por pozo, lo que facilitó una visión integral del estado de la calidad del agua en la zona de estudio, aportando evidencia científica útil para la toma de decisiones por parte de la comunidad y las autoridades competentes.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. VALORES DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS LMP DEL DS N° 031-2010-SA DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI - JULIACA, 2025

Tabla 03: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 01, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parametros Fisicos Quimicos	UNIDAD	PM1	LMP	Cumplimiento
pH	Valor de pH	8.36	6.5 - 8.5	SI
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	821	1500	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ L ⁻¹	208.2	500	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg L ⁻¹	72.1	NC	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg L ⁻¹	6.8	NC	SI
Alcalinidad	mg L ⁻¹	296	NC	SI
Sólidos disueltos totales.	mg L ⁻¹	538	1000	SI
Salinidad PSU	mg L ⁻¹	540	NC	SI

Turbiedad	NTU	2.81	5	SI
Sulfatos (SO ⁴)	mg SO ₄ L ⁻¹	146.26	250	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl L ⁻¹	41.2	250	SI
Hierro	mg L ⁻¹	0.01	0.3	SI

Como puede apreciarse en la tabla 03, pH (8.36) se encuentra dentro del rango permitido (6.5 – 8.5), el valor está cercano al límite superior, lo que indica una ligera tendencia a la alcalinidad, aunque sigue siendo apto. Conductividad eléctrica (821 $\mu\text{mho/cm}$), muy por debajo del límite (1500 $\mu\text{mho/cm}$), pues refleja un contenido moderado de sales disueltas, dentro de lo aceptable. La dureza total (208.2 mg CaCO₃/L) muy por debajo del límite (500 mg/L), el agua es moderadamente dura, característica común en aguas subterráneas, pero sin riesgo para consumo. El Calcio (72.1 mg/L) y Magnesio (6.8 mg/L) no contemplados con LMP en el DS 031-2010-SA pero son valores normales para aguas subterráneas; aportan a la dureza total sin exceder niveles preocupantes. La Alcalinidad (296 mg/L) no está regulada tampoco en el DS 031-2010-SA, pero un valor relativamente alto indica una buena capacidad de amortiguación, evitando variaciones bruscas de pH. Los sólidos disueltos totales – TDS (538 mg/L) muy por debajo del límite (1000 mg/L), el agua presenta un nivel de sales moderado, aceptable para consumo y sin problemas de sabor. La salinidad (540 mg/L, PSU) sin límite normado, pero el valor es consistente con los TDS reportados, sin riesgos para consumo humano. La turbiedad (2.81 NTU) por debajo del límite (5 NTU), el agua es clara y aceptable organolépticamente. Los sulfatos (146.26 mg/L) por debajo del límite (250 mg/L), no generan efectos laxantes ni alteraciones de sabor. Los cloruros (41.2 mg/L) muy por debajo del límite (250 mg/L), no generan sabor salado ni corrosión en cañerías. El Hierro (0.01 mg/L) muy por debajo del límite (0.3 mg/L), no genera coloración, turbidez ni sabor metálico.

Todos los parámetros evaluados cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA, por lo que el agua del punto de muestreo 01 **es apta para consumo humano** en cuanto a su calidad fisicoquímica.

Tabla 04: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 02, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parametros Fisicos	UNIDAD	PM2	LMP	Cumplimiento
Quimicos				
pH	Valor de pH	8.94	6.5 - 8.5	NO
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	885	1500	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ L ⁻¹	52	500	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg L ⁻¹	16	NC	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg L ⁻¹	2.9	NC	SI
Alcalinidad	mg L ⁻¹	336	NC	SI
Sólidos disueltos totales.	mg L ⁻¹	583	1000	SI
Salinidad PSU	mg L ⁻¹	600	NC	SI
Turbiedad	NTU	4.3	5	SI
Sulfatos (SO ⁻⁴)	mg SO ₄ L ⁻¹	135.15	250	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl L ⁻¹	68.7	250	SI
Hierro	mg L ⁻¹	0.01	0.3	SI

Como se aprecia en la tabla 04, el pH (8.94) supera ligeramente el límite máximo (8.5), ésto indica un agua alcalina, lo que puede generar problemas de sabor (amargo) y afectar

la potabilidad según norma. La conductividad eléctrica (885 $\mu\text{mho/cm}$) muy por debajo del límite (1500 $\mu\text{mho/cm}$), el nivel de sales disueltas es moderado, aceptable para consumo. La dureza total (52 mg CaCO_3/L) muy bajo frente al límite (500 mg/L), se clasifica como agua blanda, lo cual puede resultar favorable para consumo humano y uso doméstico (evita incrustaciones en tuberías). El calcio (16 mg/L) y magnesio (2.9 mg/L) no normados en el DS 031-2010-SA con valores muy bajos, coherentes con la baja dureza total. La Alcalinidad (336 mg/L) tampoco está normada, es relativamente elevada, lo que explica el pH alcalino, funcionando como amortiguador frente a variaciones de acidez. Los sólidos disueltos totales – TDS (583 mg/L) por debajo del límite (1000 mg/L). El agua con concentración salina moderada, aceptable para consumo. La salinidad (600 mg/L, PSU) no está normada, pero está dentro de valores tolerables, sin riesgo para consumo. La turbiedad (4.3 NTU) por debajo del límite (5 NTU). El agua es visualmente aceptable, sin riesgo organoléptico. Los sulfatos (135.15 mg/L) por debajo del límite (250 mg/L), no hay riesgo de efectos laxantes ni alteración del sabor. Los cloruros (68.7 mg/L) muy por debajo del límite (250 mg/L), no generan sabor salado ni problemas de corrosión. El hierro (0.01 mg/L) muy por debajo del límite (0.3 mg/L) no genera color, turbidez ni sabor metálico.

