

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN
POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL DEL SECTOR
TAPARACHI - JULIACA, 2024**

PRESENTADA POR:

ESTANISLAO APAZA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



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



5.23%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 25 JUL 2024, 6:00 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.27%

● CHANGED TEXT
3.95%

Report #22170769

ESTANISLAO APAZA MAMANI // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL DEL SECTOR TAPARACHI - JULIACA, 2024 RESUMEN El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, para ello se ha consignado el análisis de cuatro pozos los cuales han sido muestreados de acuerdo al protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos documento que ha sido proveído por la ANA, siendo los resultados para los valores de los parámetros fisicoquímicos como el pH = 6.71, C.E. = 0.83 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], Sólidos disueltos totales = 0.41[mg/L], nitratos = 0.02 [mg NO₃/L] en los cuatro pozos tiene un valor constante, es decir no varía de pozo a pozo, seguidamente notamos que en los valores de los parámetros de magnesio = 85.28 [mg/L] , calcio = 166.44 [mg/L] y cloruros = 85.10 [mg Cl/L] existe una mínima diferencia de pozo a pozo, donde sí existe una variación es de los parámetros Sulfatos = 116.75 [mg SO₄/L] y Dureza total = 662.00 [mg CaCO₃/L] de pozo a pozo se muestran diferencias, se concluye que los parámetros no cumplen con la normatividad vigente; en el caso de los parámetros microbiológicos alcanzan valores para coliformes termotolerantes en promedio de 33 [NMP/100 ml], parámetro que no varía mucho entre los diferentes pozos, lo

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN
POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL DEL SECTOR
TAPARACHI - JULIACA, 2024**

PRESENTADA POR:

ESTANISLAO APAZA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería, Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 30 de julio del 2024.

DEDICATORIA

Dedico a mi compañera y madre de mi hijo, tu amor y apoyo ha sido la base de nuestro hogar. Esta investigación tesis es un tributo a la colaboración, paciencia y comprensión que has brindado a lo largo de este viaje académico. Gracias por ser un pilar de fortaleza y un ejemplo para nuestro hijo. Tu presencia en mi vida es un regalo invaluable y este logro es nuestro, en equipo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente: M.Sc. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
- Primer miembro: Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Segundo miembro: Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez,

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

Es necesario hacer un énfasis en agradecer a los habitantes, vecinos y autoridades de la urbanización “Magisterial” del sector Taparachi en Juliaca, por brindarme las facilidades para el desarrollo de mi trabajo de investigación en sus propiedades.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	13
1.2. ANTECEDENTES	13
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	13
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	15
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	18
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	19
2.1.1. CALIDAD DE AGUA.	19

2.1.2. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	19
2.1.3. AGUA SUBTERRÁNEA.	20
2.1.4. IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.	22
2.1.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	22
2.1.6. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	24
2.1.7. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	25
2.1.8. REGLAMENTO PERUANO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.3. MARCO LEGAL.	29
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.	30
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	30
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	31
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	32
3.2.1. POBLACIÓN.	32
3.2.2. MUESTRA.	32
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	33
3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.	33
3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3.5. MATERIALES	34
3.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	35

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	37
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	37
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:	
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS.	39
4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.	39
4.1.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.	41
4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL AGUA.	43
4.2.1. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA RESPECTO AL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.	43
4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	48
4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	48
4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	49
4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Ubicación de los puntos de muestreo.	33
Tabla 02: Operacionalización de las variables de investigación.	37
Tabla 03 Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 04 pozos excavados de la Urbanización Magisterial del Sector Taparachi - Juliaca.	39
Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos de los 04 pozos excavados de la Urbanización Magisterial del Sector Taparachi - Juliaca.	41
Tabla 05: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 01(PM1).	43
Tabla 06: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 02 (PM2).	45
Tabla 07: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 03 (PM3).	46
Tabla 08: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 04(PM4).	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ciclo hidrológico del agua.	21
Figura 02: Ubicación del Distrito de Juliaca en la provincia de San Román.	31
Figura 03: Ubicación de la urbanización Magisterial del Sector de Taparachi.	32
Figura 04: Ubicación de los pozos en la urbanización Magisterial del Sector de Taparachi.	33
Figura 05: Resultados de los parámetros fisicoquímicos por pozo excavado.	40
Figura 06: Resultados de los parámetros microbiológicos por pozo excavado.	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Requisitos de calidad microbiológicos	58
Anexo 02: Requisitos de calidad físicos y químicos	59
Anexo 03: Resultados de laboratorio sobre el análisis fisicoquímico.	61
Anexo 04: Resultados de laboratorio sobre los análisis bacteriológicos.	62
Anexo 05: Matriz De Consistencia.	63

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, para ello se ha consignado el análisis de cuatro pozos los cuales han sido muestreados de acuerdo al protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos documento que ha sido proveído por la ANA, siendo los resultados para los valores de los parámetros fisicoquímicos como el pH = 6.71, C.E. = 0.83 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], Sólidos disueltos totales = 0.41[mg/L], nitratos = 0.02 [mg NO_3/L] en los cuatro pozos tiene un valor constante, es decir no varía de pozo a pozo, seguidamente notamos que en los valores de los parámetros de magnesio = 85.28 [mg/L] , calcio = 166.44 [mg/L] y cloruros = 85.10 [mg Cl/L] existe una mínima diferencia de pozo a pozo, donde sí existe una variación es de los parámetros Sulfatos = 116.75 [mg SO_4/L] y Dureza total = 662.00 [mg CaCO_3/L] de pozo a pozo se muestran diferencias, se concluye que los parámetros no cumplen con la normatividad vigente; en el caso de los parámetros microbiológicos alcanzan valores para coliformes termotolerantes en promedio de 33 [NMP/100 ml], parámetro que no varía mucho entre los diferentes pozos, lo contrario sucede para el parámetro de coliformes totales en promedio de 242.5 [NMP/100], por lo que se concluye que la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca en el año 2024, no cumplen con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, ésto se ha verificado en los 4 pozos estudiados, por lo que se concluye que no es apta para consumo humano.

Palabras clave: Calidad de agua, LMP, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos, Pozos.

ABSTRACT

The objective of this investigation has been to determine the quality of water for human consumption in excavated wells of the Magisterial urbanization in the Taparachi - Juliaca sector, 2024, for this purpose the analysis of four wells has been recorded, which have been sampled according to the protocol. National water resources quality document that has been provided by the ANA, with the results for the values of the physicochemical parameters such as pH = 6.71, E.C. = 0.83 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], total dissolved solids = 0.41 [mg /L], nitrates = 0.02 [mg NO₃/L] in the four wells has a constant value, that is, it does not vary from well to well, then we note that in the values of the magnesium parameters = 85.28 [mg/L], Calcium = 166.44 [mg/L] and Chlorides = 85.10 [mg Cl/L] there is a minimum difference from well to well, where there is a variation is in the parameters Sulfates = 116.75 [mg SO₄/L] and Total hardness = 662.00 [mg Ca CO₃/L] since from well to well if differences are shown, it is concluded that the parameters do not comply with current regulations; In the case of the microbiological parameters, they reach values for thermotolerant coliforms on average of 33 [NMP/100 ml], a parameter that does not vary much between the different wells, the opposite happens for the parameter of total coliforms on average of 242.5 [NMP/100], therefore it is concluded that the quality of water for human consumption in excavated wells of the Magisterial urbanization of the Taparachi - Juliaca sector in the year 2024, do not comply with the regulation of the quality of water for human consumption of DS 031-2010 -SA, this has been verified in the 4 wells studied, so it is concluded that it is not suitable for human consumption

Keywords: Water quality, LMP, Physicochemical parameters, Microbiological parameters, Wells.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para una variedad de actividades humanas, desde el consumo personal hasta la agricultura y la industria. La calidad del agua es fundamental para mantener la salud humana y el funcionamiento óptimo de los ecosistemas. La constante contaminación al ambiente provocó que su calidad se vea afectada negativamente reduciendo así, la variedad de usos que puede ofrecer. Los sistemas de agua potable y alcantarillado son cruciales para garantizar que el suministro de agua sea seguro y confiable para su consumo. En los países desarrollados, se han establecido sistemas de gestión del agua potable y saneamiento que son bastante avanzados, lo que permite proporcionar agua limpia y segura a gran parte de la población.

La contaminación microbiana del agua potable con aguas residuales y excrementos humanos es una de las más comunes y peligrosas, porque cuando la contaminación es reciente y los microorganismos patógenos están presentes en el agua, existe un riesgo significativo de que permanezcan vivos y activos, lo que aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades (Vergaray y Méndez, 1994).

Para evitar este tipo de inconvenientes se debe verificar la calidad del agua, la cual, no debe representar ningún riesgo para la salud humana y debe estar libre de contaminantes químicos, biológicos y físicos que puedan causar irritación, intoxicación o infección. De igual forma no debe presentar características físicas como turbidez y color que pueden indicar la presencia de impurezas (Calsín, 2016).

Es fundamental tener en conocimiento de la calidad del agua que consumen los pobladores de la Urb. Magisterial en Taparachi del distrito de Juliaca y verificar si ofrece una calidad que cumpla con los estándares requeridos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto global actual, uno de los recursos más importantes para la supervivencia, el agua, está enfrentando un problema de presión creciente debido al crecimiento demográfico y con ellos el aumento de asentamientos humanos generalmente no adecuados para un desarrollo óptimo. Dicha dificultad ha provocado una competencia constante por el recurso hídrico ocasionando una explotación errónea de las aguas subterráneas. (Calsín, 2016).

Dentro de todas las dificultades existentes en nuestro país, la más preocupante es la contaminación constante del agua, especialmente por la actividad humana, que trae como consecuencia la mala calidad del agua destinada para el consumo humano puesto que los cuerpos de agua superficial y aguas subterráneas no se encuentran en óptimas condiciones. Esto evidencia la existencia de un obstáculo para el gobierno que tiene como objetivo que todos los ciudadanos puedan gozar de un agua potable en sus hogares. (MINAM, 2011).

La EPS SEDA Juliaca S.A, empresa encargada de la repartición de agua potable a cada hogar perteneciente a la ciudad de Juliaca, actualmente no cuenta con los recursos necesarios para cumplir su óptimo funcionamiento debido a su escasez en redes de distribución. Muchos hogares se ven en la obligación de obtener agua en abastecimientos cercanos a fuentes subterráneas, ya que en sus hogares el agua potable de calidad jamás llega. Dichas aguas que captan no siguen un proceso estándar o regulado, sino

que se realizan de manera informal y sin supervisión adecuada. Además, no se realizan análisis para verificar la composición química del agua ni se hacen pruebas para detectar la presencia de microorganismos potencialmente dañinos para la salud (Guimaraes, 2015).

