

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



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO
DE PAUCARCOLLA-PUNO-2019**

PRESENTADA POR:

FANY ERICA RAMIREZ CHOQUEHUANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO
DE PAUCARCOLLA-PUNO-2019**

PRESENTADA POR:

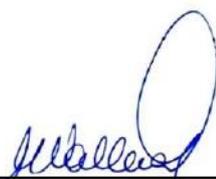
FANY ERICA RAMIREZ CHOQUEHUANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


Mg. MARÍA ISABEL VALLENAS GAONA

PRIMER MIEMBRO


Mg. GERMÁN RAFAEL ESPINOZA RIVAS

SEGUNDO MIEMBRO


Ing. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS


Dr. MARIO TITO SOTO GODOY

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua

Especialidad: Contaminación y Mitigación de Aguas Superficiales, Mares, Limos
(Lagos, Lagunas)

Puno, 12 de junio del 2020



DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

A mis padres.

Marco A. Ramirez M. y Alicia Choquehuanca A.

Porque ellos fueron apoyo fuerza y motivación; siempre en los momentos más difíciles estuvieron conmigo y los más felices, siempre se alegraron conmigo y por mí.

A mis hermanos.

Paul, Lisell, quienes siempre fueron mi mayor compañía ayudándome en todo; parte de mi vida a quienes estoy muy agradecida por sus tiempos por su apoyo por su compañía y mi familia en general. Los amo mucho.

Y no puedo dejar de agradecer a mis grandes amigos

Sandra, Héctor, Raúl, Yeny, Oliver y Carlos; quienes han sido un gran apoyo y motivación en todo este proceso. Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por haberme permitido formarme como Ingeniero Ambiental
- A mi asesor de tesis al Dr. Mario Tito Soto Godoy, por sus consejos y acertadas recomendaciones.
- A mis jurados de tesis: Mg. María Isabel Vallenás Gaona, Mg. Germán Rafael Espinoza Rivas, Ing. Katia Elizabeth Andrade Linarez, por el tiempo brindado y sus recomendaciones.
- A la Municipalidad Distrital de Paucarcolla por brindarme el apoyo requerido.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	15
INTRODUCCIÓN.....	17

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.1.1.1 PROBLEMA GENERAL.....	20
1.1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	20
1.2 ANTECEDENTES.....	21
1.2.1 A NIVEL INTERNACIONAL.....	21
1.2.2 A NIVEL NACIONAL.....	22
1.2.3 A NIVEL LOCAL.....	23
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO.....	29
2.1.1 El agua.....	29
2.1.2 Calidad del agua.....	30
2.1.3 Clasificación del agua.....	30

2.1.3.1	Agua de manantial	30
2.1.3.2	Agua superficial	31
2.1.3.3	Agua Potable.....	32
2.1.4	Características físico - químicas del agua potable.....	32
2.1.4.1	Conductividad eléctrica.....	32
2.1.4.2	pH.....	32
2.1.4.3	Turbidez	32
2.1.4.4	Temperatura.....	33
2.1.4.5	Sólidos totales.....	33
2.1.4.6	Sólidos disueltos o residuos disueltos.....	33
2.1.5	Características microbiológicas del agua potable	34
2.1.5.1	Grupo coliformes.....	34
2.1.5.2	Coliformes totales (CT).....	34
2.1.5.3	Coliformes fecales (CF)	35
2.1.6	Normativas legal y reglamentos del Perú.....	35
2.1.7	Potabilización del agua:	38
2.1.8	Abastecimiento del agua potable del distrito de Paucarcolla.....	39
2.2	MARCO CONCEPTUAL	43
2.2.1	El agua potable:	43
2.2.2	Agua:	43
2.2.3	Agua Cruda:	43
2.2.4	Calidad de agua de consumo humano:.....	44
2.2.4.1	Aguas superficiales:.....	44
2.2.4.2	Agua Tratada:	44
2.2.4.3	Agua para consumo humano:	44
2.2.4.4	Gestión de la Calidad de Agua para Consumo Humano:.....	45
2.2.4.5	Calidad microbiológica del agua:.....	45
2.2.4.6	Calidad bacteriológica del agua:	45
2.2.4.7	Desinfección:.....	45
2.2.4.8	Coliformes totales:	46
2.2.4.9	El grupo de coliformes fecales:	46
2.2.4.10	Límite Máximo Permisible (LMP):.....	46
2.2.4.11	Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:.....	47
2.3	HIPÓTESIS	47
2.3.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	47

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	47
-----------------------------------	----

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ZONA DE ESTUDIO.....	48
3.2 POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	52
3.2.1 POBLACIÓN	52
3.2.2 MUESTRA	52
3.3 MÉTODOS Y MATERIALES.....	53
3.3.1 Tipo de estudio.....	53
3.3.2 Diseño de investigación:	53
3.3.3 técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.3.3.1 Técnicas.....	53
3.3.3.2 . Instrumentos	54
3.3.4 Frecuencia de la toma de muestras	54
3.3.4.1 frecuencia de la toma de muestras	54
3.3.4.2 Registro de datos de campo.....	54
3.3.5 Muestreo, preservación, conservación y envío de muestras al laboratorio	55
3.3.5.1 Trabajos de pre campo.....	55
3.3.5.2 Trabajo de campo	55
3.3.5.3 Toma de muestras por parámetro	56
3.3.5.4 Conservación y envío de las muestras de agua	57
3.4 IDENTIFICACIÓN N DE VARIABLES.....	58
3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.....	59
3.6 MATERIALES Y EQUIPOS.....	59

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS EN EL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM.....	61
4.1.1 Cloruros (Cl)	62
4.1.2 Alcalinidad (CaCO ₃)	63
4.1.3 Conductividad eléctrica (CE)	65
4.1.4 Dureza Total (CaCO ₃)	67
4.1.5 Potencial de hidrogeniones.....	69

4.1.6	Sólidos disueltos totales.....	71
4.1.7	Sulfatos (SO ₄).....	72
4.1.8	Turbidez.....	74
4.1.9	Temperatura.....	76
4.2	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM.....	79
4.2.1	Coliformes termo tolerantes o fecales	79
4.2.2	Bacterias heterotróficas	82
	CONCLUSIONES.....	85
	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA.....	87
	ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 01: Parámetros de control de calidad fisicoquímica	38
Tabla 02: Parámetros físico - químicos para uso de aguas: D.S. 004 – 2017 – MINAM	40
Tabla 03: Parámetros microbiológicos para uso de aguas D.S 004-2017 MINAM	42
Tabla 04: Tipo y frecuencia de muestreo del agua potable evaluados durante julio-setiembre del año 2019	52
Tabla 05: Identificación de variables	58
Tabla 06: Presencia de Cloruro en el agua del distrito de Paucarcolla	62
Tabla 07: Alcalinidad en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	64
Tabla 8: Conductividad eléctrica en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	65
Tabla 9: Dureza Total en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	67
Tabla 10 Potencial de hidrogeniones en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	69
Tabla 11: Sólidos disueltos totales en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	71
Tabla 12: Sulfatos en el agua del distrito de Paucarcolla – Puno	73
Tabla 13: Turbidez en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	74
Tabla 14: Temperatura del agua del distrito de Paucarcolla - Puno	76
Tabla 15: Resumen de parámetros Físico químicos del agua del distrito de Paucarcolla - Puno	78
Tabla 16: Coliformes termo tolerantes en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	79
Tabla 17: Bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	82

Tabla 18: Resumen del Análisis Bacteriológico de Coliformes del agua del distrito de Paucarcolla - Puno	83
Tabla 19: análisis Bacteriológico de bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Fotografía satelital que muestra una vista panorámica de la ubicación de los puntos de captación de agua, distrito de Paucarcolla	49
Figura 02: Punto de captación de agua para alimentar reservorio de la localidad de Tiquillaca, en Totorani (Totorane)	50
Figura 03: Reservorio de agua potable para la localidad de Paucarcolla.....	51
Figura 04: Mapa de ubicación de la	51
Figura 05: Histograma de la presencia de cloruros en el agua que muestra la variación de cloruros en mg/l de julio, agosto, setiembre del 2019 del distrito de Paucarcolla	62
Figura 06: Alcalinidad (CaCO_3).....	63
Figura 07: Conductividad eléctrica en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019	65
Figura 08: Dureza Total en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019.....	67
Figura 09: Potencial de hidrogeniones en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019	69
Figura 10: Sólidos disueltos totales en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019.....	71
Figura 11: Sulfatos en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según tipo y fecha de extracción de muestra	72
Figura 12 Turbidez en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019	74