Todos los parámetros cumplen con la normativa, excepto el pH (8.94), que sobrepasa el límite máximo permitido (8.5), el agua se caracteriza por ser ligeramente alcalina, de baja dureza y con salinidad moderada, lo que puede influir en su sabor y percepción organoléptica. Aunque la alcalinidad elevada contribuye a este pH alto, no representa un riesgo grave, pero sí constituye **un incumplimiento normativo**.

Tabla 05: Comparación de los parámetros fisicoquímicos del punto de muestreo 03, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parametros Fisicos Quimicos	UNIDAD	PM3	LMP	Cumplimiento
pH	Valor de pH	8.58	6.5 - 8.5	NO
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	785	1500	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ L ⁻¹	252.2	500	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg L ⁻¹	80.1	NC	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg L ⁻¹	12.6	NC	SI
Alcalinidad	mg L ⁻¹	299.1	NC	SI
Sólidos disueltos totales.	mg L ⁻¹	516	1000	SI
Salinidad PSU	mg L ⁻¹	520	NC	SI
Turbiedad	NTU	2.15	5	SI
Sulfatos (SO ⁴⁻)	mg SO ₄ L ⁻¹	102.47	250	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl L ⁻¹	51.2	250	SI
Hierro	mg L ⁻¹	0.01	0.3	SI

De acuerdo a lo observado en la tabla 05, el pH (8.58) supera levemente el límite máximo permitido (8.5), lo que indica que el agua es alcalina, lo que puede afectar el sabor (amargo) y representa un incumplimiento normativo. La conductividad eléctrica (785 µmho/cm) muy por debajo del límite (1500 µmho/cm), refleja un nivel moderado de sales disueltas, adecuado para consumo. La dureza total (252.2 mg CaCO₃/L) muy por debajo

del límite (500 mg/L), lo clasifica al agua como dura, lo cual no afecta la salud pero puede generar incrustaciones en tuberías o electrodomésticos. El calcio (80.1 mg/L) y magnesio (12.6 mg/L) no normados en el DS 031-2010-SA son los principales responsables de la dureza; los valores son aceptables y comunes en aguas subterráneas. La alcalinidad (299.1 mg/L) no regulada en la norma, pero relativamente elevada explica el pH ligeramente alto, ya que actúa como amortiguador frente a la acidez. Los sólidos disueltos totales - TDS (516 mg/L) muy por debajo del límite (1000 mg/L), con sales en concentración moderada, aceptable para consumo humano. La salinidad (520 mg/L, PSU)

No está normada, pero el valor es bajo, sin riesgo para consumo. La turbiedad (2.15 NTU) está muy por debajo del límite (5 NTU), el agua es clara y visualmente aceptable. Los sulfatos (102.47 mg/L), por debajo del límite (250 mg/L), no generan riesgos de sabor ni efectos laxantes. Los cloruros (51.2 mg/L) están muy por debajo del límite (250 mg/L), no ocasiona sabor salado ni corrosión en tuberías. El Hierro (0.01 mg/L) muy por debajo del límite (0.3 mg/L) no genera coloración, turbidez ni sabor metálico.

Todos los parámetros cumplen con la normativa, **excepto el pH (8.58)**, que se encuentra ligeramente por encima del límite máximo permitido (8.5), por lo que no cumple con la normatividad vigente.