En la Urb. Magisterial de Tarapachi pertenecientes a la ciudad de Juliaca se encuentran unos pozos destinados para el consumo humano, pero cuyo uso se puede considerar perjudicial debido que estas agua no son tratadas bajo ningún tipo de parámetro o monitoreo, por lo tanto la calidad del agua es incierta. Se resalta la importancia de realizar los estudios necesarios para no perjudicar a los ciudadanos, ya que, si resulta ser dañina, su consumo directo podría perjudicar la salud de los residentes provocando enfermedades vinculadas al sistema digestivo y debilitando su sistema inmunológico.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros físico-químicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?
- ¿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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

Oleas (2018), en su proyecto de investigación titulado "Análisis Integral de la Calidad del Agua para Consumo Humano en la Parroquia Rural de Cubijfes, Cantón Riobamba", evaluar la condición del agua de dicha zona bajo los parámetros necesarios fue su meta principal. Por eso, primero se evaluará la conductividad temperatura, TDS, temperatura (físicos), después el nitrato, pH, fluoruro (químicos), por último la Coli fertilizantes

(microbiológicos), El cumplimiento de las normas se evalúa en el parámetro químico, en cuanto a los físicos se revisan el correcto cumplimiento de los estándares normativos; de acuerdo a los resultados se sugiere que para evitar la contaminación dentro del hogar, se debe realizar el proceso de cloración en el depósito de agua. Además, es aconsejable construir una estructura segura que se adecue a las condiciones necesarias para proteger los taludes al aire libre. Esto no solo garantizará la pureza del agua utilizada en casa, sino que también contribuirá a mantener la estabilidad y seguridad de los terrenos circundantes.

León et al. (2021), desarrolló un análisis sobre la calidad de las aguas encontradas en los pozos del Consejo Popular Soledad (Santiago de Cuba) y averiguar si realmente cumple con los estándares y no sobrepasa los límites. Durante el año 2020 se realizaron 5 muestras, y los resultados fueron desalentadores ya que se comprobó que muchos de los valores excedían los límites establecidos, es decir, el pozo estaba contaminado albergando un elevado contenido de ciertos componentes (HCO_3 , nitrato: NO_3 , nitrito: NO_2 , coliformes totales: CT, CTT, Escherichia coli: E. coli.), debido a los resultados se concluye que el agua de dichos pozos no es apta para el consumo humano, de igual manera no es recomendable para abastecer a los residentes. Es necesario realizar un proceso de tratamiento para luchar contra la contaminación y eliminar las bacterias. Actividades diarias que requieren el agua (riego, toxicidad sobre los cultivos, salinización del suelo, etc.), tampoco pueden ser correctamente eficaces ya que la calidad del agua no es apta. El abasto animal es la única actividad en la que se puede recomendar el uso de estas aguas..

Silvera et al. (2021), en las fuentes hídricas naturales como el pozo y el río de Miramar realizó un análisis para averiguar la calidad del agua. Para ello, se realizó una toma de muestras para identificar los valores y compararlos con los parámetros establecidos por la autoridad encargada. Mediante el resultado de los muestreos se concluyó que la calidad del pozo es regular y en caso del río es muy deficiente. Además las muestras realizadas en las casas y la institución educativa demostraron que exceden los límites establecidos

por la legislación de agua potable (aún vigente), especialmente en el parámetro microbiológico ya que hay indicios de la bacteria *Escherichia Coli*. Además se utilizó tecnología innovadora para conocer el índice de la calidad del agua mediante una aplicación Android que basa sus resultados mediante la técnica sumativa Brown, este modelo sugiere varias ventajas, ya que facilita la accesibilidad a los resultados de los muestreos respectivos de manera rápida y eficaz. Por último se concluyó que el pozo encargado de abastecer a la población se encuentra en condiciones pésimas para el consumo humano, resultando un riesgo inminente para la salud de aquellos que la consumen directamente.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

Talavera (2018), en su trabajo de indagación titulado: "Estudio de la Calidad del Agua Potable en los Caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre, Yarinacocha, Ucayali", evaluó las fuentes de agua tanto subterráneas como superficiales que sirven de abastecimiento para Yarinacocha, específicamente los caseríos de Nueva Luz Fátima de Mariscal, considerando los indicadores microbiológicos, químicos y físicos. Los resultados demostraron que el agua no es apta para el consumo ya que las dos fuentes hídricas contienen Coliformes Totales y Termotolerantes (encima de LMP), en el índice fisicoquímico también excede los límites a excepción de las característica de la turbiedad. Apolinario y Araujo (2018), mediante un trabajo bajo el titulado: "Estudio Integral de la Calidad del Agua Subterránea en 12 Asentamientos Humanos de los Distritos de Callería y Yarinacocha-Coronel Portillo, departamento de Ucayali", que mediante los respectivos muestreos realizados a doce pozos pertenecientes sus resultados fueron desfavorables en el aspecto físico químico ya que exceden los límites del los LMP instaurados en el Decreto Supremo número 031-2010-S.A. por lo que 9 de los doce evaluados no cumplen con los LMP en los CT, en caso de los CTT ocho pozos no están en cumplimiento con los límites máximos permisibles según dicta el Decreto Supremo número 031-2010-SA, pero siete pozos mostraron resultados aún más desfavorables ya que en los dos aspectos ya mencionados sobrepasan los valores considerados permisibles (138 UFC/100ml en CT y

106 UFC/100ml en CTT). La conclusión es que las fuentes hídricas evaluadas están en un estado inaceptable, además es notoria su falta de infraestructura respecto a canales de aguas negras, ya que solo se identificaron siete letrinas y pozos empleados para este tipo de procedimiento.

Mendoza (2018) se encargó de realizar un análisis de las aguas superficiales ubicados en Sacsamarca-Ayacucho, para confirmar si estas se encontraban en óptimas condiciones para su consumo, para ello se tuvo en cuenta los tres parámetros (químico, físico y microbiológico). Se concluyó que la normatividad peruana que los valores presentados en los muestreos no sobrepasan los límites impuestos, específicamente en la categoría número 3 - LMP para uso doméstico. Se demostró que elementos como el fosfato y el Arsénico son mayores al límite propuesto. Estos fueron los únicos límites que se evaluaron y registraron respectivamente, considerando los estándares de calidad del agua estableciendo una delimitación temporal durante el período de los años 2008 al 2017.

Atencio (2018), concluyó que las aguas contenidas en dichas Fuentes hídricas no son aptas para el consumo humano ya que sus valores de coliformes totales (900 UFC/100 mL) y fecales (1 UFC/100 mL) se encuentran por encima de los límites permisibles. Como referentes se consideró el D.S. número 031-2010-S.A., el decreto supremo número 004-2017-Ministerio del Ambiente que explica detalladamente los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua” (Categoría 1-Subcategoría A) encargada de establecer los límites de la evaluación de aguas superficiales que tienen objetivo ser utilizadas para consumo de la población.

Aguilar y Navarro (2018), determinaron de acuerdo a los valores obtenidos que los índices químicos pertenecientes al muestreo realizado de la captación del Abastecimiento de agua perteneciente a Llañucancho, una comunidad ubicada en Abancay, no excede en ningún aspecto (nivel de alcalinidad, dureza, cloruros, etc.) de acuerdo a los límites máximos permisibles designados en el Decreto Supremo número 031-2010-S.A.

Odcio et al. (2021), realizó un trabajo, cuyo espacio de indagación estuvo ubicado en Ucayali-Coronell Portillo, tres lugares fueron elegidas para muestreo, ya que sus agua confluyen de una misma laguna (Yarinacoch) y quebrada (Tushmo). Los tres indicadores a evaluar fueron físico, químico y biológico. Para verificar si el agua es potable, los resultados se compararon con los LMP establecidos por el Ministerio del Ambiente en el Decreto Supremo número 004-2017; los resultados fueron variados, por ello se concluye que tanto en el lugar dos y tres (L2 y L3), tiene distintos resultados en comparación al lugar uno (L1). Respecto a los parámetros químicos no se observaron cambios muy notables en el resultado de la concentración de metales en los tres lugares, según el nivel del agua (medio o profundo), además no superaron los límites establecidos. Por último, en cuanto a los indicadores biológicos se encontró una relativa diferencia en los lugares L1, L2 Y L3 en el aspecto de CT que tiene como límites NMP/100ml; para coliformes termoestables, la diferencia es más pequeña aún, no son notables en tanto en el lugar dos (L2) como en lugar tres (L3) a diferencia del lugar (1) que si tenía resultados mayores.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.

Gerónimo (2021), cuyo trabajo de investigación se titula "Examen de la Calidad Físico-Química del Agua en el Manantial Aladino Mañazo, Puno-Informe de 2021", tuvo como meta principal Medición de las Concentraciones de los Parámetros Físicos: Temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica en el Manantial Aladino VI. El estudio es de tipo descriptivo, el mismo que es empleado para analizar los muestreos, todo ello bajo los estándares del protocolo de recursos de agua superficiales. Se vio por conveniente realizar tres muestras en general. Los valores evidenciados fueron los siguientes: T=17.02°C, Sólidos Solubles=492 mg/l, conductividad=1304 μ s/cm, oxígeno bioquímico=4.9 mg/l potencial de hidrógeno=7.64, evaluado con el D.S. núm. 004-2017-Ministerio del Ambiente (tipo:3), teniendo en cuenta los límites que impone dicha norma. Se concluyó que la calidad del agua correspondiente a estas fuentes no se

puede considerar potable ya que incumple la mayoría de requisitos, en especial en el indicador de oxígeno disuelto.

Sandoval (2021), en su tesis analizó los pozos tubulares ubicados en Moro-Puno, para comprobar si estos realmente cumplen con las normativas impuestas para considerarla agua potable. Las muestras se evaluaron en un laboratorio y se consideró el parámetro físico. En total se extrajo el líquido de 5 pozos pertenecientes al Centro Poblado de Moro, los valores respecto a la CE (Conductividad Eléctrica) fue de 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ excediendo el límite máximo impuesto de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respecto a la calor media el valor fue de 17.82 $^{\circ}\text{C}$ y los TDS(Sólidos Disueltos totales) 682.51 mg/l, la turbidez estuvo en 1.34 UNT, siendo estos dos últimos los únicos que se halla dentro de lo aceptable. Respecto a los parámetros químicos los resultados fueron: 7.62 unidades, 43.65 mg/l, 37.45 mg/l, 134.19 mg/l y 289.35 mg/l del pH, sulfatos, nitritos, aspereza total y cloruros respectivamente que se encuentran en estado aceptable excepto los coliformes totales que exceden el límite. Los resultados demuestran que la CE se encuentra sobrepasando los márgenes impuestos, de igual modo en el indicador microbiológico los Coliformes Totales (109.60 UFC/100 ml), coliformes termotolerantes (0 UFC/100 ml) son excedentes.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar los valores de los parámetros físico-químicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024
- 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. CALIDAD DE AGUA.