Figura 13: Temperatura del agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019.....	76
Figura 14: Coliformes en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según laboratorio de la FMVZ- UNAP de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019	79
Figura 15: Bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según Laboratorio de la FMVZ- UNAP de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: botellas de vidrio para la toma de muestras previamente desinfectado.....	92
Anexo 2. Llenado de cadena de custodia y toma de temperatura.....	92
Anexo 03: Se observa la ubicación de la captación	93
Anexo 4: Se observa el reservorio Paucarcolla donde se realiza la toma de muestras PM3.....	94
Anexo 5. Se observa las muestras tomadas en el Reservorio PM3	94
Anexo 6. Se observa la entrada del reservorio donde se tomaron las muestras y después se trasladaron al laboratorio.....	95
Anexo 07: Límites Máximos Permisibles para el agua DS. 004-2017 MINAM.....	96
Anexo 08: Límites Máximos Permisibles D.S. 004-2017 MINAM	97
Anexo 09: Límites máximo permisibles de parámetros microbiologías y parasitológicos.....	98
Anexo 10: Cadena de custodia de julio del 2019	99
Anexo 11. Cadena de custodia de agosto del 2019.....	100
Anexo 12: Cadena de custodia de setiembre del 2019.....	101
Anexo 13, Resultados de análisis físico químico correspondientes al mes de julio 2019.....	102
Anexo 14. Análisis de resultados correspondientes al mes de agosto 2019.....	103
Anexo 15. Análisis de resultados físico químicos correspondientes a mes de setiembre 2019.....	104
Anexo 16. Análisis microbiológico correspondiente al mes de julio del 2019.....	105

Anexo 17. Análisis de resultados microbiológicos correspondientes al mes de agosto del 2019	106
Anexo 18. Análisis microbiológico correspondiente al mes setiembre del 2019	107

RESUMEN

El presente trabajo denominado “Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019”, fue realizado en el distrito de Paucarcolla – departamento de Puno; desde la captación hasta el reservorio, donde se distribuye el agua para la población. Los objetivos planteados fueron analizar y comparar si el agua potable del distrito de Paucarcolla cumple con los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM para los parámetros físico químicos y microbiológicos. El procedimiento metodológico consideró tomar muestras de agua, en tres puntos de muestreo; para las muestras de agua físico química; se utilizó el método de la NTP, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 14th edition -1975 20th edition -2005 APHA AWWA WPPC y para los parámetros microbiológicos se desarrollaron con el método de número más probable de coliformes (NMP), y recuento estándar en placa (Thatcher F. y Clark D). Las principales conclusiones en este trabajo fueron: que los parámetros fisicoquímicos desde la captación al reservorio; no sobrepasan los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental (ECA) en ninguno de los puntos de muestreo, por lo que las muestras no representan un riesgo para la salud humana. Los parámetros fisicoquímicos encontradas en el agua potable de Paucarcolla fueron: pH (6,7 y 7,7), dureza (174,62 y 160,67 mg/l, cloruros (49,91 y 23,96 mg/l), sulfatos (78,00 y 30,00 mg/l), conductividad 304,0-308,67 $\mu\text{s}/\text{cm}$) y en cuanto a los coliformes totales (CT) también se encontraron dentro de los parámetros establecidos; ya que están por debajo de 20 col/100 ml coliformes totales y 50 col/100 ml coliformes termo totales (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA, este señala el D.S. 004-2017-MINAM es agua es apta para el consumo humano, previo tratamiento; lo que se consigue en el reservorio sería apto mas no en la captación.

Palabras clave: Calidad, estándar, parámetros, análisis, físico – químico, muestra

ABSTRACT

The present work called "Determination of Drinking Water Quality in the Paucarcolla-Puno-2019 district", was carried out in the Paucarcolla district - Puno Region; from the catchment to the reservoir, where the water is distributed to the population. The stated objectives were analyzed and compared if the drinking water of the Paucarcolla district complies with the ECAS established in D.S. 004 - 2017 MINAM for the physical chemical and microbiological parameters. The methodological procedure considered to take water samples at three sampling points; for physical chemical water samples; The NTP method was found, Standard methods for the examination of water and wastewater 14th edition -1975 20 h edition -2005 APHA AWWA WPPC and for the microbiological parameters they were developed with the method of most probable number of coliforms (NMP). standard plate count (Thatcher F. and Clarck D). The main conclusions in this work were: the physicochemical parameters from the uptake to the reservoir; not exceed the limits established in the environmental quality parameters (RCTs) at any of the sampling points, so the samples do not represent a risk to human health. The physicochemical parameters found in Paucarcolla drinking water were: pH (6.7 and 7.7), hardness (174.62 and 160.67 mg / l, chlorides (49.91 and 23.96 mg / l), sulfates (78.00 and 30.00 mg / l), conductivity 304.0-308.67 $\mu\text{s} / \text{cm}$) and in terms of total coliforms (CT) are also within the established parameters; since they are below 20 col / 100 ml total coliforms and 50 col / 100 ml thermo total coliforms (Limit of Environmental Quality Standards (ECA) for Water SUPREME DECREE No. 004-2017-MINAM). Considered, being within the limit according to ECA, this indicates the D.S. 004-2017-MINAM is water that is suitable for human consumption, after treatment; What is achieved in the reservoir would be suitable but not in the collection.

Key words: Quality, standard, parameters, analysis, physical - chemical, sample

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, es el informe final de investigación denominado: Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019, para optar el título de Ingeniero Ambiental. En esta investigación se evaluó la calidad del agua potable, que abastece a la población del distrito de Paucarcolla; teniendo como objetivo principal: la evaluación del cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) que establece el D.S. 004 – 2017 MINAM, para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible (OMS, 2006). Hoy en día el avance tecnológico y el uso de diversos productos químicos han hecho que el agua pierda su pureza y no pueda consumirse razones por las cuales es necesario potabilizar el agua garantizando su calidad físico química y microbiológica. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población. El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idónea para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano (Orellana, 2005)

Uno de los problemas sanitarios más críticos en los países de América Latina y el Caribe es la descarga incontrolada de aguas residuales domésticas sin tratamiento, las cuales contaminan los recursos hídricos superficiales, subterráneos y las zonas costeras. (Larrea, Yeny Marcia, María Marcia, & Rojas Hernandez; Heydrich Perez, Nidia Mercedes, 2013) razón por la cual la garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor (OMS, 2006) Las bacterias indicadoras permiten realizar la clasificación sanitaria de las aguas

para diferentes usos, la determinación de criterios para las normas de calidad, la identificación de contaminantes, el control de procesos de tratamiento de agua y estudios epidemiológicos, etc. (Larrea et al., 2013) Por lo cual la destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro(OMS, 2006) por ello es de vital importancia conocer si el agua potable del distrito de Paucarcolla cumple con los ECA del D.S. 004-2017 MINAM.

El presente informe final de investigación contiene 4 capítulos: en el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, los antecedentes y objetivos en el segundo capítulo el marco teórico e hipótesis; en el tercer capítulo la metodología; en el cuarto capítulo los resultados y discusión; y finalmente las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó culminada la investigación.