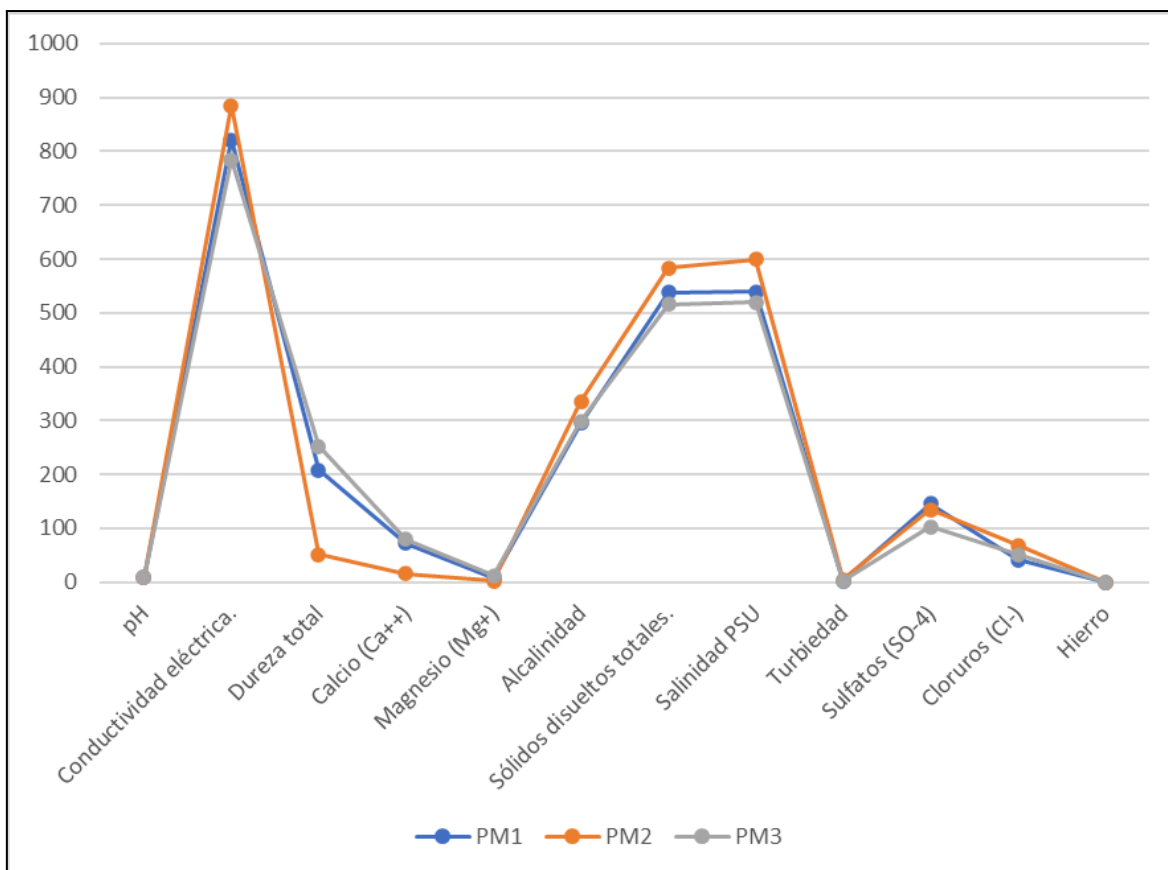


Figura 04: Comparación de los parámetros fisicoquímicos de las 03 muestras.

Conforme a lo mostrado en la figura 04, la comparación de los parámetros fisicoquímicos de los tres puntos de muestreo denota que el pH constituye el principal factor de incumplimiento normativo. El punto de muestreo 01 (PM1) presentó un valor de 8.36, dentro del rango establecido (6.5 – 8.5), mientras que el punto de muestreo 02 (PM2) alcanzó un pH de 8.94 y el punto de muestreo 03 (PM3) un pH de 8.58, ambos ligeramente superiores al límite máximo permitido, evidenciando una tendencia a la alcalinidad elevada, atribuida a los niveles relativamente altos de alcalinidad presentes en los tres pozos. Respecto a la conductividad eléctrica, todos los puntos mostraron valores muy por debajo del límite (1500 $\mu\text{mho/cm}$), con un rango entre 785 y 885 $\mu\text{mho/cm}$, reflejando una concentración moderada de sales disueltas. En cuanto a la dureza total, se identificaron diferencias significativas: el PM2 presentó agua blanda (52 mg CaCO_3/L), el PM1 agua moderadamente dura (208.2 mg CaCO_3/L) y el PM3 agua dura (252.2 mg CaCO_3/L). Esta variabilidad se relaciona directamente con las concentraciones de calcio y

magnesio, más bajas en el PM2 y más elevadas en el PM3. En el caso de los sólidos disueltos totales (TDS), los valores oscilaron entre 516 y 583 mg/L, todos inferiores al límite de 1000 mg/L, lo que indica un nivel aceptable de sales en el agua subterránea. La salinidad se mantuvo en valores moderados (520–600 mg/L), sin representar un riesgo para el consumo. En lo que respecta a la turbiedad, los tres puntos cumplieron con el límite (≤ 5 NTU), aunque el PM2 alcanzó 4.3 NTU, valor cercano al máximo permitido. Por otro lado, los valores de sulfatos, cloruros y hierro fueron considerablemente inferiores a los límites normativos, sin representar riesgos de sabor, corrosión ni toxicidad. En todos los casos, el hierro se encontró en concentraciones mínimas (0.01 mg/L).

En síntesis, los resultados muestran que los tres pozos de la urbanización Santa Clara presentan agua con calidad fisicoquímica adecuada para el consumo humano, con moderadas concentraciones de sales y aceptables características organolépticas. No obstante, se identificó como punto crítico el pH alcalino en PM2 y PM3, lo cual constituye un incumplimiento normativo que debe ser corregido para garantizar la potabilidad total del recurso.

4.2. VALORES DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A LOS LMP DEL DS N° 031-2010-SA DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI - JULIACA, 2025.

Tabla 06: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 01, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parámetros microbiológicos	UNIDAD	PM1	LMP	Cumplimiento
Coliformes totales	UFC/100 ml	288	0	NO
Escherichia Coli	UFC/100 ml	0	0	SI

Con se observa en la tabla 06, el análisis microbiológico del punto de muestreo 01 se evidenció la presencia de coliformes totales con un valor de 288 UFC/100 ml, lo cual supera ampliamente el límite máximo permisible establecido en el DS N° 031-2010-SA, que exige la ausencia total de estos microorganismos en el agua destinada para consumo humano. Este resultado refleja una contaminación bacteriológica probablemente asociada a infiltraciones de aguas residuales, desechos orgánicos o deficiencias en la protección del pozo excavado, lo que constituye un riesgo sanitario. Sin embargo, en el mismo análisis se determinó la ausencia de *Escherichia coli* (0 UFC/100 ml), cumpliendo con lo establecido en la normativa y evidenciando que no existe contaminación fecal directa. A pesar de ello, la alta concentración de coliformes totales determina que el agua del punto de muestreo 01 no es apta para el consumo humano sin un tratamiento previo de desinfección.

Tabla 07: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 02, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parámetros microbiológicos	UNIDAD	PM2	LMP	Cumplimiento
Coliformes totales	UFC/100 ml	850	0	NO
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml	0	0	SI

Con se aprecia en la tabla 07, el análisis microbiológico del punto de muestreo 02 se identificó una elevada concentración de coliformes totales con un valor de 850 UFC/100 ml, lo cual representa un incumplimiento absoluto frente a lo establecido en el DS N° 031-2010-SA, que exige la ausencia total de estos microorganismos en el agua destinada para consumo humano. Este hallazgo evidencia una contaminación bacteriológica severa, posiblemente originada por infiltración de aguas residuales, escasa protección del pozo excavado o la presencia de materia orgánica en las inmediaciones, lo que constituye un riesgo sanitario significativo para la población. No obstante, en el mismo análisis se verificó la ausencia de *Escherichia coli* (0 UFC/100 ml), cumpliendo con la normativa y descartando contaminación fecal directa. A pesar de ello, la elevada concentración de coliformes totales determina que el agua de este pozo no es apta para consumo humano sin un tratamiento de desinfección previo.