La calidad del agua es esencial para sustentar la vida en los ecosistemas acuáticos porque afecta directamente los procesos bioquímicos necesarios para la vida vegetal y animal. Varios factores afectan esta calidad, como la presencia de metales, nutrientes, toxinas, erosión del suelo, cenizas de fuego, escorrentía y biomasa. Los parámetros clave de la calidad del agua, como la temperatura, la conductividad, la turbidez, el pH y el oxígeno disuelto, son indicadores importantes de la salud de los ecosistemas acuáticos. Estos parámetros son fáciles de medir y ayudan a clasificar posibles factores estresantes en los sistemas hídricos. Además, otros métodos de medición de la calidad del agua, como nutrientes primarios, sólidos disueltos totales, metales pesados, patógenos y compuestos orgánicos, también son importantes para caracterizar la calidad del agua y determinar los impactos potenciales en la vida acuática y las personas. El monitoreo continuo de estos parámetros es esencial para garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos y proporcionar agua segura al público. (Calixto, 2008).

La calidad del agua hace referencia a aquellos criterios que debe respetar para ser aceptado y ser empleado para distintos fines, que incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso de dicho líquido (Chong, 2018).

2.1.2. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

La calidad del agua se refiere a las propiedades químicas, físicas, biológicas del agua y es una medida del estado del agua en relación con las necesidades de una o más

especies o con una necesidad o propósito humano particular. A menudo se utiliza para referirse a un conjunto de normas o estándares con respecto a los cuales se puede evaluar el cumplimiento. Los más comunes de estos estándares se relacionan con la salud de los ecosistemas, la seguridad humana y el suministro de agua potable. La evaluación de la calidad del agua es importante para garantizar un uso seguro y sostenible para las necesidades tanto ambientales como humanas (Cánepa, 2014).

Se considera de buena calidad al agua que cumpla con los siguientes requisitos (Cánepa, 2004):

1. Asegurar que el agua esté libre de microorganismos que puedan causar enfermedades, lo que implica la implementación de medidas de desinfección efectivas.
2. Garantizar que el agua esté libre de compuestos nocivos para la salud, lo que requiere un monitoreo constante de la calidad del agua y la implementación de tecnologías de tratamiento adecuadas.
3. Mantener un nivel aceptable de color, sabor y olor en el agua destinada al consumo humano, lo que mejora su aceptabilidad y promueve su consumo seguro.
4. Prevenir la presencia de compuestos que puedan causar corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias, lo que contribuye a mantener la integridad de las infraestructuras de distribución de agua.

Además, se deben seguir las siguientes acciones:

- Establecer metas de protección de la salud basadas en una evaluación de los peligros para la salud asociados con el agua de consumo.
- Evaluar todo el sistema de abastecimiento de agua, desde el origen del agua hasta el punto de consumo, incluido el tratamiento, para determinar si puede suministrar agua que cumpla con las metas de protección de la salud.

2.1.3. AGUA SUBTERRÁNEA.

El agua subterránea, también conocida como agua subsuperficial, se caracteriza por su proceso de filtración a través de la superficie terrestre, donde se acumula en los espacios

porosos de diversas formaciones geológicas, como rocas sedimentarias y materiales aluviales. Además, puede encontrarse almacenada en grietas y fisuras presentes en rocas de consistencia dura. Este recurso hídrico es fundamental en el ciclo hidrológico, que implica la constante circulación de agua entre las diversas formaciones geológicas y atmosféricas de la tierra (Cerros, 2007).

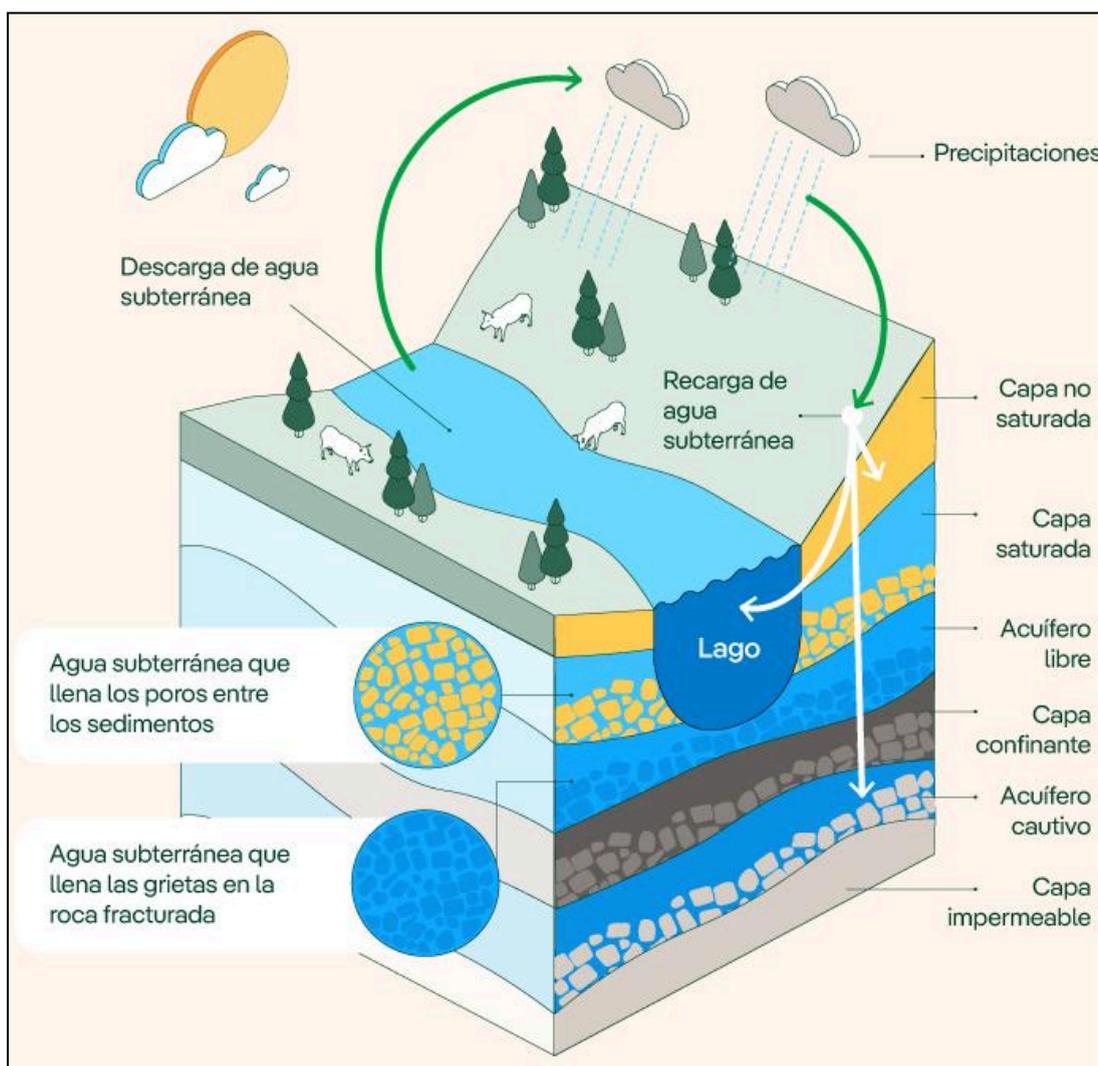


Figura 01: Ciclo hidrológico del agua.

Fuente: Adaptado de las imágenes de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/aguas-subterraneas>

Después de la precipitación, el agua puede seguir dos rutas principales: fluir superficialmente sobre la tierra o infiltrarse en el suelo. En la primera ruta, el agua superficial se dirige hacia ríos y arroyos, eventualmente llegando a cuerpos de agua más

grandes, como océanos y lagos. Este proceso de escorrentía es esencial para distribuir el agua a lo largo de las cuencas hidrográficas. Por otro lado, cuando el agua se infiltra en el suelo, penetra las capas superiores y puede llegar a niveles más profundos, recargando así los acuíferos subterráneos. Esta infiltración es crucial para la recarga de las reservas de agua subterránea y la sostenibilidad de los ecosistemas cuyo elemento base es la tierra (Menéndez, 2010).

2.1.4. IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

Considerado un recurso renovable por la cantidad inmensa que hay en planeta tierra, solo si es gestionado correctamente además de gran importancia para la población. Una de las ventajas significativas de las aguas subterráneas es que su desarrollo requiere una inversión de capital menor en comparación de una fuentes hídrica de agua superficial. Además, los proyectos relacionados a esta, suelen tener tiempos de implementación con periodos más cortos. Esto la transforma en una opción atractiva y eficaz para satisfacer las necesidades de líquido en comunidades y regiones que enfrentan problemas respecto al acceso del agua. Por lo tanto, la gestión adecuada y sostenible de las aguas subterráneas no sólo asegura un suministro vital de agua, sino que también contribuye al desarrollo socioeconómico y al bienestar de las poblaciones locales y regionales (Guimaraes, 2014).

2.1.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- a) **Color:** De acuerdo a lo expuesto en el año 2004, por la OMS se considera que el color habitual de aquel líquido debe asimilarse al color del agua cruda. Existen varias maneras para eliminar el color del agua, siendo las más comunes la coagulación (compuestos químicos) como por ejemplo el sulfato férrico al nivel de alcalinidad menores. Esto se debe a que el color del agua suele estar causado por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica. El color del agua es un indicador para todos los proveedores de agua, y su LMP está establecido en 5 unidades de color verdadero en la escala estandarizada de UCV escala Pt / Coa. Este control se lleva a cabo mediante el uso de un colorímetro, de acuerdo con las normas del Decreto

Supremo número 031 - 2010 - S.A. Este enfoque permite monitorear efectivamente la calidad del agua de cualquier fuente hídrica evaluada, garantizando que cumpla con los estándares de potabilidad.