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El correcto abastecimiento del agua potable es la principal preocupación de los seres humanos hoy en día factores como: el crecimiento de las poblaciones, el avance tecnológico, el uso de productos químicos, entre otros, han hecho que el agua pierda su pureza y no pueda consumirse; el agua a su paso por el suelo, por la superficie de la tierra o a través del aire se contamina y se carga de materias en suspensión o en solución: partículas de arcilla, residuos de vegetación, organismos vivos (Plancton, bacterias, virus), sales diversas (cloruros, sulfatos, carbonatos de sodio, calcio, hierro, manganeso, aluminio, etc.), materias orgánicas (ácidos húmicos, fúlvicos, residuos de fabricación), entre otros, los mismos que resultan severamente perjudiciales para la salud del ser humano, razones por las cuales es necesario potabilizar y obtener una adecuada calidad del agua, evaluando su naturaleza química, física y biológica,

En el Perú y sobre todo en la región de Puno, el problema en el abastecimiento del agua potable es bastante preocupante, y tiene que ver mucho con dos puntos: el crecimiento demográfico y la pobreza, estos puntos hacen que la mala calidad del agua potable influya en el incremento de diversas enfermedades, sobre todo en las poblaciones vulnerables, es

importante mencionar que en los últimos años se ha incrementado la contaminación del agua, lo cual representa un problema de salud pública, cabe resaltar que existen cinco grandes grupos que representan las necesidades básicas de los seres humanos: agua, alcantarillado y saneamiento, electricidad, salud y educación, pero en el presente trabajo de investigación se analizara el problema del abastecimiento del agua potable, tomando en cuenta que no basta ampliar las coberturas, es necesario, mejorar la sostenibilidad, manejo y distribución del agua potable. La calidad del agua es un factor que incide directamente en la salud y el bienestar del ser humano de esta depende la biodiversidad, así como la calidad de alimentos, las actividades económicas, etc. Por lo tanto, la calidad del agua es también un factor determinante de la pobreza o riqueza de un país.

Al respecto, en las áreas urbanas hay una escasa continuidad del servicio y una falta de mantenimiento de la infraestructura, lo que se refleja en los altos índices de roturas y atoros en las redes, representando definitivamente un problema social, en la Región de Puno resulta necesaria la intervención de diversas instituciones para mejorar la calidad del agua potable y con ello la calidad de vida de la población en general. En vista a esta problemática es que nos planteamos las siguientes interrogantes:

1.1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1.1 PROBLEMA GENERAL

¿La calidad del agua potable del distrito de Paucarcolla cumplirá con los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM?

1.1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿El agua potable del distrito de Paucarcolla cumplirá con los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM para los parámetros físico químicos?
- ¿El agua potable del distrito de Paucarcolla cumplirá con los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM para los parámetros microbiológicos?

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 A NIVEL INTERNACIONAL

González et al. (2007) realizó un diagnóstico de calidad del agua de consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León (Nicaragua), se analizaron 35 fuentes de agua potable de manera aleatoria, siendo los resultados microbiológicos de 65 NMP/100 ml y 3 NMP/100 ml; en cuanto a los resultados fisicoquímicos: dureza total 700 mg/l, cloruros 350 mg/l, sulfatos 358 mg/l y pH 7.5 unidades pH. En cuanto los análisis microbiológicos se encontraron coliformes totales 400 NMP/100 ml y coliformes fecales 50 NMP/100 ml.

Hernández (2016) realizó un diagnóstico de las fuentes de agua para consumo humano utilizadas en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón (Costa Rica), determinó altas concentraciones del Mn que sobrepasaron el nivel máximo permitido (500 µg/l Mn) por la legislación en 25 pozos de un total de 147, el cual podría afectar el neurodesarrollo infantil, además, se detectó la presencia de coliformes fecales (CF) en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas, concluyéndose de que las razones naturales y geológicas, las acciones antropogénicas, así como la contaminación proveniente posiblemente del uso extensivo de plaguicidas en las fincas aledañas.

(Fuentes, Baypoli, Apodaca, & Montenegro, 2007) realizó un diagnóstico de la calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México) donde presenta los resultados de coliformes totales en las comunidades estudiadas, se puede observar que la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron densidades altas de coliformes totales, con el 100 % (84 muestras) y 97 % (82 muestras) de las muestras fuera de norma, respectivamente; los cuales deben ser ausentes en 100 mL (26). En la comunidad de Etchojoa sólo el 6 % de las muestras presentaron incidencia, lo cual se atribuye al proceso de desinfección con cloro.

(Fuentes et al., 2007) Se puede observar que la comunidad de Etchojoa presentó en general una calidad microbiológica buena. En el caso de la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron una calidad deficiente.

1.2.2 A NIVEL NACIONAL

Quispe (2010) respecto a componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa, reportó promedios de pH: 8.00, temperatura 19.80°C, sólidos disueltos totales 397.60 mg/l, cloruros 81.20 mg/l, sulfatos 401.60 mg/l. Cabe mencionar que SUR (1997), en la calidad del agua potable cuya procedencia fue el agua de manantial de Urcos-Inambari (Etapa I) de la carretera interoceánica indico valores de pH entre 6.50 a 6.90, cloruros de 145.00 a 250.00 mg/l, sólidos totales 45.00 a 910.00 mg/l, la turbidez es 0.30 a 38.70 UNT. como también Gonzales et al., (2007), efectuaron un diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León Nicaragua. Obteniendo un promedio para la dureza total 700.00 mg/l, cloruros de 358.00 mg/l, sulfatos de 358.00 mg/l y un pH de 7.50 unidades.

La comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, (2014) obtuvo datos respecto a la alcalinidad y dureza total registraron ligeras variaciones (137,12 y 326,89 mg/L respectivamente); los nutrientes presentaron fluctuaciones con tendencias ligeramente elevadas en fondo, se encontró clorofila-a hasta 100 m de profundidad, pero en concentraciones mínimas

(Marchand, 2002) realizó estudios de microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima metropolitana donde indica que el agua proveniente de la red pública no presentó contaminación microbiológica contaminándose en el sistema de abastecimiento y distribución de los inmuebles, en donde el 17,86% presentó contaminación microbiológica (no apta para el consumo humano), principalmente por

Bacterias heterotróficas (BH), Coliformes Totales (CT) (70%) y Coliformes fecales (termotolerantes) (CF) (52,50%)

1.2.3 A NIVEL LOCAL

Calsín (2016) En pozos artesanales y tubulares de Juliaca obtuvo una CF entre 1636,25 y 1082,18 $\mu\text{S/cm}$, sólidos disueltos totales (SDT) entre 785,03 y 509,82 mg/l, el potencial de hidrogeno (pH) entre 7,39 y 7,14 unidades, sulfatos entre 324,00 y 226,18 mg/l, cloruro total entre 206,50 y 134,31 mg/l, dureza total de 628,91 y 438,91 mg/l, coliformes totales (CT) de 378,16 y 226,21 Unidad formadora de colonias (UFC); UFC/100 ml, los coliformes fecales ,(CF) de 107,22 y 27,79 UFC/100 ml y bacterias heterotróficas entre 303,47 y 217,78 UFC/100 ml; por otro lado, Quispe (2017), evaluó 6 manantiales del distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar (Puno), determinó que los análisis fisicoquímicos están dentro de los límites máximos permisibles (LMP), mientras que en los análisis de coliformes totales (CT) estuvieron entre 330, número más probable; MNP/100 ml y 43,33 NMP/100ml y CF entre 30 NMP/100 ml y 3 NMP/100 ml, que sobrepasan los límites máximos permisible (LMP) y no son aptas para el consumo humano.

Turpo (2018) realizó estudios de la evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento Aziruni, Puno 2017 donde obtuvo los siguientes resultados en cuanto a la conductividad que excede los estándares de calidad ambiental (ECA) en un promedio de 396,67 $\mu\text{S/cm}$. Para los límites máximos permisibles (LMP) se encontró que el sulfato excede en un promedio de 78,33 mg SO_4/L , y los coliformes totales que excedió ligeramente en junio el límite en 0,53 NMP/100ml. La diferencia entre las muestras de agua de Chimu y Chacarilla Alta, no mostraron una diferencia significativa entre sus aguas. En general los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados del sector Chimu y la PTAP Aziruni, no cumplen con todos los ECA y LMP, no suministrando agua en calidad óptima necesaria para el consumo humano.

Mendoza (2011) realizó un estudio microbiológico y de los factores físicos del agua del río llave, donde obtuvo valores promedios de: temperatura 12,58 °C, pH 7,32 unidades, CT 10000 NMP/100 ml, CF 1500 NMP/100 ml y bacterias heterótrofas o mesófilos viables de 5348 UFC/ml, llegando a la conclusión de que el agua potable de la cual se sirve esta población no es apta para el consumo humano, riego y demás actividades domésticas.