Tabla 08: Comparación de los parámetros microbiológicos del punto de muestreo 03, con los LMP del DS N° 031-2010-SA.

Parámetros microbiológicos	UNIDAD	PM3	LMP	Cumplimiento
Coliformes totales	UFC/100 ml	168	0	NO
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml	0	0	SI

De acuerdo a lo expuesto en la tabla 08, el análisis microbiológico del punto de muestreo 03 se detectó la presencia de coliformes totales con un valor de 168 UFC/100 ml, lo que constituye un incumplimiento respecto al DS N° 031-2010-SA, que establece como límite máximo permisible la ausencia total de estos microorganismos en el agua para consumo humano. Este resultado refleja la existencia de una contaminación bacteriológica moderada, probablemente asociada a la infiltración de aguas residuales o a deficiencias en la protección estructural del pozo, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública. Sin embargo, al igual que en los otros puntos, se verificó la ausencia de *Escherichia coli* (0 UFC/100 ml), cumpliendo con la normativa en este parámetro y descartando contaminación fecal directa. Pese a ello, la detección de coliformes totales invalida la potabilidad del recurso, por lo que el agua del pozo en el punto de muestreo 03 no es apta para consumo humano sin un tratamiento previo de desinfección, recomendándole la aplicación de medidas como la cloración o ebullición para garantizar su inocuidad.

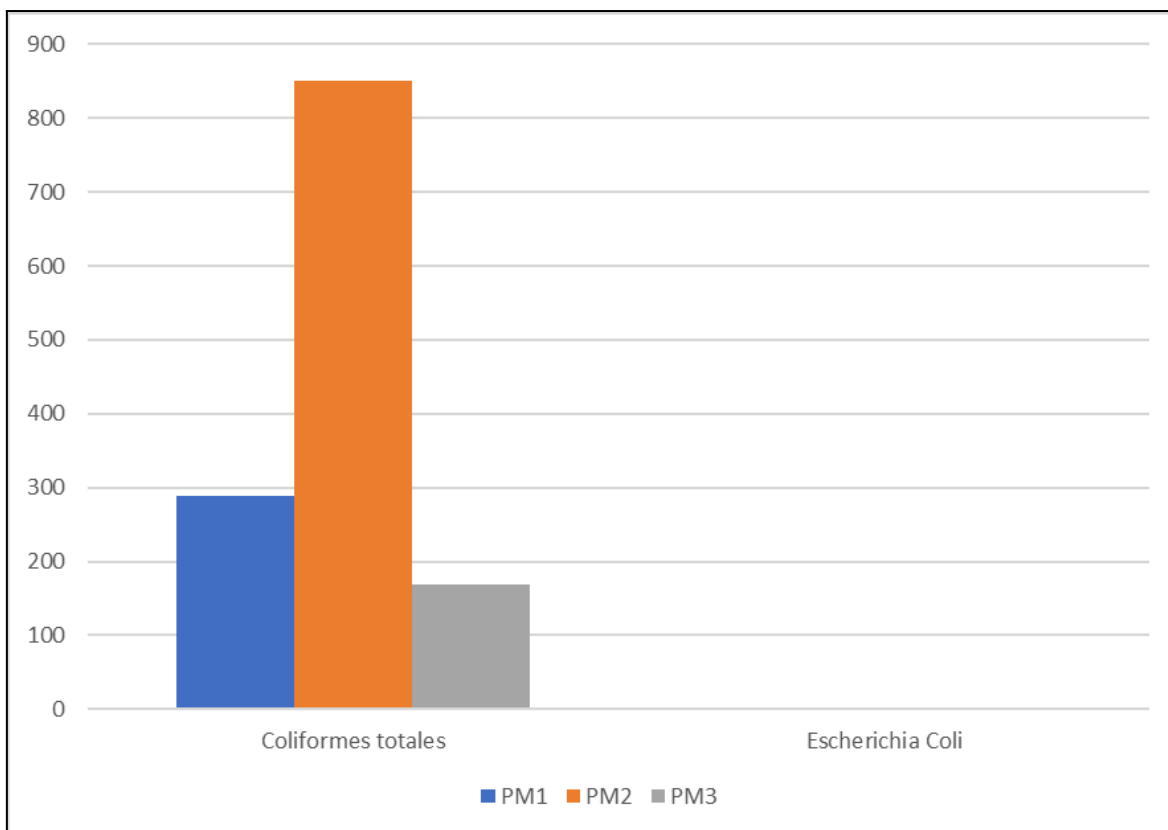


Figura 05: Comparación de los parámetros de las 03 muestras.