- b) Sabor y olor: Tanto el sabor como el aroma son determinaciones sensoriales subjetivas. No hay manera de determinar dichos parámetros con instrumentos digitales, observación y/o unidades de medida. Su Decreto Supremo guía es el número 031-2010-S.A.
- c) Conductividad eléctrica: Se define la capacidad que tiene una solución para transportar corriente influenciada por la presencia de iones en la solución y su concentración total, así como por su movilidad, valencia e incluso temperatura en el momento de la medición (según lo establecido durante el año 2015 por la Dirección General de la Salud). La conductividad se considera un parámetro sensorial. La cantidad de 1,500 micromhos por cm ($\mu\text{mho/cm}$) es el máximo valor al que puede llegar, según lo estipulado en el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.
- d) Temperatura: Dado a la gran influencia que tiene, se considera uno de los indicadores más fundamentales. Su importancia para el correcto desarrollo de la vida terrestre como acuática, además de su velocidad de reacción. Además la capacidad del agua para cumplir con ciertos usos específicos, ya sea para consumo humano, uso agrícola, industrial u otros fines. Su importancia también es valorada ya que otros parámetros como el nivel de alcalinidad y la CE también dependen de esta (DIGESA, 2015).
- e) Turbidez: Se refiere a los obstáculos, mayormente partículas no solubles, que presenta el agua, mismas que evitan la correcta transmisión de luz. Su presencia es común en aguas superficiales. Son difíciles de separar por sedimentación y filtración, y facilitan las posibilidades de la creación de depósitos en las conducciones hídricas (Custodio & Lamas, 2001). La aplicación de este indicador es obligatorio para todas las entidades que se encargan de proveer agua a la población. El límite permisible es de cinco UNT según lo indica el Decreto Supremo número 031 - 2010 - S.A.

- f) Sólidos disueltos totales: Conocidos también como STD, es un parámetro encargado principalmente de medir la cantidad de materia presente en el líquido de muestra (más pequeña de 2 micrones), además el filtro que se utiliza comúnmente (tradicional) no funciona para removerlos. Los Sólidos Totales disueltos es aquel grupo de sales, minerales y metales juntos, se le considera el mejor indicador en comparación a los demás (Giraldo, 1995). Los STD son de tipo organoléptica, su límite máximo permisible es de 1000 mg por litro (mg L⁻¹) según indica el Decreto Supremo número 031/2010/S.A.

2.1.6. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

- a) Potencial de Hidrógeno (pH): Según (Martel, 2014), señala que este indicador sirve para determinar el nivel de acidez que presenta el líquido analizado. Convencionalmente definido de la siguiente manera:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{ó} \quad \text{pH} = \log 1/([\text{H}^+])$$

El potencial de hidrógeno, comúnmente abreviado como pH, refleja la concentración de iones de hidrógeno (H⁺) en su logaritmo negativo. Este parámetro es esencial para controlar la calidad del agua, su límite máximo permisible (LMP) está establecido entre 6.5-8.5, lo que garantiza que el agua sea adecuada para el consumo humano de acuerdo al Decreto Supremo Número 031/2010/S.A.

- b) Dureza total: Hace referencia a la capacidad para consumir jabón o producir incrustaciones. Actualmente, se asocia principalmente con los iones alcalinotérreos, como Ca²⁺ y Mg²⁺. La dureza total es un indicador de carácter organoléptico encargado de determinar la calidad del agua, y su límite máximo permisible es 500mg de carbonato de calcio por litro de agua. Este valor ayuda a garantizar que el agua sea adecuada para el consumo humano y otros usos, esto según el Decreto Supremo número 031/2010/S.A.
- c) Cloruros (Cl⁻): Encontrados comúnmente formando sales extremadamente solubles, generalmente asociadas al ion sodio en las aguas naturales, de cantidades inexactas. Son estables y es muy difícil conseguir que sean precipitables, son

inoxidables e irreducibles en este estado (Custodio y Lamas, 2004). Son indicadores de carácter organoléptico, y el valor máximo al que puede llegar es de 250 mg de cloro por cada litro de líquido, correspondiente al Decreto Supremo Número 031/2010/S.A.

- d) Sulfatos (SO_4^{2-}): Encontrados únicamente de manera natural en una variedad de minerales, las industrias químicas son las primeras en emplearlas para diversos fines. Tanto las deposiciones atmosféricas como los desechos industriales son los responsables de exponerlas al medio ambiente. Sin embargo, las aguas subterráneas ocupan el primer lugar, ya que ahí se encuentran los sulfatos con concentraciones aún más altas. (Dirección General de Salud, 2015). Son indicadores de carácter organolépticos, el límite máximo permisible es de 250mg por cada litro de agua, como lo establece el Decreto Supremo número 031/2010/S.A.
- e) Amonio (NH_4^+): Su fórmula es NH_4 , y su estructura se conforma por 1 ión monovalente que deriva del amoníaco por la unión de un H. El amonio se origina principalmente debido a la orina y las materias fecales de los peces, de igual forma de aquellos cuerpos muertos de animales o plantas. El amoniaco es de carácter organoléptico, el máximo valor que puede llegar a alcanzar es de 1.5 mg por cada litro de agua, según indica el Decreto Supremo número 031/2010/S.A.
- f) Hierro (Fe^{+3}): El hierro disuelto es frecuente en aguas subterráneas debido a que el nivel del OD suele ser bajo. Cuando el agua subterránea con Fe^{+3} es extraída a la superficie a través de un pozo, este reacciona con el O y se convierte en partículas de sedimento óxido de hierro (Singler y Bauder, 2021). Es indicador de tipo organoléptico, cuyo valor máximo permitido es de 0.3 mg por cada litro de agua, según menciona el Decreto Supremo número 031 - 2010 - S.A.

2.1.7. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

El grupo de bacterias coliformes ha sido tradicionalmente el principal parámetro para determinar el nivel de calidad en el que se encuentra el agua sin diferenciar su tipo (Cerros, 2007).

- a) Coliformes totales: Camachi A., Giles M., Ortigón A., Palap M., Serrano B., & Velásquez O. (2009), indican que abarca todos los bacilos aerobios facultativos(gramnegativos) no esporulados, que se encargan de fermentar la lactosa y producir gas en un aproximado de 48 horas a $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. Los 4 géneros que componen su estructura son: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsiella (Camacho et al., 2009). Además, según Apella (s, f.), los CT engloban a todos los coliformes, independientemente de su procedencia, pero su requisito es desarrollarse a 35°C , indicando únicamente la presencia de contaminación, sin especificar su origen.
- b) Coliformes Termotolerantes: También conocidos por la abreviación CTT, se refiere a un conjunto de microorganismos que comparten el grupo "Coliforme", provenientes del sistema digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente, se caracteriza por su habilidad para fermentar la lactosa, produciendo en aproximadamente 24 horas, ácido y gas de hasta 44°C de temperatura. Estas bacterias son utilizadas con el fin de indicar el estado en el que se encuentra el agua.

2.1.8. REGLAMENTO PERUANO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

El agua cuyo destino es el consumo humano, no debe significar un medio por el cual transmitir bacterias, virus o enfermedades que se encarguen de debilitar el sistema inmunológico del individuo que la consume. Es por eso que los indicadores y los LMP tienen funciones importantes por desarrollar para controlar y asegurar el debido proceso de tratado de dicho líquido.

Esta normativa es de aplicación en todo el territorio nacional y abarca tanto los servicios públicos como los municipales y privados, independientemente de la entidad de distribución que utilicen. Su objetivo es prevenir y controlar la contaminación del agua en todas sus formas, dejando de lado el estado en el que se encuentre, tal como lo indica el Decreto Supremo número 031/2010/S.A.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua.

Se considera un líquido vital y universalmente presente en nuestro planeta. Es transparente, inodora e insípida en su forma pura. Todos los seres vivos necesitan consumirla si desean sobrevivir y desarrollarse de manera plena e integral, su estructura está conformada por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno (Real Academia Española, 2023).

Agua potable.

Es un agua que ha sido tratada para eliminar contaminantes y microorganismos que puedan representar riesgos para la salud. El agua potable debe cumplir con requisitos específicos establecidos por las autoridades sanitarias, como niveles seguros de sustancias químicas, microbiológicas y físicas (Autoridad Nacional del Agua, 2009).

Agua de Consumo Humano.

Líquido cuyo fin único es ser consumida por el ser humano y tener contacto directo con él para realizar sus actividades cotidianas y esenciales como higiene personal o uso doméstico (Dirección General de Salud 2015).

Agua subterránea.

Es aquella que se encuentra almacenada debajo de la superficie terrestre en acuíferos, que son formaciones geológicas porosas y permeables que contienen agua. Proviene principalmente de la infiltración de la lluvia y el derretimiento de la nieve, filtrándose a través del suelo y se acumula en capas subterráneas. El agua subterránea es una importante fuente de abastecimiento de agua dulce, porque su vulnerabilidad es menor en cuanto a la evaporación y la contaminación (Cerros, 2007).

Calidad.

Hace referencia a la medida en que algo cumple con ciertos estándares, requisitos o expectativas. Satisfaciendo las necesidades que el cliente requiere (Organización Mundial de la Salud, 2003).

Calidad del agua.

Hace referencia a su pureza y seguridad para el consumo humano y el medio ambiente. Esto implica que el agua cumpla con ciertos criterios de calidad establecidos e indicadores establecidos por las autoridades sanitarias y ambientales (parámetros físicos, químicos y biológicos). Con el fin de prevenir inconvenientes respecto a las actividades para las que está destinado su uso como la agricultura, ganadería y su consumo (Diersing, 2009).

Contaminación.

Introducción de sustancias o agentes nocivos en el medio ambiente, que causan efectos adversos en la salud humana, los ecosistemas y los recursos naturales. Estas sustancias pueden ser de origen humano, natural, industrial, etc. (Organización Mundial de la Salud, 2004).

Parámetro.

Característica o variable que se utiliza para medir, evaluar o describir algo. En el contexto del agua, los parámetros se refieren a las diferentes propiedades físicas, químicas o biológicas que se analizan para determinar su calidad. (Gilbert y Wendell, 2008).

Pozo excavado.

Es una estructura construida mediante la excavación manual o mecánica de la tierra hasta alcanzar la capa de agua subterránea. Se utiliza principalmente para acceder a fuentes de agua subterránea con el fin de abastecerse de agua para distintos fines (Guimaraes, 2014).

Límite máximo permisible – LMP

Es el valor máximo permitido de una sustancia o parámetro en un medio determinado, como el agua, establecido por autoridades regulatorias o normativas para proteger la

salud humana y el medio ambiente. Este límite se basa en consideraciones científicas y de salud pública (Decreto Supremo número 031/2010/S.A.).