Ortiz (2014) la investigación realizada determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para coliformes totales fueron de 0 a 67,50 NMP/100ml. Sin embargo, Chauca Laura; Romualdo Meza, (2015) en su investigación calidad bacteriológica de los manantiales del centro de investigación y producción de Chucuito (CIPCH) UNA reportaron para coliformes totales en el manantial Murinlaya un promedio de NMP/100ml superando los límites permisibles. Por otra parte Vilca (2011), en la evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de las aguas de manantial como fuente de agua de sus habitantes reportó para coliformes totales un promedio de 18,33 NMP/100ml, Ortiz,(2014)

MINSA (2011) al analizar el agua potable de Ayacucho - Perú. Provincia de la Mar, Distrito de Anco, estableció mediante análisis físico-químico los siguientes resultados: pH. 8,4 Unidades de pH, sólidos disueltos totales 152,6 mg/l, dureza total 250 mg/l y cloruros 345 mg/l, determinándose la calidad microbiológica con un promedio de 70 coliformes totales/100 ml y 7 coliformes fecales/100 ml calificando el agua potable de dicho distrito, con un déficit de calidad microbiológica debido a la contaminación fecal y al déficit de las tuberías.

EMSA (2011) realizó un control de calidad de agua potable en el distrito de Desaguadero, reportando los resultados del análisis físico - químico y bacteriológicos en la zona Cumi, en el reservorio fue: temperatura 14,7 °C, olor y sabor ninguno, pH 5,8, sólidos disueltos totales 296,0 mg/l, ausencia de coliformes totales y de coliformes fecales, y en la red de distribución, temperatura 14,6 °C, olor y sabor ninguno, pH 5,7, sólidos disueltos totales

379,03 mg/l, cloruros, 44,97 mg/l, sulfatos 180,00 mg/l, color 3, 00 UCV Pt/Co. Ausencia de coliformes totales y coliformes fecales, concluyendo que el agua potable que distribuye la empresa es buena.

Soto (2013) evaluó el agua de pozo del mercado Bellavista y se determinó CF de 827,25 NMP/100 ml y CTT (Coliformes termo tolerantes) con 111 NMP/100 ml; en el mercado Unión y Dignidad las CT 102 NMP/100ml y CTT 0,75 NMP/100ml;

Chambi (2015) reporta en el centro poblado de Trapiche (Ananea – Puno), valores de 14,85 UFC/100 ml de CT y E. coli en aguas de pozos, donde el agua no es apta para consumo humano en contraste Salazar (2015), reporta en agua potable de la ciudad de Juliaca, valores de pH entre 3,31 – 7,78, la CE entre 1024 - 1225 uS/cm, la DT entre 185 – 310 mg/L, los cloruros entre 0,7 – 1,6 mg/L, los sulfatos entre 65 - 90 mg/l, siendo negativo a CF y CTT, en resumen, estando dentro de los LMP.

Vilca (2011) realizó un trabajo de calidad físico - químico y bacteriológico del agua de consumo humano del distrito Vilque - 2011, reportando para la zona A: coliformes totales 18,33 NMP (número más probable)/100 ml, pH 6,81, temperatura 15,14 °C, sólidos disueltos totales 85,93 mg/l, dureza total 187 mg/l, y cloruros 8,22 mg/l, zona B: coliformes totales 6,67 NMP/100 ml, pH 6,59, temperatura 14,96 °C, sólidos disueltos totales 80,9 mg/l, dureza total 209,96 mg/l, y cloruros 6,8 mg/l zona C: coliformes totales 21,67 NMP/100 ml, pH 6,3 unidades de pH, temperatura 14,9 °C, sólidos disueltos totales 73,7 mg/l, dureza total 176,64 mg/l, y cloruros 6,81 mg/l. determino que el agua de la zona no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

Oruna (2010) realizó un proyecto de investigación para determinar la calidad microbiológica y los parámetros físico - químicos del agua potable de la ciudad de Puno, obtuvo los siguientes resultados: Totorani: coliformes totales 18,00 NMP/100 ml, coliformes fecales 0.00 NMP/100 ml, pH 7,5, sólidos disueltos totales 650 mg/l, dureza 200,1 mg/l, cloruros

256,57 mg/l, y sulfatos 260 mg/l; y barrios abastecidos por la fuente Totorani coliformes totales 0 - 240 NMP/100 ml, coliformes fecales 0 - 7 NMP/100 ml, pH 6,24 – 8,65, sólidos disueltos totales 352 - 1061 mg/l, dureza 44,15 – 166,00 mg/l, cloruros 11,98 – 209,64 mg/l, y sulfatos 26,00 – 740,00 mg/l, culminada la investigación concluyo que el agua potable cumple con los parámetros establecidos por la norma técnica peruana sin embargo en los barrios estudiados hay variaciones notables.

Beltrán et al.(2015) en la nota científica: —Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011, en la revista peruana de biología, concluyó lo siguiente: La cantidad de oxígeno que el agua puede contener en solución disminuye con el aumento de la temperatura, que es, por supuesto, desventajosa para los organismos debido a que la tasa metabólica, y por lo tanto la demanda de oxígeno aumenta con aumentar la temperatura obtuvo un valor promedio de 9.43, con una máxima de 9.53 y un mínimo de 9.23, valores que sobrepasan el estándar de calidad ambiental (ECA), debido a que los puntos de monitoreo evaluados abarcan la bahía interior del lago Titicaca y no en la captación Chimu, las que recepción desagües clandestinos y aguas residuales directas de la laguna de oxidación del Espinar, que se encuentra en una condición de colapso.

(PEBLT, 2017) Monitoreo de Bahías del Lago Titicaca Conductividad Eléctrica las diferentes bahías se reportaron valores de conductividad realizados el 11 de setiembre del 2017 en bahía de Vilque chico obtuvieron valores 1.52 $\mu\text{S}/\text{cm}$ setiembre del 2017, en la bahía de Pusi 1.52 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bahía de Moho 1.51 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bahía de Capachica 1.46 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bahía de Pilcuyo 1.59 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Bahía de Juli 1.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bahía de Yunguyo 1.53 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bahía de Pomata 1.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bahía de Desaguadero 1.53 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dando un promedio de 197 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Y la Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes (2014) reportaron los valores de sulfatos medidos a dos profundidades (20 y 80% de profundidad de la columna de agua) en los quince (15) puntos de monitoreo están en el rango de 206 a 460 mg/L (Ver Figura 17), registrándose el valor

más significativo correspondiente a la muestra colectada a 20% de profundidad de la columna de agua.

PEBLT (2014) en su trabajo de investigación denominado —Contaminación de la Bahía Interior de Punoll, realizado por la dirección de Estudios del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, mostró los siguientes resultados: —La concentración de Coliformes totales durante campañas realizadas en los meses de octubre a diciembre en las estaciones de muestreo BI-5 a BI-15, registró desde 2000 hasta 4800 NMP/100ml, superior a los establecido por las ECA - categoría 4 (>2000 NMP/100 ml.). Esto se debe a altas actividades humanas que se desarrollan por los alrededores, vertimientos y a la presencia de los animales cercanos al cuerpo de agua

Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes (2014) Los Coliformes Termo tolerantes en la Sub cuenca Coata e Illpa, se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental Cat.3. “Riego de vegetales y bebida de animales”. A excepción de las zonas del Rio Paratía presentan valores de 2,300.0NMP/100ml y el rio Torococha con valores de 7, 900,000 NMP/100ml y 3,300 NMP/100ml respectivamente en esta zona.En el punto de monitoreo ubicado en el rio Lampa presentan valores de 450 NMP/100ml, por debajo de los ECA-Cat.1 (2000NMP/100ml). Realizando una comparación con ECA-Cat.1 “Uso Poblacional y Recreacional”.Dependiendo del tipo de tratamiento (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional), este debería estar dentro del rango de (0 a 2000.00 de NMP/100ml).

(Calsín, 2016) La investigación se realizó en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román. Durante los meses de febrero – junio del 2016. se determinó los parámetros bacteriológicos:Se analizaron muestras de agua procedentes de 70 pozos (32 artesianos y 38 tubulares) y los resultados heterotróficas fueron de 303.47 ± 74.58 UFC/100 mL en pozos artesanales y en pozos tubulares 217.79 ± 56.98 UFC/100 mL

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua potable del distrito de Paucarcolla de Puno 2019 bajo el D.S. 004 – 2017 MINAM.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características físico - químicas en el agua potable del distrito de Paucarcolla de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM.
- Evaluar las características microbiológicas en el agua potable del distrito de Paucarcolla de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 El agua

García et al. (2016) el agua es un compuesto con características únicas, de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza, además de ser determinante en los procesos físicos, químicos y microbiológicos que gobiernan el medio natural.