Como se aprecia en la figura 05, la comparación de los parámetros microbiológicos de los tres puntos de muestreo se evidenció que en todos los casos se presentó incumplimiento normativo en coliformes totales, lo cual invalida la potabilidad del agua subterránea de los pozos evaluados. En el punto de muestreo 01 (PM1) se registró un valor de 288 UFC/100 ml, en el punto de muestreo 02 (PM2) la concentración se elevó drásticamente a 850 UFC/100 ml, y en el punto de muestreo 03 (PM3) se encontró un valor intermedio de 168 UFC/100 ml. Estos resultados indican la existencia de una contaminación bacteriológica generalizada, siendo el PM2 el más crítico y el PM3 el de menor afectación, aunque todos superan el límite máximo permisible de 0 UFC/100 ml establecido en el DS N° 031-2010-SA.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A nivel de los resultado del valor del ph en la presente investigación se tiene un contraste con lo reportado por Ruiz (2022) en el Centro Poblado de Buena Vista, donde el agua del

reservorio presentó valores de pH estables (7.28) y dentro de norma, además de sólidos disueltos totales y conductividad muy inferiores a los observados en Juliaca.

De igual manera, en la investigación de Escobar (2024) en pozos del centro poblado de Vilcachile, los parámetros fisicoquímicos, incluido el pH (6.67–7.02), también se mantuvieron dentro del rango establecido, lo cual difiere de la ligera alcalinidad identificada en esta investigación.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, se encontraron niveles elevados de coliformes totales en todos los puntos de muestreo (288 UFC/100 ml en PM1, 850 UFC/100 ml en PM2 y 168 UFC/100 ml en PM3), lo que constituye un incumplimiento absoluto con la normativa sanitaria. Este resultado contradice lo señalado por Ruiz (2022) y Mamani (2022), quienes reportaron la ausencia de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* en sus muestras, concluyendo que el agua en sus áreas de estudio era apta para consumo humano.

A nivel de parámetros microbiológicos también encontramos una diferencia con los hallazgos de Escobar (2024) en Ilave, donde la presencia de coliformes fue prácticamente nula (<1 UFC/100 ml), garantizando la seguridad sanitaria del recurso.

Continuando con los parámetros microbiológicos, los resultados de esta investigación guardan similitud con lo reportado por Elías et al. (2022) en pozos de Virú y por donde se encontraron concentraciones elevadas de coliformes totales que oscilaron entre 87 y 1175 NMP/100 ml, lo cual demuestra una elevada concentración de éstos microorganismos que tal como indica el autor, ésto es muy inusual en la zona de investigación.

De la misma manera Apaza (2024) en la urbanización Magisterial de Juliaca, encontró promedios de 242.5 NMP/100 ml de concentraciones de coliformes totales, lo cual confirma que en determinadas zonas las aguas subterráneas a pesar de sus características no son aptas para consumo humano sin un tratamiento previo de desinfección.

De igual modo, los resultados se acercan a lo descrito por Ccapa (2024) en el sector Tunuhiri Grande, donde se hallaron niveles de coliformes totales que llegaron hasta 290 NMP/100 ml, reflejando condiciones de contaminación similares a las encontradas en los pozos de Santa Clara.

Por otro lado, el trabajo de Puma et al. (2022) en el ANP Pantanos de Villa aporta un contraste interesante, pues demostró que los sistemas naturales de depuración (humedales) reducen significativamente la presencia de coliformes y *Escherichia coli*. Esto resulta contradictorio frente a la realidad de la urbanización Santa Clara, donde la ausencia de barreras naturales y el deficiente sellado de los pozos excavados favorecen la infiltración de contaminantes microbiológicos, elevando la vulnerabilidad sanitaria del recurso.

4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.4.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = La calidad del agua en pozos de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, es apta para el consumo humano.

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = La calidad del agua en pozos de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, no es apta para el consumo humano.

La hipótesis nula planteó que la calidad del agua en los pozos de la urbanización Santa Clara es apta para el consumo humano, mientras que la hipótesis alternativa sostuvo lo contrario. Los resultados fisicoquímicos (Tablas 03, 04 y 05) mostraron en general cumplimiento con la normativa, salvo el pH, que en los puntos 02 (8.94) y 03 (8.58) excedió el rango permitido. Los resultados microbiológicos (Tablas 06, 07 y 08) evidenciaron la presencia de coliformes totales en todos los pozos (288, 850 y 168 UFC/100 ml respectivamente), superando el límite de 0 UFC/100 ml, aunque sin presencia de *Escherichia coli*.

Por lo tanto, se **rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna**, concluyendo que el agua de los pozos excavados en la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi – Juliaca, 2025, no es apta para el consumo humano.

4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = Los valores de los parámetros fisicoquímicos cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

La Hipótesis Alterna:

H_1 = Los valores de los parámetros fisicoquímicos no cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

La hipótesis nula estableció que los valores de los parámetros fisicoquímicos cumplen con los LMP del DS N.° 031-2010-SA, mientras que la hipótesis alterna planteó lo contrario. Según los resultados (Tablas 03, 04 y 05), la mayoría de parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los límites establecidos, con excepción del pH, que en los puntos de muestreo 02 (8.94) y 03 (8.58) superó el rango permitido (6.5 – 8.5). Por lo tanto, se rechaza parcialmente la hipótesis nula y **se acepta la hipótesis alterna**, concluyendo que los parámetros fisicoquímicos del agua de los pozos excavados no cumplen en su totalidad con los LMP, debido al incumplimiento del pH en dos de los puntos evaluados.

4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = Los valores de los parámetros microbiológicos cumplen de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

La Hipótesis Alterna:

H_1 = Los valores de los parámetros microbiológicos no cumplen de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.