2.3. MARCO LEGAL.

- La Ley N° 28611, en concordancia con el Decreto Supremo número 44 - 98 - PCM, establece los ECA y LMP para los diferentes sectores involucrados. Este documento es refrendado por la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante un D.S. Los estándares y límites establecidos en esta ley son fundamentales para garantizar el acceso a agua segura y de calidad para la población y para promover un uso sostenible de los recursos hídricos.
- Se han definido tres categorías establecidas por la Ley número 29338 Ley de Recursos Hídricos. Estas son:

Categoría A: Designada para aguas subterráneas destinadas al consumo humano.

Dentro de esta categoría, se distinguen las siguientes subcategorías:

A1: Aguas que pueden ser potabilizadas mediante desinfección. Esta subcategoría se alinea con lo establecido en el Artículo 36 de la Ley 29338, referente al agua para uso primario.

A2: Aguas que pueden ser potabilizadas mediante tratamiento convencional o avanzado. Esta subcategoría se ajusta a lo especificado en el Artículo 39 de la Ley 29338, relativo al agua para uso poblacional.

- Los ECA para Agua, junto con las Disposiciones Complementarias, están establecidos en el Decreto Supremo número 004 - 2017 - Ministerio del Ambiente. Estos documentos proporcionan directrices específicas y criterios para garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano, asegurando así la protección de la salud pública y el medio ambiente.
- Se destaca el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, según el Decreto Supremo número 031/2010/S.A, perteneciente al 2011. En este reglamento, el Ministerio de Salud establece los Límites Máximos Permisibles para parámetros, los cuales se encuentran vigentes y son de cumplimiento obligatorio. Estos límites

tienen como objetivo garantizar que el agua utilizada para consumo humano cumpla con los estándares de calidad necesarios para proteger la salud de la población.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.

La calidad del agua en pozos de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, no es apta para el consumo humano.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- Los valores de los parámetros físicoquímicos no cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.
- 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La ubicación de la zona de estudio para la presente investigación la hemos considerado en el distrito de Juliaca el cual pertenece a la provincia de San Román del departamento de Puno, este Distrito está ubicado a 3824 m.s.n.m., Una característica socioeconómica de esta ciudad es que está considerada como una de las ciudades de eje económico de todo el sur del Perú, algo a destacar de esta ciudad es que su área metropolitana está compuesto básicamente de tres zonas: Juliaca San Miguel y Caracoto, Según el INEI, éste distrito está en el puesto 9 En el ranking de las ciudades más pobladas del Perú Pues según el censo del 2020 Juliaca tenía 307,417 habitantes.

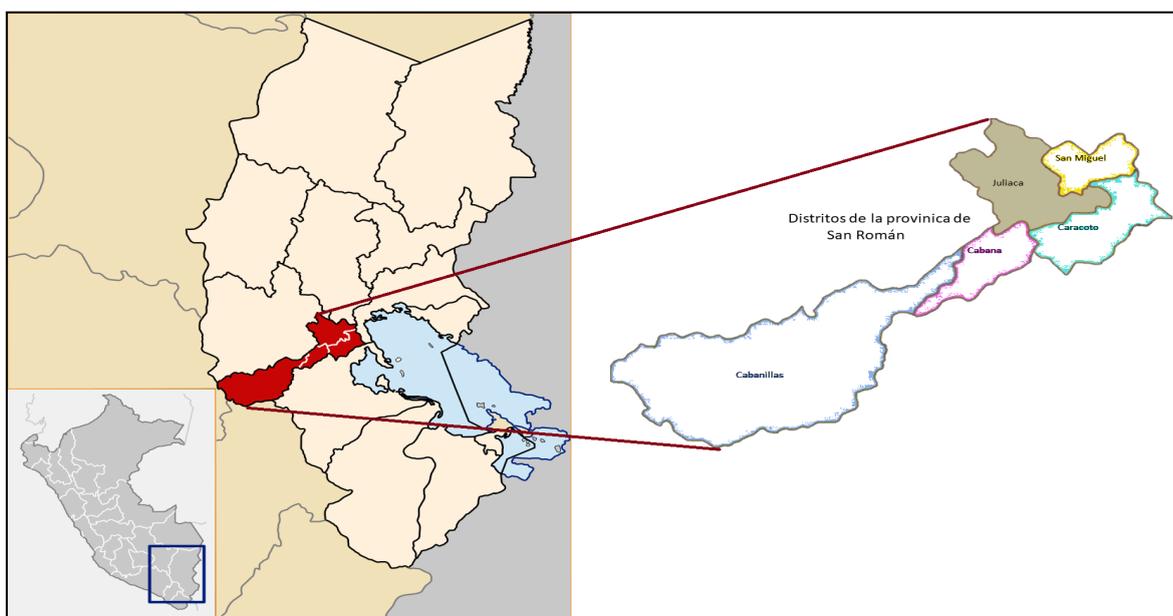


Figura 02: Ubicación del Distrito de Juliaca en la provincia de San Román.

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

En ésta ciudad podemos ubicar el sector de Taparachi, donde se encuentra la urbanización Magisterial.

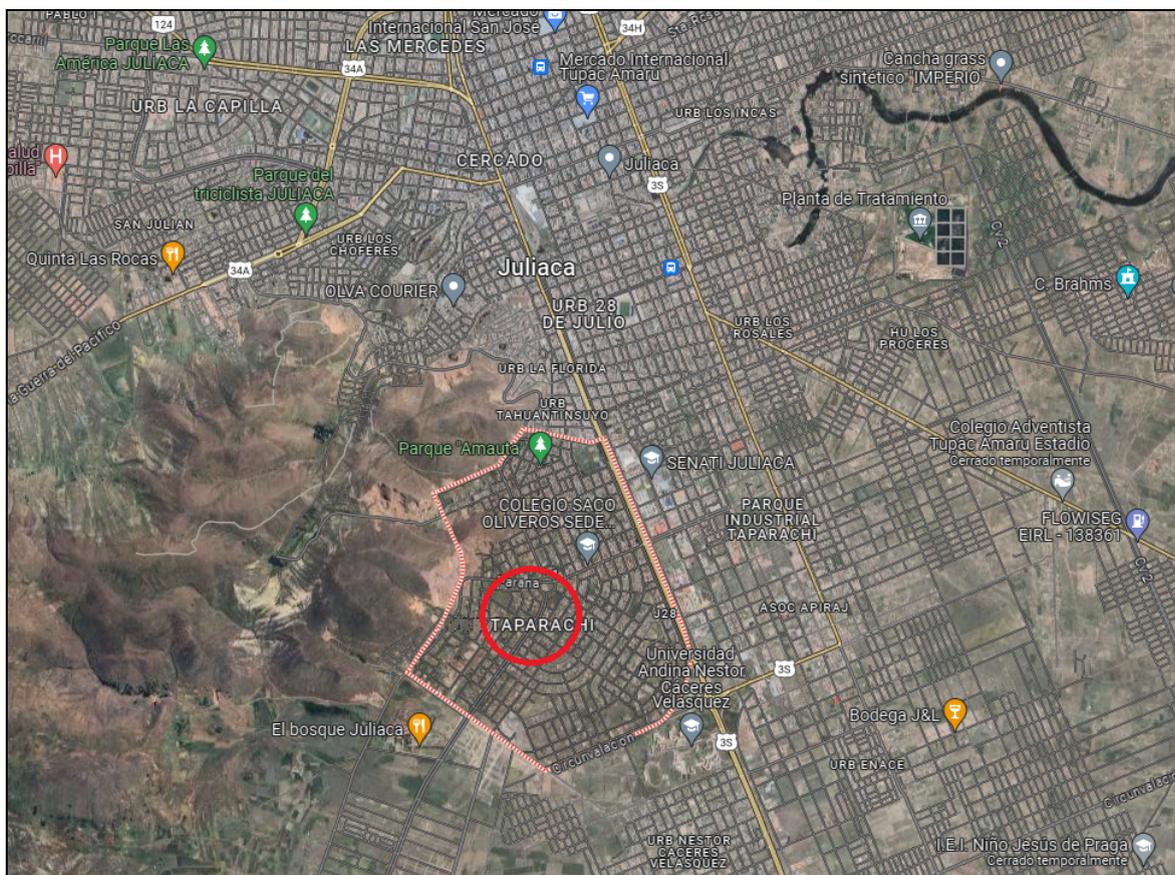


Figura 03: Ubicación de la urbanización Magisterial del Sector de Taparachi.

Fuente: Adaptado de las imágenes de google maps

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

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN.

En la urbanización Magisterial del sector de Taparachi, existen 04 pozos subterráneos los cuales 02 se encuentran dentro del terreno de propiedad de los pobladores y los otros 02 se pueden acceder por que no están cercados, por ende la población estuvo conformada por los 04 pozos.

3.2.2. MUESTRA.

La muestra para la presente investigación estará conformada por el agua de los 04

pozos; por lo que se ha tenido que realizar la ubicación de los cuatro pozos siendo la distribución de la forma siguiente:

Tabla 01. Ubicación de los puntos de muestreo.

DENOMINACIÓN	COORDENADAS	ZONA	MUESTRA
PUNTO N° 01	N:8283504.48 E:378788.55	L 19	0.5 Litros
PUNTO N° 02	N:8283397.54 E:378819.55	L 19	0.5 Litros
PUNTO N° 03	N:8282953.92 E:378819.56	L 19	0.5 Litros
PUNTO N° 04	N:8283422.99 E:378459.03	L 19	0.5 Litros

Siendo la ubicación en el mapa de la siguiente manera:

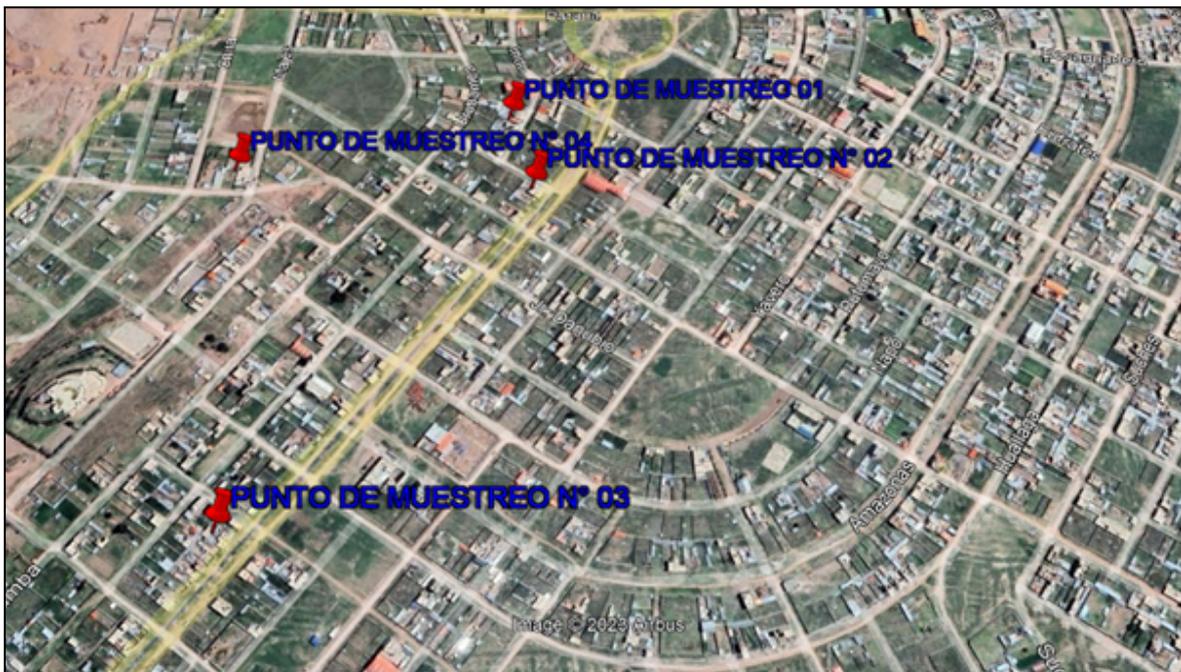


Figura 04: Ubicación de los pozos en la urbanización Magisterial del Sector de Taparachi.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.