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta, los seres humanos dependemos de su disponibilidad no sólo para el consumo doméstico, sino también para el funcionamiento y la continuidad de las actividades agrícolas e industriales. En las últimas décadas, con la finalidad de producir más alimentos y energía, así como de dotar del servicio de agua potable a una población cada vez más numerosa, en los últimos años la demanda por el líquido ha crecido significativamente.

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental (MINSA, 2011)

Barrenechea (2004) señala que, en la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en nuestros organismos, a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor, sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de microorganismos y sustancias tóxicas al organismo que pueden afectar a diferentes órganos de manera reversible o irreversible.

(Jimenez, Valiente, Ponce, Lopez, & Villerepeste, 2010) de acuerdo con Shiklomanov (1993) los recursos renovables que los seres humanos utilizan aceleradamente, de manera efectiva, tienden a transformarse en recursos no renovables con la subsecuente modificación del ciclo natural citado por (Jimenez et al., 2010) a pesar de que el agua dulce es renovable, en la práctica resulta limitada.

2.1.2 Calidad del agua

Mendoza (1996) la calidad del agua se refiere a un conjunto de parámetros físico – químicos y microbiológicos, los que indican que el agua puede ser usada para diversos propósitos tanto domésticos, riego, recreación, industrias, etc. Es el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario, también la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases ya sea que estén presentes en suspensión o en solución.

2.1.3 Clasificación del agua

2.1.3.1 Agua de manantial

Agüero (2003) asevera:

Un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos

impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie. (p. 28)

El agua del manantial es pura y, por lo general, se la puede usar sin tratamiento, a condición de que el manantial este adecuadamente protegido con una estructura que impida la contaminación del agua. Se debe asegurar que el agua provenga realmente de un acuífero y que no se trate de agua de un arroyo que se ha sumergido a corta distancia. En el país, el Ministerio de Salud y ANA (ALA), clasifica los manantiales por su ubicación y su afloramiento. De acuerdo a lo primero, pueden ser de ladera o de fondo; y de acuerdo a lo segundo, de afloramiento concentrado o difuso. (Agüero, 2003, p. 28)

Los manantiales generalmente se localizan en las laderas de las colinas y los valles ribereños. En los de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso. (Agüero, 2003, p 28)

2.1.3.2 Agua superficial

Agüero (2003) sostiene:

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. (p. 27-28)

2.1.3.3 Agua Potable

Se considera agua potable o apta para el consumo humano cuando cumple condiciones básicas de calidad.

2.1.4 Características físico - químicas del agua potable.

Son llamadas así debido a que pueden impresionar a los sentidos de los seres humanos (vista, olfato, etcétera), tienen una directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

2.1.4.1 Conductividad eléctrica

El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrica, expresándose el resultado en microsiemens cm^{-1} ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Es una medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos estando relacionados ambos mediante la expresión empírica.

2.1.4.2 pH

El pH es el potencial de Hidrógeno, indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la 27 coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9.

2.1.4.3 Turbidez

La turbidez es originada por las partículas en suspensión o coloides arcillas, limo. La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del

agua en menor o mayor grado. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT). (Moreno et al., 2012)

2.1.4.4 Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados, aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ". (Moreno et al., 2012)

2.1.4.5 Sólidos totales

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103 – 105 °C.

2.1.4.6 Sólidos disueltos o residuos disueltos

Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada. Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μ).

2.1.5 Características microbiológicas del agua potable

El origen de los microorganismos en el agua puede ser natural, es decir constituyen su hábitat natural, pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales y/o industriales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia, la cantidad de microorganismos va acompañando a las características físico - químicas del agua, ya que cuando esta tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica (Orellana, 2005)

2.1.5.1 Grupo coliformes

Los coliformes son bacterias que habitan en el intestino de los mamíferos y también se presentan como saprofitos en el ambiente, excepto la *Escherichia*, que tiene origen intestinal. Los coliformes tienen todas las características requeridas para ser un buen indicador de contaminación. Este grupo de microorganismos pertenece a la familia de las enterobacteriáceas son bacterias Gram negativas que contiene más de 30 géneros y más de 100 especies que pueden tener morfología de cocos o bacilos, Se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35 - 37 °C en un lapso de 24 - 48 horas y producir ácido y gas. Los siguientes géneros conforman el grupo coliforme,(Camacho, Giles, Ortegón, Palao, & Serrano, 2009): *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*.

2.1.5.2 Coliformes totales (CT)

El grupo coniforme está formado por todas las bacterias Gram negativa, de morfología bacilar, aerobias o anaerobias facultativas, oxidadas negativas, no esporógenas y capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a 35 ± 0.5 °C dentro de las 48 ± 3 horas. Las bacterias coliformes pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua. Las bacterias de origen fecal se incluyen dentro

de las bacterias entéricas o "enterobacterias" y se caracterizan por habitar en el tracto gastrointestinal del hombre y otros animales(OMS, 2006).

2.1.5.3 Coliformes fecales (CF)

Aquellas bacterias que forman parte del grupo coliformes y pertenecen a los bacilos Gram negativos, fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 ± 0.2 °C dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en este grupo es Escherichia coli y en menor grado las especies de los géneros Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter (MINSAL, 2010)

2.1.6 Normativas legal y reglamentos del Perú

- Ley N° 28611.- Ley General del Ambiente.

Artículo 67.- Del saneamiento básico. Las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local priorizan medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de tarifas adecuadas y consistentes con el costo de dichos servicios, su administración y mejoramiento.

Artículo 114.- Del agua para consumo humano. El acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población. Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares.

- Ley N° 26842.- Ley General de Salud.

Artículo 107.- Establece que el abastecimiento de agua para consumo

humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

- D.S. N° 004-2017-MINAM.- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

Artículo 1.- La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y sub categorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas

al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

Límites Máximos Permisibles.

El Límite Máximo Permisible (LMP) es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Dicha determinación corresponde al Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción son establecidos por dicho Ministerio. El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Estándares de Calidad Ambiental.

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. Para controlar las emisiones de agentes contaminantes del agua se emitido el D.S. 004-2017-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

2.1.7 Potabilización del agua:

Tabla 01: Parámetros de control de calidad fisicoquímica

	Entrada de planta	Salida de decantadores	de Salida de filtros
Temperatura	X		
Turbiedad	X	X	x
Color	X	X	x
Sabor y olor	X		
Alcalinidad	X	X	x
Ph	X	X	X
Índice de saturación			X

Cloro residual		X
Prueba de jarras	X	

Fuente: Madigan, Martinko, Dunlap, & Clark (2012)

2.1.8 Abastecimiento del agua potable del distrito de Paucarcolla

El sistema de abastecimiento del distrito de Paucarcolla es conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionados por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios; desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan a esta definición como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, entenderán como servicios en condiciones especiales (MINSA, 2005).

El abastecimiento de agua en el distrito de Paucarcolla, debe guardar los parámetros físico-químicos y microbiológicos que se citan de las tablas siguientes:

Tabla 02: Parámetros físico - químicos para uso de aguas: D.S. 004 – 2017 – MINAM

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que puedan ser potabilizadas con desinfeccion	Aguas que puedan ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueda ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	..	..
Cianuro Libre	mg/L	..	0,2	0,2
Cianuros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100(a)	..
Coductividad	(µS/cm)	1500	1600	..

Demanda Bioquimica de Oxigeno (DBO)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	..	..
Demanda Quimica de Oxigeno(DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	..	..
Fluoruros	mg/L	1,5	..	..
Fosforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales flotantes de Origen Antropogenico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	..
Amoniac	mg/L	1.5	1.5	..
Oxigeno Disuelto (valor minimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de hidrogeno (p(Ministerio del Ambiente, 2008)H)	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 – 9.0	5.5 – 9.0

Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	..
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	..
Turbiedad	UNT	5	100	..