La hipótesis nula planteó que los valores de los parámetros microbiológicos cumplen con los LMP del DS N.° 031-2010-SA, mientras que la hipótesis alterna sostuvo lo contrario. Los resultados obtenidos (Tablas 06, 07 y 08) evidenciaron la presencia de coliformes totales en todos los pozos evaluados (288, 850 y 168 UFC/100 ml), superando ampliamente el límite permitido de 0 UFC/100 ml, aunque se verificó la ausencia de *Escherichia coli*.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y **se acepta la hipótesis alterna**, concluyendo que los parámetros microbiológicos del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara no cumplen con los LMP, por lo que el agua no es apta para consumo humano sin un tratamiento previo.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua de los pozos excavados en la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi – Juliaca, 2025, no es apta para el consumo humano, debido principalmente a la presencia de coliformes totales en todos los puntos de muestreo, lo que representa un riesgo sanitario para la población.

SEGUNDA: Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados mostraron que la mayoría de parámetros cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N.º 031-2010-SA, excepto el pH en los puntos de muestreo 02 (8.94) y 03 (8.58), que superaron el rango permitido (6.5 - 8.5). En promedio, los valores de los parámetros analizados fueron: pH = 8.62, conductividad eléctrica = 830.3 $\mu\text{mho/cm}$, dureza total = 170.8 mg CaCO_3/L , sólidos disueltos totales = 545.6 mg/L, turbiedad = 3.09 NTU, sulfatos = 127.96 mg/L, cloruros = 53.7 mg/L y hierro = 0.01 mg/L. Estos resultados indican que, aunque en general la calidad fisicoquímica es aceptable y se encuentra dentro de norma, la ligera alcalinidad del agua podría influir en su sabor, corrosividad o interacción con la red de distribución.

TERCERA: La evaluación de los parámetros microbiológicos, determinó que en los tres puntos de muestreo los valores de coliformes totales fueron elevados: 288, 850 y 168 UFC/100 ml, lo que representa un promedio de 435.3 UFC/100 ml, superando ampliamente el límite de 0 UFC/100 ml establecido por la normativa. En contraste, se verificó la ausencia de *Escherichia coli* en todos los puntos (0 UFC/100 ml), lo que descarta contaminación fecal directa. Sin embargo, la presencia generalizada de coliformes totales confirma que el agua no cumple con la normatividad.

RECOMENDACIONES

PRIMERO: A la Municipalidad Provincial de San Román – Juliaca, en coordinación con la Dirección Regional de Salud (DIRESA Puno), implementar programas de control y monitoreo permanente de la calidad del agua subterránea en la urbanización Santa Clara. Además, se sugiere difundir a la población medidas de prevención y advertencia sobre los riesgos de consumir agua directamente de los pozos excavados sin un tratamiento previo.

SEGUNDO: A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y a la Municipalidad Distrital de Juliaca promover la vigilancia de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea, en especial el control del pH, que en promedio alcanzó valores de 8.62, ligeramente superiores a lo establecido en dos de los puntos de muestreo. Asimismo, se aconseja desarrollar capacitaciones a la población sobre el uso de filtros y correctores de pH para reducir riesgos asociados a la alcalinidad del agua.

TERCERO: A la Dirección Regional de Salud (DIRESA Puno) y a las Juntas Vecinales de la urbanización Santa Clara implementar de manera inmediata un sistema de desinfección bajo supervisión profesional, ya que los valores promedios de coliformes totales (435.3 UFC/100 ml) superan ampliamente los límites permisibles. Igualmente, se aconseja gestionar proyectos de infraestructura para la instalación de sistemas de potabilización comunitaria, garantizando un suministro de agua segura para el consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. R. C., & Quisbert, L. A. Q. (2023). Evaluación del riesgo de contaminación y la calidad de agua de consumo humano en pozos autoadministrados en el distrito central del municipio de Vinto, Cochabamba – Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), Article 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7325
- Ambientum. (2022). *Propiedades físicas y organolépticas*. https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/propiedades_fisicas_y_organolepticas.asp
- Apaza Mamani, E. (2024). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización magisterial del sector Taparachi—Juliaca, 2024. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/941>
- Barrenechea, A. (2004). *Aspectos Físicoquímicos de la Calidad del Agua* (Vol. 1). <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Beltrán, H., & Giraldo, G. (2011). *Detalles de: Determinación de indicadores de contaminación fecal (coliformes fecales)*: Colección Bibliográfica sobre Bogotá Koha. https://biblioarchivo.bogota.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=219543&shelfbrowse_itemnumber=211537
- Benavides-Serrano, M. E., Choto-Quintanilla, M. D., Pineda-Zaldaña, E. A., Rodríguez-Urrutia, E. A., Ramos-Sosa, R. A., & Arriaza-Alfaro, C. M. (2023). *Caracterización del agua de pozos para consumo humano en tres caseríos del cantón San Francisco Amatepe, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.10263397>
- Bruni, M. (2020). *Pozos excavados (noria) | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!* <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua-del-sistema/captacion/pozos-excavados-%28noria%29>

- Ccapa Huayta, L. C. (2024). Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhiri Grande centro poblado de Ichu—Puno—2023. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/827>
- Clegg, M., & Asenjo, J. (2015). *Desafíos del agua urbana en las Américas: Perspectivas de las Academias de Ciencias*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245202>
- Elías Silupu, J. W., Gutiérrez Pérez, B. N., Narváez Gonzales, W. R., & Chávez García, S. C. (2022). Evaluación de la Calidad de Agua de los Pozos Sector Porvenir la Caña, Distrito de Virú y su Ulterior Potabilización: Evaluation of the Water Quality of the Wells of the Porvenir la Caña Sector, District of Viru and its Subsequent Potabilization. *SENDAS*, 3(1), 65-94. <https://doi.org/10.47192/rcs.v3i1.80>
- Escobar Molina, K. Y. (2024). Concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos del centro poblado de Vilcachile, Ilave, 2023. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/904>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.
- Huanca, A. C. (2014). Distritalización: Una solución para el desarrollo de Juliaca. *Espacio y Desarrollo*, 26, 143-164.
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espaciodydesarrollo/article/view/13971>
- López, M., Romano, E., & Triana, J. (2005). *El Agua*.
<https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/253/1/495.pdf>
- Mamani Cajia, R. (2022). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo para consumo humano en la Comunidad Añavile Distrito Cabana-San Roman-Puno-2021. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC S.A.C./236>
- MINISTERIO DE SALUD. (2010). *Decreto Supremo N.° 031-2010-SA*.
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