Es cuantitativa, debido a que los resultados obtenidos son datos numéricos, pues estos

han sido comparados con los rangos establecidos en los límites máximos permisibles para el agua.

3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es descriptivo, pues según Hernández et al. (2018), los estudios que buscan especificar alguna característica algún perfil u otra propiedad ya sea de un elemento persona conjunto de elementos agrupación de los mismos comunidades procedimientos y por último todo aquello que pueda someterse a un análisis, se denominan investigaciones descriptivas.

3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

No experimental, pues Hernández et al. (2018) consideran que cualquier investigación la cual se pueda elaborar sin que ninguna de sus variables de investigación sean intervenidas se consideran trabajos no experimentales pues la variable independiente en ese tipo de trabajos no debe ser manipulada, en tal sentido lo que queda es observar cómo los resultados varían.

3.3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Deductivo - cuantitativo, se ha considerado de esta forma, pues nuestra investigación mediante la recolección de información nos permitió probar las hipótesis, sin embargo debido a que nuestra data fué del tipo numérico, por ello se ha analizado y comparado con el fin de comprobar nuestra teoría.

3.3.5. MATERIALES

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.

Materiales de laboratorio.

- Dosificador de agua destilada
- Gotero.
- Matraces volumétricos de 100 mL
- Tubos de digestión.
- Caja Petri.
- Tubos de 13x100.
- Pipetas.
- Soporte de pinzas para sujetar buretas.
- Matraces Erlenmeyer.
- Tubos de 22x175mm de 10.0 mL
- Tubos de 16x150mm de 10.0 mL

3.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico: Evaluar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua de pozo excavado.

- **Muestreo del Agua.**

La toma de muestras se realizó de acuerdo a las recomendaciones que se han establecido en el documento denominado protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos documento que ha sido proveído por la ANA (Autoridad Nacional del Agua en el año 2011).

- **Ejecución del Programa de campo:**

Para la ejecución del trabajo de campo se ha preparado todo el material a utilizarse para la toma de muestras, de ahí que ha sido necesario verificar una y otra vez mediante una lista de chequeo si se tiene o no todos los implementos antes de la salida de campo.

- Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros que se evaluaron.
- Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior. El traslado de los frascos, se realizó en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten.
- Las muestras se almacenaron en el recipiente de tipo térmico (cooler) verticalmente y teniendo en cuenta que los frascos utilizados se estuvieron en buen estado.
- Al finalizar la campaña de toma de muestras de agua se trasladaron hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, llevando consigo la cadena de custodia.
- **Toma de muestras por parámetros**
- Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros evaluados.
- Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior.
- Se trasladó los frascos en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten.
- Al finalizar la campaña de toma de muestras, éstas se transportarán hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, manteniendo la cadena de custodia

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico: Evaluar los parámetros de acuerdo a los LMP del DS. N° 031-2010-SA.

De acuerdo a lo explicado en nuestro marco teórico, una vez obtenidos los resultados de laboratorio estos fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el decreto supremo número 031-2010-SA, cuya descripción y valores se encuentran explicados en los anexos 1 y 2 del presente trabajo de investigación, la comparación fué del tipo matemático donde se verificó la igualdad o exceso de dichos valores.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02: Operacionalización de las variables de investigación.

Variable	Indicador o definición operativa	Escala de medición	Categoría y valores
VI. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua de los pozos excavados.	Parámetros físicos y químicos: pH Conductividad eléctrica. Sólidos disueltos totales. Dureza total Alcalinidad Cloruros (Cl ⁻) Sulfatos (SO ₄ ⁻²) Calcio (Ca ⁺⁺) Nitratos (NO ₃ ⁻) Magnesio (Mg ⁺)	Valor	Numérico
VD. Calidad de Agua.	-Coliformes totales -Coliformes termotolerantes LMP del D.S. N° 031-2010-SA.	Valor Nominal	Numérico Cumple/No Cumple

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Los instrumentos y/o herramientas estadísticos utilizados en la evaluación de los resultados obtenidos son:

- Tablas de distribución de frecuencias, variables porcentuales y las correspondientes relaciones de los datos.
- Gráficos estadísticos, se presentan en forma de gráfico de barras para observar las frecuencias y su comportamiento.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DE LOS POZOS EXCAVADOS.

4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.

Tabla 03 Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 04 pozos excavados de la Urbanización Magisterial del Sector Taparachi - Juliaca.

Parámetros		PM1	PM2	PM3	PM4	MEDIA
pH	Valor de pH	6.73	6.62	6.86	6.63	6.71
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	0.75	0.80	1.17	0.60	0.83
Sólidos disueltos	mg/L	0.37	0.40	0.58	0.30	0.41
totales.						
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	261.60	893.00	980.40	513.00	662.00
Alcalinidad	mg/L	393.38	345.10	323.96	115.70	294.54
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl/L	110.63	82.27	85.10	62.41	85.10
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg SO ₄ /L	26.00	132.00	231.00	78.00	116.75
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	159.60	180.88	190.00	135.28	166.44

Nitratos (NO ⁻³)	mg NO ₃ /L	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02
Magnesio (Mg ⁺)	mg/L	70.61	106.37	121.96	42.18	85.28

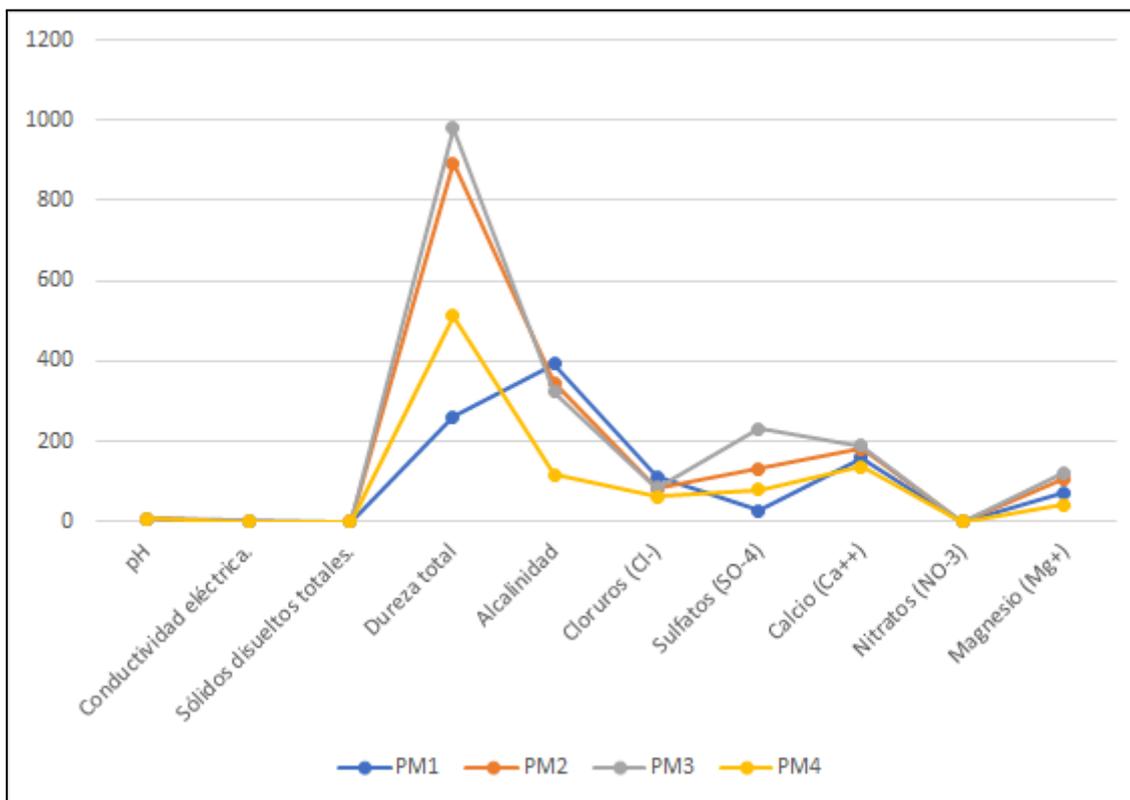


Figura 05: Resultados de los parámetros fisicoquímicos por pozo excavado.

De acuerdo a los valores de la tabla 04 y su representación visual en la figura 05, podemos observar que los valores promedios de los parámetros pH = 6.71, Conductividad Eléctrica = 0.83 [µmho / cm], Sólidos disueltos totales = 0.41[mg/L], Nitratos = 0.02 [mg NO₃/L] en los cuatro pozos tiene un valor constante, es decir no varía de pozo a pozo, seguidamente notamos que en los valores de los parámetros de Magnesio = 85.28 [mg/L] , Calcio = 166.44 [mg/L] y Cloruros = 85.10 [mg Cl/L] existe una mínima diferencia de pozo a pozo, donde sí existe una variación es de los parámetros Sulfatos = 116.75 [mg SO₄/L] y Dureza total = 662.00 [mg Ca CO₃/L] pues de pozo a pozo si se muestran diferencias.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es necesario contrastar los resultados con realidades más cercanas, es así que en la ciudad de Puno en el Manantial Aladino Mañazo, Gerónimo (2021) ha encontrado un valor para los sólidos disueltos igual a 492 [mg/L] que comparados con los presentados en esta investigación (0.41 [mg/L]) se nota una diferencia, de la misma manera para el parámetro conductividad igual a 1304 [μ mho/cm] comparados con nuestros resultados 0.83 [μ mho / cm] también se nota una diferencia muy alta; no debemos olvidar que la conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son el sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{+2}), por lo que concluimos que los valores de nuestros pozos carecen de éstos iones.