Fuente: (MINAM, 2017)

Tabla 03: Parámetros microbiológicos para uso de aguas D.S 004-2017 MINAM

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS					
Coliformes Totales		NMP/100ml	50	..	..
Coliformes tolerantes	Termo	NMP/100ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitológicas		Nº Organismo/L	0	..	..
Escherichia coli		NMP/100 ml	0	..	..
Vibrio cholerae		Presencia /100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre		Nº Organismo /L	0	<5*10 ⁶	<5*10 ⁶
		(algas, protozoarios, copépodos, rotíferos,			

**nematodos, en todos sus
estadios evolutivos)(f)**

Categoría A – A 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Fuente: (Fuentes et al., 2007)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 El agua potable:

El agua de consumo inocua (agua potable), según se define en las Guías, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal

2.2.2 Agua:

Es aquella que ha sido sometida a tratamiento y que, por reunir las condiciones organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud

2.2.3 Agua Cruda:

No ha sido sometida a tratamiento y dependiendo de su calidad, podría ser apta para el consumo directo por la población humana, previo proceso de tratamiento, sin generar efectos adversos a la salud. En esta clasificación se incluyen las aguas subterráneas y las aguas lluvias interceptadas en la cubierta de edificaciones.

2.2.4 Calidad de agua de consumo humano:

La calidad de agua de consumo humano determina que se encuentre libre de elementos de contaminación y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Por su importancia para la salud pública, la calidad del agua merece especial atención. Sin embargo y sobre todo en países en desarrollo a este problema se le ha prestado poca atención, la cantidad y la cobertura son tan importantes como la calidad de la misma para prevenir las enfermedades de origen hídrico. El acceso a los servicios de agua potable debería ser garantía de que se está consumiendo agua segura, sin embargo, en muchos casos no es así, porque el agua es de mala calidad y no cumple las normas de potabilidad, aunque se distribuya a través de redes entubadas y conexiones domiciliarias

2.2.4.1 Aguas superficiales:

Conjunto de aguas que se encuentran sobre la superficie terrestre: ríos, lagos, embalses, etc. cuando se encuentran en cantidades suficientes, es una importante fuente de abastecimiento para el consumo humano. Las características de esta agua están directamente condicionadas por las propiedades del terreno por el que discurren, ya que el carácter bipolar de su molécula

2.2.4.2 Agua Tratada:

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

2.2.4.3 Agua para consumo humano:

Agua apta para consumo humano y para todo uso domésticos habitual, incluida la higiene personal

2.2.4.4 Gestión de la Calidad de Agua para Consumo Humano:

Conjunto de acciones técnicas administrativas que tiene la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo humano de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento.

2.2.4.5 Calidad microbiológica del agua:

Es uno de los criterios, utilizado para determinar la calidad sanitaria del agua, es la clase y número de bacterias que se encuentran presentes, los métodos utilizados están diseñados para detectar el grado de contaminación del agua con desechos de origen humano y/o animal

2.2.4.6 Calidad bacteriológica del agua:

Es el agua destinada a la bebida y a usos domésticos el cual no debe transmitir patógenos. Como el indicador bacteriano más numeroso específico de la contaminación fecal tanto de origen humano como animal, durante la distribución, la calidad bacteriológica del agua puede deteriorarse. En el agua insuficientemente tratada o en la contaminada después de salir de la planta de tratamiento pueden aparecer bacterias distintas de E coli, que se hayan desarrollado en los sedimentos o en materiales inapropiados que estén en contacto con el agua (arandelas, obturaciones, lubricantes, plásticos y plastificantes, por ejemplo). Las bacterias pueden llegar también de la tierra o el agua natural a través de válvulas y casquillos con fugas, tuberías maestras reparadas o el sifonaje de retorno.

2.2.4.7 Desinfección:

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro. La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas

superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

2.2.4.8 Coliformes totales:

El grupo de bacterias coliformes totales comprende todos los bacilos Gram- negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

2.2.4.9 El grupo de coliformes fecales:

Está constituido por bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 h. de incubación a $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente es *Escherichia coli*

Coliformes termo tolerantes:

Los coliformes termo tolerantes (CTE), denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45°C , comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, pero se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas forman parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo ocasionalmente forman parte de la microbiota normal.

2.2.4.10 Límite Máximo Permisible (LMP):

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

2.2.4.11 Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:

Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son acciones por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua potable en el distrito de Paucarcolla de Puno, no cumple con los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las características físico - químicas del agua potable del distrito de Paucarcolla superan los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM.
- Las características microbiológicas del agua potable del distrito de Paucarcolla superan los ECAS establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Distrito de Paucarcolla, provincia de Puno, departamento de Puno, localizado al Norte de la ciudad de Puno, a una distancia de 12 km, a 3845 m.s.n.m., dividido en centros poblados y comunidades, la investigación se realizó en la captación de agua de Paucarcolla hasta el reservorio de agua potable de la cual se sirve la población, se intervendrá en 3 puntos clave para los muestreos PM1, PM2, PM3.

Paucarcolla está ubicada a 3,845 msnm. Oscilando entre los 3 812 a 3 900 msnm, a orillas del Lago Titicaca. Después del distrito de Puno, Paucarcolla es el distrito más cercano al Centro Histórico de la ciudad de Puno (a 12 km aproximadamente).

El área total del distrito de 170,04 km², distribuidos entre comunidades campesinas y centros poblados menores.

Los puntos de muestreo PM1, PM2, PM3, han sido localizados entre las coordenadas Captación Rake Rake 15°48'22.89" S y 70° 5' 34.40" O y del reservorio 15°44'40.82" y 70°3'28.01" O lo que permitirá su ubicación exacta y facilitará el desarrollo de la investigación.



Figura 01: Fotografía satelital que muestra una vista panorámica de la ubicación de los puntos de captación de agua, distrito de Paucarcolla

Fuente: imagen satelital del google earth.



Figura 02: Punto de captación de agua para alimentar reservorio de la localidad de Tiquillaca, en Totorani (Totorane)

Fuente: Imagen satelital del Google Earth



Figura 03: Reservorio de agua potable para la localidad de Paucarcolla

Fuente: Imagen satelital del Google Earth



Figura 04: Mapa de ubicación de la

3.2 POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

El proyecto de tesis se encuentra ubicado en el distrito de Paucarcolla, provincia de Puno, departamento de Puno, Perú. El criterio a tomar para determinar nuestra población es la ruta del abastecimiento de agua potable desde la captación Rake Rake hasta el reservorio desde donde distribuye el agua para dicha población del distrito de Paucarcolla

3.2.2 MUESTRA

Las muestras fueron tomadas en la captación (PM1), transcurso (PM2) y del reservorio (PM3); durante los meses de julio, agosto y septiembre de las cuales se obtuvo 2 muestras por cada punto para ser analizadas en aspectos físico químico y microbiológico Tabla N° 4

Tabla 04: Tipo y frecuencia de muestreo del agua potable evaluados durante julio-setiembre del año 2019

Meses	Tipos de muestras					
	PM 1		PM 2		PM 3	
	F-Q		F-Q		F-Q	
JULIO	M	2	M	2	M	2
	F-Q		F-Q		F-Q	
AGOSTO	M	2	M	2	M	2

	F-Q		F-Q		F-Q	
SETIEMBRE	M	2	M	2	M	2

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- F-Q: Análisis físico químico
- M: Análisis microbiológico

3.3 MÉTODOS Y MATERIALES

3.3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio es no experimental, porque no se modificó la realidad, ya que se tomó tal como se muestra y porque no se manipula ninguna de las variables (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010)

3.3.2 Diseño de investigación:

El diseño de esta investigación corresponde al DESCRIPTIVO, porque se describió los parámetros físico químicos y microbiológicos encontrados en las muestras de agua recolectadas

3.3.3 técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.3.1 Técnicas

La técnica utilizada para la recolección de datos fue mediante la toma de muestras, manual e in situ de una muestra por punto, para luego analizarlas en el “Megalaboratorio –UNA Puno” para las muestras físicos químicos y en el laboratorio de “Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia” para las muestras de agua microbiológicas, en un periodo de 03 meses (julio, agosto, setiembre) del 2019

El tipo de muestras a utilizar será instantáneo e integrado. Instantánea porque la muestra representara las condiciones del agua en el momento en que se recolecta, e integrada por que se tomarán muestras en diferentes puntos (Sierra, 2011)