- Portuguez, R. (2008). *Excavación De Pozos: Medidas Preventivas Medidas Preventivas*.
https://www.academia.edu/15990540/EXCAVACION_DE_POZOS_Medidas_Preventivas_Medidas_Preventivas
- Puma-Quispe, A., Zavaleta-Muñoz, P. J., Palma-Ventura, T. F., & García-Medina, V. M. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea en un sector de la Zona de Reglamentación Especial de Los Pantanos de Villa. *South Sustainability*, 3(2), e062. <https://doi.org/10.21142/SS-0302-2022-e062>
- Rocha Echalar, D. S., Aquino Rocha, J. H., & Cayo Chileno, N. G. (2022). Caracterización hidroquímica de aguas subterráneas dentro del área de cobertura del caudal Cajamarca, Bolivia. *Ingeniería*, 33(1). <https://doi.org/10.15517/ri.v33i1.50946>
- Rodriguez-Alvarez, M. S., Moraña, L. B., Salusso, M. M., & Seghezzi, L. (2017). Caracterización espacial y estacional del agua de consumo proveniente de diversas fuentes en una localidad periurbana de Salta. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(4), 366-376. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.006>
- Ruiz Alania, E. Y. (2022). Análisis fisicoquímico y microbiológico de la calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado de Buena Vista, Distrito De Pozuzo, Provincia De Oxapampa—Perú, 2021. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2606>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. C. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019
- Sanches, D. (2015). *TEMA 11: Calidad del Agua y su Control* [Universidad de Castilla - La Mancha].
https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf
- Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico* (1a ed). Ediciones de la U.

- Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- SUNASS. (2023). *El 10 % la población peruana no tiene agua potable y 23 % no accede al alcantarillado—Noticias—Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento—Plataforma del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/sunass/noticias/781301-el-10-la-poblacion-peruana-no-tiene-agua-potable-y-23-no-accede-al-alcantarillado>
- UNICEF. (2023). *Agua, saneamiento e higiene (WASH)*. <https://www.unicef.org/es/agua>
- Vélez, M., Ortiz, C., & Vargas, M. (2011). *Las Aguas Subterráneas Un Enfoque Práctico*. Imprenta Nacional. <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadadas/Documents/Aguas-subterranas-enfoque-practico.PDF>
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Waller, R. (1992). *La Ciencia del Agua para Escuelas: Pozos subterráneos*. <https://water.usgs.gov/gotita/earthgwwells.html>
- WHO, G. (1995). *Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones*. (Segunda edición).
- Zaninovich, S. C., & Nuñez, M. G. (2011). Agua: Fuente de vida. En *Problematizaciones sobre los bienes naturales. Visiones alternativas: Una introducción a los temas ambientales que nos preocupan*. Argentina. Ministerio de Educación. Secretaría de Políticas Universitarias; Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de

Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/120875>

Zarza, L. (2019, octubre 17). *¿Cuántos tipos de agua hay?* [Text]. iAgua; iAgua.

<https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

Zegarra Butrón, A. T. (2018). Dispersión de Contaminantes Biológicos en las Aguas subterráneas de la zona sur de la ciudad de Juliaca—2017. *Universidad Andina*

Néstor Cáceres Velásquez. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1358>

Zuta Medina, F. V. (2023). *Estudio de la evolución temporal de la concentración de coliformes fecales en aguas marinas usando imágenes satelitales en las inmediaciones de la Bahía Pucusana y la PTAR Chira, Lima – Perú.*

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia de la investigación.
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI - JULIACA, 2025.

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL				
¿Cómo es la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?	Determinar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	La calidad del agua en pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025, no es apta para el consumo humano.	VI. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua	Parámetros físicos: - Temperatura - Turbidez - Conductividad eléctrica - Sólidos totales disueltos Parámetros químicos: - pH - Cloruros - Sulfatos - Dureza total - Nitratos. Análisis	- Análisis laboratorio - Decreto Supremo N° 031-2010-SA	Estadística general: Comparación de medias con los LMP Programas. - Microsoft Office Excel		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	VD. Calidad de Agua	Parámetros microbiológicos - Coliformes totales - Coliformes termotolerantes LMP del D.S. N° 031-2010-SA.		
¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?	Evaluar los valores de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros fisicoquímicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.				
¿Cuáles son los valores de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025?	Evaluar los valores de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Santa Clara del sector Chilla Morogachi - Juliaca, 2025.				

Anexo 02: Requisitos de calidad microbiológicos

Límites máximos permisibles para parámetros microbiológicos y parasitológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC /100 ml a 35°C	0(*)
2. E. Coli	UFC/ 100 ml a 44.5°C	0(*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 ml a 44.5°C	0(*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 ml a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org /L	0
6. virus	UFC /ml	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org /L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo I.

Anexo 03: Requisitos de calidad fisicoquímicos.

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo II.

Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos

Parámetro	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (Nota 1)	mg AS L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN L ⁻¹	0,007
7. Cloro (Nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo Total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg FL ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 exposición Corta 0,20 exposición Larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg MO L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹

Nota 2: Par una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo III

Anexo 04: Análisis de laboratorio para la muestra 01.