4.1.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.

Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos de los 04 pozos excavados de la Urbanización Magisterial del Sector Taparachi - Juliaca.

Parámetros	Unidad	PM1	PM2	PM3	PM4	MEDIA
Coliformes totales	NMP/100 ml	120	240	460	150	242.5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	19	35	42	36	33.0

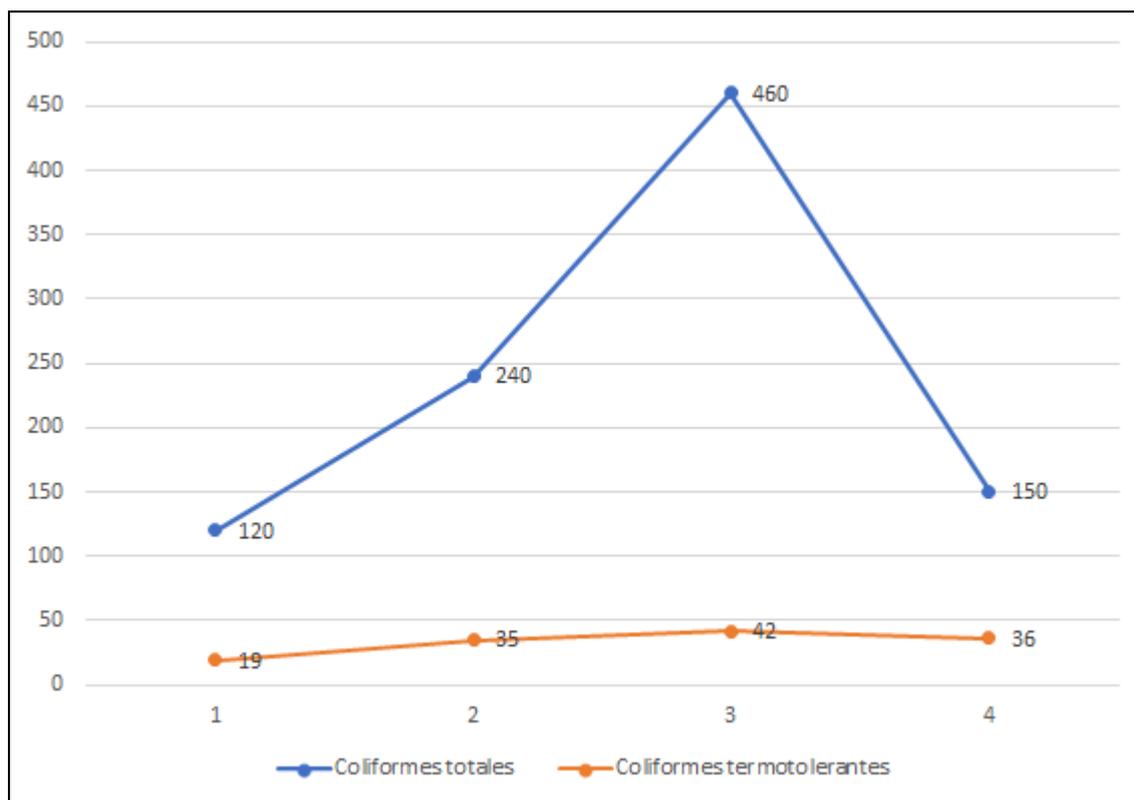


Figura 06: Resultados de los parámetros microbiológicos por pozo excavado.

De acuerdo a los resultados de la tabla 04 y la representación de éstos valores en la figura 06, podemos observar que los valores del parámetro Coliformes termotolerantes en promedio de 33 [NMP/100 ml] no varía mucho entre los diferentes pozos, lo contrario sucede para el parámetro de Coliformes totales en promedio de 242.5 [NMP/100 ml] sí varía de pozo a pozo mostrando un valor muy diferenciado en el pozo 3.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de las referencias que más resaltan presentamos los resultados de Apolinario y Araujo (2018), sobre la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos de en Coronel Portillo - Ucayali, quienes encontraron valores para los coliformes termotolerantes igual a 138 UFC/100ml y 106 UFC/100ml para coliformes termotolerantes, para el primer caso es casi la mitad de nuestros resultados y para el segundo caso nuestros valores sería la tercera parte, cabe resaltar que en ambos caso estamos hablando de pozos perforados.

Una realidad más cercana la encontramos en la investigación de Sandoval (2021), en su tesis analizó los pozos tubulares ubicados en Moro-Puno y ha encontrado valores para Coliformes Totales de 109.60 UFC/100 ml y coliformes termotolerantes de 0 UFC/100 ml, el primero es casi la mitad de los valores encontrados en la presente investigación y en el segundo caso un valor sorprendente, debido a que no es común que los coliformes termotolerantes sea igual a 0.

4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL AGUA.

4.2.1. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA RESPECTO AL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.

Tabla 05: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 01(PM1).

Parámetros		VALORES LMP		CUMPLIMIENTO
Fisicoquímicos				
pH	Valor de pH	6.73	6.5 - 8.5	SI
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	0.75	1500	SI
Sólidos disueltos totales.	mg/L	0.37	1000	SI
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	261.60	500	SI
Alcalinidad	mg/L	393.38	ND	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl/L	110.63	250	SI
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg SO ₄ /L	26.00	250	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	159.60	ND	SI

Nitratos (NO ⁻³)	mg NO ₃ /L	0.02	50	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg/L	70.61	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	120	<1.8	NO
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	19	<1.8	NO

En la tabla 05, se observa que en el caso del pozo 01 denominado muestra PM1 respecto a los parámetros fisicoquímicos se muestra que SI se cumple con los Límites Máximos Permisibles del DS 031-2010-SA, sin embargo a nivel de los parámetros bacteriológicos NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles, pues se supera éstos indicadores.

Tabla 06: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 02 (PM2).

Parámetros		VALORES LMP		CUMPLIMIENTO
Fisicoquímicos				
pH	Valor de pH	6.62	6.5 - 8.5	SI
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	0.80	1500	SI
Sólidos disueltos totales.	mg/L	0.40	1000	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ /L	893.00	500	NO
Alcalinidad	mg/L	345.10	ND	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl/L	82.27	250	SI
Sulfatos (SO ⁻⁴)	mg SO ₄ /L	132.00	250	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	180.88	ND	SI
Nitratos (NO ⁻³)	mg NO ₃ /L	0.03	50	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg/L	106.37	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	240	<1.8	NO
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	35	<1.8	NO

En la tabla 06, se observa que en el caso del pozo 02 denominado muestra PM2 respecto a los parámetros fisicoquímicos se muestra que NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles del DS 031-2010-SA pues el parámetro Dureza total excede los valores, sin

embargo a nivel de los parámetros bacteriológicos NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles, pues se supera éstos indicadores.

Tabla 07: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 03 (PM3).

Parámetros		VALORES LMP		CUMPLIMIENTO
Fisicoquímicos				
pH	Valor de pH	6.86	6.5 - 8.5	SI
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	1.17	1500	SI
Sólidos disueltos totales.	mg/L	0.58	1000	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ /L	980.40	500	NO
Alcalinidad	mg/L	323.96	ND	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl/L	85.10	250	SI
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg SO ₄ /L	231.00	250	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	190.00	ND	SI
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg NO ₃ /L	0.03	50	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg/L	121.96	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	460	<1.8	NO
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	42	<1.8	NO

En la tabla 07, se observa que en el caso del pozo 03 denominado muestra PM3 respecto a los parámetros fisicoquímicos se muestra que NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles del DS 031-2010-SA pues el parámetro Dureza total, también en éste pozo excede los valores, sin embargo a nivel de los parámetros bacteriológicos NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles, pues se supera éstos indicadores. Cabe indicar que de todos los pozos, éste pozo respecto a los otros 3 es el que más excede los parámetros tanto en dureza total como en los parámetros bacteriológicos.

Tabla 08: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, en el pozo 04(PM4).

Parámetros		VALORES	LMP	CUMPLIMIENTO
Fisicoquímicos				
pH	Valor de pH	6.63	6.5 - 8.5	SI
Conductividad eléctrica.	µmho / cm	0.60	1500	SI
Sólidos disueltos totales.	mg/L	0.30	1000	SI
Dureza total	mg Ca CO ₃ /L	513.00	500	NO
Alcalinidad	mg/L	115.70	ND	SI
Cloruros (Cl ⁻)	mg Cl/L	62.41	250	SI
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg SO ₄ /L	78.00	250	SI
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	135.28	ND	SI
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg NO ₃ /L	0.01	50	SI
Magnesio (Mg ⁺)	mg/L	42.18	ND	SI
Bacteriológicos				

Coliformes totales	NMP/100 ml	150	<1.8	NO
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	36	<1.8	NO

En la tabla 08, se observa que en el caso del pozo 04 denominado muestra PM4 respecto a los parámetros fisicoquímicos se muestra que NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles del DS 031-2010-SA pues también en éste pozo el parámetro dureza total excede los valores, además a nivel de los parámetros bacteriológicos NO se cumple con los Límites Máximos Permisibles, pues se supera éstos indicadores.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Antes de iniciar la discusión se debe mencionar que en la presente investigación en uno de los pozos si se cumple con los parámetros fisicoquímicos si embargo en todos los casos de los parámetros bacteriológicos no se cumple.

Un caso contradictorio es el de Mendoza (2018) de las aguas superficiales ubicados en Sacsamarca-Ayacucho que a pesar de ser superficiales si se cumple con los parámetros y más sorprendente es que éstos valores se repiten en el periodo del 2008 al 2017; también en la investigación de Odicio et al. (2021) en la ciudad de Ucayali-Coronell Portillo, donde han muestreado tres puntos, han verificado el cumplimiento de todos los parámetros fisicoquímicos y no así de los bacteriológicos. Algo a destacar de la investigación de Gerónimo (2021), cuyo trabajo de investigación se titula "Examen de la Calidad Físico-Química del Agua en el Manantial Aladino Mañazo ha encontrado un parámetro en particular: El oxígeno disuelto cuyos valores son muy elevadas, a diferencia del nuestro que en los 4 pozo muestreados la dureza total es nuestro factor elevado.