La clase de muestreo será manual, porque tiene como ventaja que al recolectar la muestra podemos tomar nota de cualquier característica especial de la muestra o corregir inmediatamente fallas que se puedan presentar.(Sierra, 2011)

Considerando que el agua es un fluido integral, las muestras se tomaron de la siguiente manera: in-situ, en el punto de captación PM1 (Punto de Muestreo N° 1); luego durante el transcurso PM2 (Punto de Muestreo N° 2); finalmente en un punto de distribución PM3 (Punto de Muestreo N° 3) durante los meses: julio, agosto, setiembre meses en los que los factores climáticos varían en este distrito

3.3.3.2 . Instrumentos

- Estándares de Calidad Ambiental para aguall, aprobado por el D.S. N° 004-2017-MINAM
- Protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos – Autoridad Nacional del Agua 2011

3.3.4 Frecuencia de la toma de muestras

3.3.4.1 frecuencia de la toma de muestras

El procedimiento que se siguió para la ejecución de la toma de muestras, se llevó a cabo en la época de estiaje y primeras lluvias por un periodo de 03 meses (julio, agosto, setiembre del 2019) tomándose una muestra por mes por cada punto de muestra

3.3.4.2 Registro de datos de campo

Se registró el nombres y apellidos de la persona responsable de la toma de muestra código del punto de muestreo, origen y/o procedencia de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de la toma de muestra, localidad, distrito provincia y

departamento, volumen enviado al laboratorio, coordenadas de ubicación del punto de muestreo datos personales de quien realizó la toma de muestra, condiciones climáticas y otras observaciones en el punto del muestreo de agua Número de muestra y código del punto de muestreo. firma del responsable

3.3.5 Muestreo, preservación, conservación y envió de muestras al laboratorio

Para una correcta obtención y manipulación de dichas muestras se siguió las recomendaciones del “Protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos – Autoridad Nacional del Agua 2011”

3.3.5.1 Trabajos de pre campo

El trabajo de campo se inició con la preparación del material adecuado para las tomas de muestras razón por la cual fue necesario verificar con una lista de chequeo (Check List) que se tienen todos los implementos para salir al campo

El trabajo consistió en preparar con anticipación los materiales de laboratorio, coordinar la movilidad alquilada, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), equipos portátiles, mapa con los puntos de muestras, baterías de GPS- este trabajo tuvo como objetivo cubrir con los elementos indispensables para llevar a cabo una toma de muestras

3.3.5.2 Trabajo de campo

Al llegar al punto de muestreo se realizó una observación previa del lugar y continuar los siguientes pasos

- ✓ Se tomó una lectura de las coordenadas del punto de muestreo e indicar el sistema que corresponde
- ✓ Se preparó los frascos a utilizar de acuerdo a la lista de parámetros a evaluar
- ✓ Se procedió con el rotulado de los frascos con la lista de parámetros a evaluar

- ✓ Se procedió con el rotulado de los frascos. El transporte de los frascos, se realizó en cooler para evitar su contaminación.
- ✓ Se almacenó las muestras en el recipiente térmico (cooler) de forma vertical y considerando que el frasco de vidrio se encuentre apropiadamente protegidos evitando su rompimiento.
- ✓ Se tomó la lectura de los parámetros de campo temperatura
- ✓ Se llenó la cadena de custodia debidamente con la información recogida durante los trabajos realizados.
- ✓ Al finalizar la toma de muestras de agua se les transportó hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, llevando consigo la cadena de custodia.

3.3.5.3 Toma de muestras por parámetro

Las muestras de agua fueron recogidas en frascos de vidrio, se tomaron 2 muestras de (c/u) de los puntos establecidos PM1, PM2, PM3 en el sistema de abastecimiento de agua potable de Paucarcolla, durante los meses julio, agosto, setiembre. Asimismo, se tomaron 1000 ml de agua para los análisis fisicoquímicos y 750 ml de agua para los análisis microbiológicos.

✓ **Parámetros físico químicos -inorgánicos**

Estas muestras fueron tomadas en frascos de vidrio y directamente del cuerpo de agua. Se abrió el frasco y se llenó de las muestras de agua a una profundidad de 20 a 30 cm; una vez lleno el frasco, Se colocó la etiqueta rotulada con fecha, hora, lugar, responsable iniciando la cadena de custodia hasta que las muestras de agua lleguen a los laboratorios correspondientes en todo momento se evitó tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca La temperatura se tomó in situ en el momento de la toma de muestra en los PM1, PM2 y PM3 con la ayuda de un multiparámetro, luego se contrastó con otra medida en el laboratorio.

Este procedimiento se realizó estrictamente bajo el Protocolo Nacional de Monitoreo para la Calidad del agua, establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

✓ **Parámetros Microbiológicos**

El análisis microbiológico se realizó con el método de número más probable de coliformes (NMP) y recuenta estándar en placa (Thatcher F. y Clarck D, que es la más eficaz y certera para determinar tanto coliformes totales (CT) como coliformes fecales (CF) estos parámetros requirieron de frascos de vidrio previamente esterilizados, para luego ser llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene. Durante la toma de muestras, el frasco se destapó el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pudieran alterar los resultados. Se llenó la muestra agua dejando las $\frac{3}{4}$ de espacio en la botella para la aireación y evitar la mortandad de bacterias y se procedió a la rotulación de los frascos y fueron transportados al laboratorio herméticamente cerrados en un cooler

3.3.5.4 Conservación y envío de las muestras de agua

- ✓ Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (Coolers) a temperatura de 4 °C, disponiendo de preservantes de temperatura.
- ✓ Los recipientes de vidrio fueron embalados con cuidado para evitar roturas y derrames.
- ✓ Las muestras recolectadas para análisis físico químicos se entregaron al Megalaboratorio de la UNA- Puno en un tiempo dentro de las 3 horas de realizado el muestreo.
- ✓ En el caso de las muestras para análisis microbiológico se entregó al laboratorio de Medicina Veterinaria y Zootecnia dentro de las 3 horas de realizado el muestreo y estas fueron conservadas refrigerado a 4 °C
- ✓ Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras estuvieron acompañadas de la Cadena de Custodia.

3.4 IDENTIFICACIÓN N DE VARIABLES

Tabla 05: Identificación de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDADES
Calidad de agua para consumo humano según D.S 004-2017	Análisis físicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Color ▪ Turbiedad ▪ Conductividad ▪ Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organoléptico ▪ NTU ▪ $\mu\text{S/cm}$ ▪ $^{\circ}\text{C}$
	Análisis químicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Dureza ▪ Alcalinidad ▪ Sulfatos ▪ Cloruros ▪ Potencial Redox ▪ Solidos totales disueltos ▪ salinidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ph ▪ mg^{-1} ▪ mg^{-1} ▪ mg^{-1} ▪ mg^{-1} ▪ m V ▪ mg^{-1} ▪ mg^{-1}
	Análisis bacteriológico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ coliformes termo tolerantes ▪ bacterias heterotróficas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ufc/ml ▪ Ufc/ml
Aptitud del agua para consumo	<p>Apta para consumo</p> <p>No apta para consumo humano</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buena ▪ Aceptable ▪ Mala 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendable ▪ No recomendable

Fuente: Elaboración propia

3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

a. Métodos

La presente investigación por las características de los datos obtenidos y el propósito de investigación se realizó un análisis estadístico descriptivo comparativo de tipo exploratorio pues se requiere analizar un fenómeno para reconocer e identificar los problemas que se presenten durante la investigación.

Esta investigación estuvo regida bajo el D.S. 004 – 2017 - MINAM, el mismo que indica los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias.

- Categoría 1: Población y recreacional.
 - Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
 - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

3.6 MATERIALES Y EQUIPOS

Para llevar a cabo una toma de muestras efectiva, se preparó con anticipación los materiales de trabajo, lista de chequeo, formatos (fichas de registro de campo y cadena de custodia). Asimismo, se contó con los materiales y equipos de muestreo operativos debidamente calibrados.

a. Materiales

- Material Cartográfico.
- Bata, barbijo
- Tablero.
- Fichas de registro de campo.
- Libreta de campo.
- Etiquetas para identificación de frascos.