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
RUC: 20602260411

LABORATORIO
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N° 031-0126-2025

I. DATOS GENERALES

Asunto : Análisis de agua para Consumo Humano
Entidad solicitante (Sr.)(Sra.)(Sres.) : PORFIRIO COSI CHURA
DNI / RUC : 02034301
Tipo de análisis : Físico químico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : PUNO
Provincia : SAN ROMAN
Distrito : JULIACA
Dirección : URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI
Tipo de agua : Sub suelo
Coordenadas : PUNTO 01 - 382.351,596 8287755.14 19 L.CC
Fecha de muestreo : 20/06/2025
Hora de muestreo : 15:22 PM
Cantidad de muestra : 650 ml
Muestreado por : Tec. Sander Belizario HYDRALT SRL
Fecha de análisis : 21/06/2025
OBSERVACIÓN : CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI-JULIACA, 2025.

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR : Aceptable COLOR AP: Aceptable SABOR : Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	8.36
Temperatura	°C	-	12.53
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	821
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	208.2
Calcio como Ca ²⁺	mg/l	-	72.1
Magnesio como Mg ²⁺	mg/l	-	6.8
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	296
Solidos Totales Disueltos	mg/l	1000	538
Salinidad PSU	g/l	-	0.54
ORP	mV	-	298.2
turbiedad	NTU	5	2.81
Sulfatos SO ₄ ⁼	mg/l	250	146.26
Cloruros Cl ⁻	mg/l	250	41.2
Hierro	mg/l	0.30	< 0.01

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	288
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	0

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada

* Límites máximos permitidos de acuerdo al reglamento de calidad del agua para consumo humano - DIGESA

Juliaca, lunes, 23 de Junio de 2025



INFORMES: 991322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Escaneado con CamScanner

Anexo 05: Análisis de laboratorio para la muestra 02.

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
RUC: 20602260411

LABORATORIO
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N° 031-0127-2025

1. DATOS GENERALES

Asunto : Análisis de agua para Consumo Humano
Entidad solicitante (Sr.)/(Sra.)/(Sres.) : PORTRIO COSI CURTA
DNI / RUC : 07034301
Tipo de análisis : Físico químico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACIÓN Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : PUNO
Provincia : SAN ROMAN
Distrito : JULIACA
Dirección : URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI
Tipo de agua : Sub suelo
Coordenadas : PUNTO 02 - 382,290,998 8288161.25 19 L.CC
Fecha de muestreo : 20/06/2025
Hora de muestreo : 15:03 PM
Cantidad de muestra : 650 ml
Muestreado por : Tec. Sander Belizario HYDRALT SRL
Fecha de análisis : 21/06/2025
OBSERVACIÓN: CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI-JULIACA, 2025.

2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR : Aceptable COLOR AP: Aceptable SABOR : Aceptable

3. CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	8.94
Temperatura	°C	-	12.32
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	885
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	52.0
Calcio como Ca ²⁺	mg/l	-	16.0
Magnesio como Mg ²⁺	mg/l	-	2.9
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	336
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	583
Salinidad PSU	g/l	-	0.6
ORP	mV	-	248.2
turbiedad	NTU	5	4.3
Sulfatos SO ₄ ⁼	mg/l	250	135.15
Cloruros Cl ⁻	mg/l	250	68.7
Hierro	mg/l	0.30	< 0.01

4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	850
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	0

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada

* Límites máximos permitidos de acuerdo al reglamento de calidad del agua para consumo humano - DIGESA

Juliaca, lunes, 23 de Junio de 2025



INFORMES: 991322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Escaneado con CamScanner

Anexo 06: Análisis de laboratorio para la muestra 03.

HYDRALT S.
R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
RUC: 20602260411

LABORATORIO
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N° 031-0128-2025

1. DATOS GENERALES

Asunto : Análisis de agua para Consumo Humano
Entidad solicitante (Sr.)(Sra.)(Sres.) : PORFIRIO COSI CHURA
DNI / RUC : 02034301
Tipo de análisis : Físico químico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : PUNO
Provincia : SAN ROMAN
Distrito : JULIACA
Dirección : URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI
Tipo de agua : Sub suelo
Coordenadas : PUNTO 03 - 382,362,703|8287503.16 19 L CC
Fecha de muestreo : 20/06/2025
Hora de muestreo : 14:44PM
Cantidad de muestra : 650 ml
Muestreado por : Tec. Sander Belizario HYDRALT SRL
Fecha de análisis : 21/06/2025
OBSERVACIÓN: CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS EXCAVADOS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CLARA DEL SECTOR CHILLA MOROGACHI-JULIACA, 2025.

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR : Aceptable COLOR AP: Aceptable SABOR : Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	8.58
Temperatura	°C	-	12.36
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	785
Dureza Total como CaCO3	mg/l	500	252.2
Calcio como Ca2+	mg/l	-	80.1
Magnesio como Mg2+	mg/l	-	12.6
Alcalinidad como CaCO3	mg/l	-	299.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	516
Salinidad PSU	g/l	-	0.52
ORP	mV	-	277.5
turbiedad	NTU	5	2.15
Sulfatos SO4=	mg/l	250	102.47
Cloruros Cl-	mg/l	250	51.2
Hierro	mg/l	0.30	< 0.01

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	168
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	0

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada

* Límites máximos permitidos de acuerdo al reglamento de calidad del agua para consumo humano - DIGESA

Juliaca, lunes, 23 de Junio de 2025



INFORMES: 991322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Escaneado con CamScanner

Anexo 07: Galería fotográfica.