4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

La Hipótesis Nula:

H_0 = La calidad del agua en pozos de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, no es apta para el consumo humano.

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = La calidad del agua en pozos de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, es apta para el consumo humano.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 05, 06, 07 y 08: sobre el cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA en los 4 pozos estudiados, se concluye que no se cumple con los Límites Máximos Permisibles del reglamento por lo que se **rechaza la H_1** y se acepta la H_0 .

4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

La Hipótesis Nula:

H_0 = Los valores de los parámetros físicoquímicos no cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = Los valores de los parámetros físicoquímicos cumplen con los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

Por los resultados obtenidos en la Tabla 05, 06, 07 y 08, donde se aprecia que en el pozo 01 si cumple con los LMP pero sin embargo en el caso de los otros 03 pozos no se cumple con uno de los parámetros por lo que se concluye que en general en la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca no se cumple con los parámetros físicoquímicos de tal forma que: se **rechaza la H_1** y se acepta la H_0 .

4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

La Hipótesis Nula:

H_0 = 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.

Por los resultados obtenidos en la Tabla 05, 06, 07 y 08 , donde se aprecia que en ninguno de los 4 pozos se cumple con los LMP, por lo que se concluye que en general en la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca no se cumple con los parámetros bacteriológicos, de tal forma que: se **rechaza la H_1** y se acepta la H_0 .

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca en el año 2024, no cumplen con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA, esto se ha verificado en los 4 pozos estudiados, por lo que se concluye que no es apta para consumo humano.

SEGUNDA: 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, alcanzan valores promedios de los parámetros pH = 6.71, Conductividad Eléctrica = 0.83 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], Sólidos disueltos totales = 0.41[mg/L], Nitratos = 0.02 [mg NO_3/L] en los cuatro pozos tiene un valor constante, es decir no varía de pozo a pozo, seguidamente se verifica que los valores de los parámetros Magnesio = 85.28 [mg/L] , Calcio = 166.44 [mg/L] y Cloruros = 85.10 [mg Cl/L] existe una mínima diferencia entre pozos, existiendo variación en los parámetros Sulfatos = 116.75 [mg SO_4/L] y Dureza total = 662.00 [mg Ca CO_3/L] pues de pozo a pozo si se muestran diferencias, se concluye que los parámetros no cumplen con la normatividad vigente.

TERCERA: 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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, alcanzan valores para coliformes termotolerantes en promedio de 33 [NMP/100 ml], parámetro que no varía mucho entre los pozos, lo contrario sucede para el parámetro de coliformes totales con un promedio de 242.5 [NMP/100 ml], el cual sí varía de pozo a pozo mostrando un valor muy diferenciado en el pozo 3, se concluye que tampoco cumple con la normatividad vigente.

RECOMENDACIONES

- A la municipalidad del distrito de Juliaca, tomar en cuenta los resultados de la presente investigación e intervenir en el caso del consumo directo del agua de los 4 pozos estudiados de parte de los pobladores, y así evitar problemas que podrían terminar en enfermedades estomacales e intestinales.
- A la oficina encargada del servicio de agua potable para el distrito de Juliaca, realizar un tratamiento de potabilización del agua de los cuatro pozos, tratamientos que no sería muy costoso debido a que el agua de éstos pozos si bien no cumplen con los parámetros establecidos en el DS N° 004-2017-MINAM, éstos incumplimientos nos son demasiados a superar.
- A los investigadores de líneas de investigación afines al control de aguas para consumo humano, debido a que nuevas técnicas, nuevas metodologías están constantemente en evaluación y la innovación en éste área sería de gran aporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. Universidad Tecnológica de los Andes. <http://repositorio.utea.edu.pe/jspui/handle/utea/130>
- Autoridad Nacional de Agua, A. (2009). Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. Lima, Perú. Obtenido de www.ana.gob.pe.
- Apolinario, B & Araujo M (2018). Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distritos de Callería y Yarinacocha, Provincia Coronel Portillo, Departamento Ucayali, 2017.
- Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018 [Universidad Nacional Daniel Alcides Carreón]. <https://1library.co/document/qo3nnn0q-analisis-percepcion-poblacion-localidad-antonio-bolivar-provincia-region.html>
- Cánepa, L. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida Manual: Teoría. Tomo I. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS).
- Camacho, A., M. Giles, A. Ortegón, M. Palao, B. Serrano y O. Velázquez. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.
- Calixto, R. (2008). "Representaciones sociales del medio ambiente", Perfiles Educativos, vol. XXX, núm. 120, pp. 33-62.
- Calsin, K. (2016). Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno.
- Cerros, G. (2007). Un enfoque de gestión ambiental del recurso hídrico desde la perspectiva de la vulnerabilidad de los acuíferos. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.

- 3A%2F%2Fwww.raco.cat%2Findex.php%2Fafinidad%2Farticle%2Fdownload%2F400728%2F495135&usg=AOvVaw2WT2FrZKE3VJgSRgl3ZaOE&opi=89978449
- Martel, B. A. (2014). CAPÍTULO 1 ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA.
- Mendoza Fuentes, M. A. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>
- Menéndez, A. (2010). Transporte de contaminantes en el medio acuático, Disponible en: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lmm/utn/ApunteTyDCMA.pdf>.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Plan nacional de acción ambiental Perú 2011-2021*.
- Odicio, F., Soplin, A. M., & Julio, K. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020. *Universidad Nacional de Ucayali*. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836>.
- Oleas Lara, B. F. (2018). *Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la Parroquia Rural de Cubijes del Cantón Riobamba*. [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5709>
- OMS. (2004). Organización mundial de la salud. Total dissolved solids in drinking- water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. (WHO/SDE/WSH/03.04/16).
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la Lengua Española. España. <https://www.rae.es/>
- Sandoval Condori, E. R. (2021). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019*. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./243>.

- Sigler, P. W. A., & Bauder, J. (2021). Alcalinidad, potencial de Hidrogeniones, y Sólidos Disueltos Totales. 1.
- Silveira, T. Grey, A. Zohre, K. Coatney, J. (2021). *Estudio para Determinar la Calidad del Agua de Pozo, Mediante los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en la Comunidad de Miramar, Provincia de Colón*. Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/apanac/article/view/3189/3812>
- Talavera, M (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali.
- Vergaray, G., y Méndez, R. (1994). Eficacia de un Programa para proteger la calidad del agua proveniente de plantas de tratamiento. *Revista Peruana de Epidemiología* 7 (2). pp: 5-11

ANEXOS

Anexo 01: 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 02: Requisitos de calidad físicos y químicos

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. Amoniac	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

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 permissible 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 03: Resultados de laboratorio sobre el análisis fisicoquímico.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO - QUIMICO DE AGUA

PROCEDENCIA : SECTOR TAPARACHI URB. MAGISTERIAL, Juliaca - Puno
INTERESADO : ESTANISLAO APAZA MAMANI
MOTIVO : ANALISIS DE FISICO - QUIMICO DE AGUA
FECHA DE MUESTREO : 08/04/2024 (por la interesado)
FECHA DE ANALISIS : 10/04/2024.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	M1	M2	M3	M4
coordenadas UTM L19	N 8283504 E.378819.5	N 8283397.5 E.378819.5	N 8282953.9 E.378819.5	N 8283397.5 E.378819.5
pH	6.73	6.62	6.88	6.63
C. E. mS/cm	0.75	0.80	1.17	0.60

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Sólidos Disueltos Totales	g/L	0.37	0.40	0.58	0.30
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	261.60	893.00	980.40	513.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	393.38	345.10	323.96	115.70
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	110.63	82.27	85.10	62.41
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	26.00	132.00	231.00	78.00
Calcio (como Ca ²⁺)	mg/L	159.60	180.88	190.00	135.28
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.02	0.03	0.03	0.01
Magnesio (como Mg ²⁺)	mg/L	70.61	106.37	121.96	42.18

INTERPRETACION:
El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



Dr. Estanislao Apaza Mamani
ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE AGUAS Y SUELOS
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



Dr. Sr. Estanislao Mamani Mamani
JEFATURA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
PUNO - PERU

Anexo 04: Resultados de laboratorio sobre los análisis bacteriológicos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PROCEDENCIA : URBANIZACIÓN MAGISTRAL DEL SECTOR TAPARACHI, JULIACA - PUNO.
INTERESADO : ESTANISLAO APAZA MAMANI
MOTIVO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA
FECHA DE MUESTREO : 11/04/2024 (Por la interesado).
FECHA DE ANÁLISIS : 11/04/2024

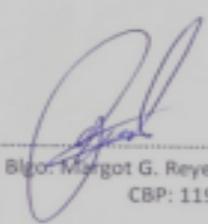
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

<u>MUESTRAS</u>	<u>UBICACIÓN</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>Coliformes totales</u>	<u>Coliformes termotolerantes</u>
M - 1	0378788.5	NMP/100ml	120	19
	8283504.4			
M - 2	0378819.5	NMP/100ml	240	35
	8283397.5			
M - 3	0378819.5	NMP/100ml	460	42
	8282953.9			
M - 4	0378459.1	NMP/100ml	150	36
	8283422.9			

DICTAMEN:
 La muestra analizada serán interpretados en el área correspondiente



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



Blor: Margot G. Reyes Orihuela
 CBP: 11900

Anexo 05: Matriz De Consistencia.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN POZOS EXCAVADOS DE LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL DEL SECTOR TAPARACHI - JULIACA, 2024.

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	GENERAL	GENERAL	GENERAL	ESPECÍFICAS				
¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?	Evaluar la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.	La calidad del agua en pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024, no es apta para el consumo humano.	VI. Parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de los pozos excavados.	Parámetros físicos: - Temperatura - Turbidez - Conductividad eléctrica - Sólidos totales disueltos Parámetros químicos: - pH - Cloruro - Sulfatos - Dureza total - Nitratos. Análisis	- Análisis laboratorio - Protocolo de calidad físico químicas de aguas. - Protocolo para calidad microbiológica de aguas. Decreto Supremo N° 004-2017-MINA M	Estadística general: Comparación de medias, desviación estándar. Programas. - Spss - Microsoft Office Excel		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	ESPECÍFICAS	VD. Calidad de Agua				
¿Cuáles son los valores de los parámetros físico-químicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?	Evaluar los valores de los parámetros físico-químicos de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024	Los valores de los parámetros físico-químicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos excavados de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.					
¿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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?	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 Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024?	Los valores de los parámetros microbiológicos no están de acuerdo a los LMP del DS N° 031-2010-SA del agua de los pozos de la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, 2024.						