- Cadena de custodia.
 - Cuerda de 20 m.
 - Balde de plástico transparente.
 - Cinta adhesiva.
 - Plumón indeleble.
 - Dos frascos esterilizados de 1000 ml. (muestreo Microbiológico).
 - Dos frascos esterilizados de 1000 ml. (muestreo físico-químico).
 - Guantes descartables.
 - Cooler grande.
- b. Equipos**
- GPS.
 - Multiparámetro Hanna.
 - Cámara fotográfica.

CAPÍTULO IV

4 EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS EN EL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM.

Los resultados reportados en las tomas de muestras de agua in situ y el análisis de laboratorio para cada parámetro evaluado se detallan a continuación donde:

PM1: captación

PM2: punto medio –transcurso de flujo de agua

PM3: reservorio

4.1.1 Cloruros (Cl)

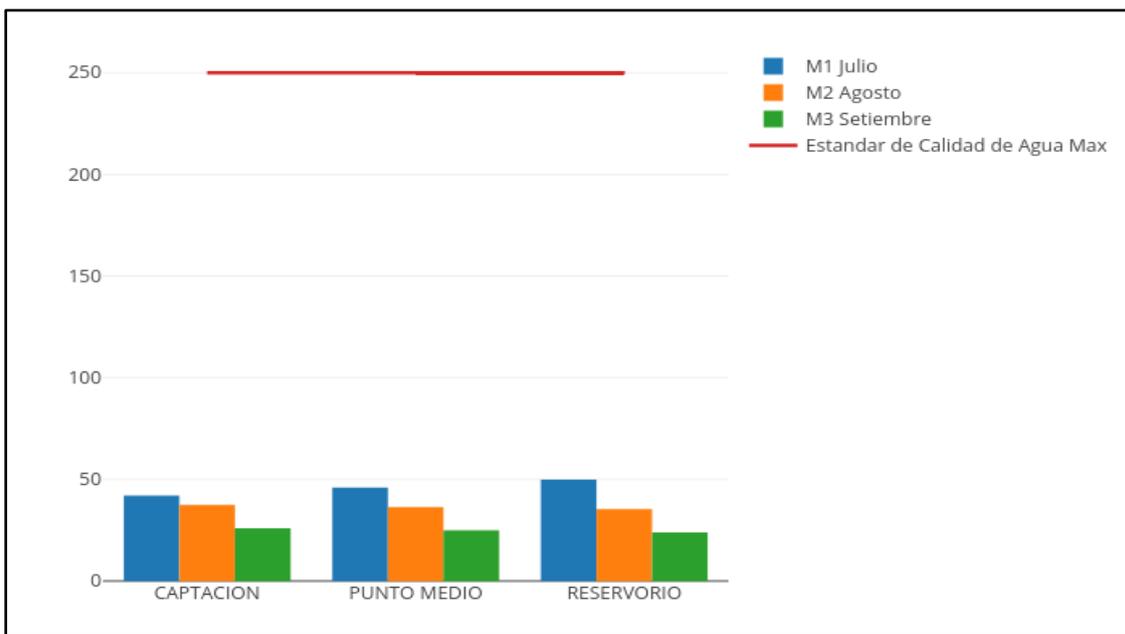


Figura 05: Histograma de la presencia de cloruros en el agua que muestra la variación de cloruros en mg/l de julio, agosto, setiembre del 2019 del distrito de Paucarcolla

Tabla 06: Presencia de Cloruro en el agua del distrito de Paucarcolla

FECHA	Captación	Transcurso	Reservorio	Unidad de medida
01/07/2019	41.98	45.945	49.91	mg⁻¹
05/08/2019	37.50	36.4	35.30	mg⁻¹
03/09/2019	25.98	24.97	23.96	mg⁻¹
Promedio	35.15	35.78	36.39	mg⁻¹

Fuente: Datos extraídos del informe del Megalaboratorio – UNA Puno, muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Los resultados obtenidos para PM1 en la figura 05 denotan cantidades mínimas de cloruros, con una máxima de 41,98 mg/L, una mínima de 25,98 mg/L y una intermedia de 37,50 mg/L, que observa de la tabla 06 que expresan básicamente cantidades no significativas en forma de cloruro de sodio, sabor salado que no es perceptible al gusto, detectable a partir de 250 ml/L los resultados guardan relación con las muestras tomadas en el reservorio, obteniendo el promedio de 36.39 mg/L y la una máxima de 49.91 mg/L, con una mínima de 23.96 mg/L, en el PM3 que nos indican que su valor no cambia

significativamente por razones de sabor, más que por razones sanitarias. por consiguiente, con respecto al cloruro al no superar el límite según (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*) este sería apto

Los resultados con respecto a otros autores, discrepan de los obtenidos en el presente estudio, como es el caso de González et al. (2007) quien realizó un diagnóstico de calidad del agua de consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León (Nicaragua), donde obtuvo como resultados en cloruros 350 mg/l, que sobrepasan los (LMP) y Quispe (2010) realizó estudios respecto a componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa, este reportó promedios de cloruros de 145.00 a 250.00 mg/l quienes también sobrepasan los límites máximos permisibles en los (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*)

4.1.2 Alcalinidad (CaCO₃)

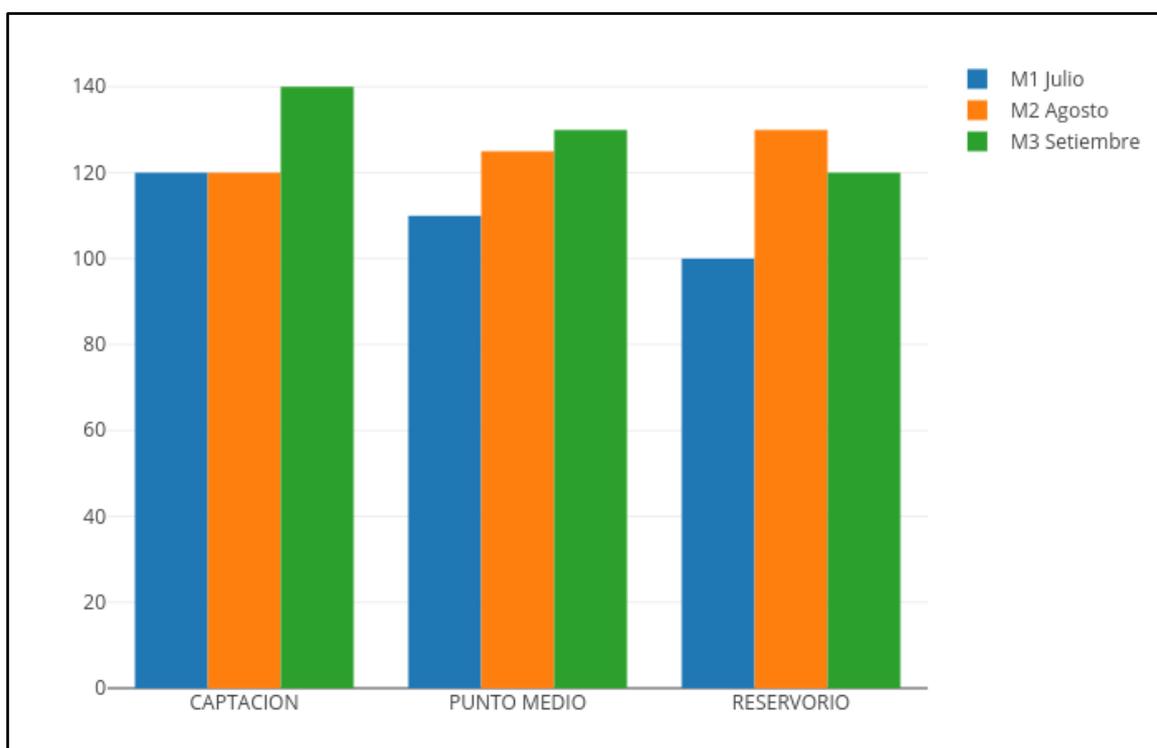


Figura 06: Alcalinidad (CaCO₃)

Tabla 07: Alcalinidad en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	120	110	100	mg -1
05/08/2019	120	125	130	mg -1
03/09/2019	140	130	120	mg -1
Promedio	126.67	121.67	116.67	mg -1

Los resultados registrados en la figura 06 y tabla 07 para la alcalinidad en el PM1 reflejaron una tendencia de incremento, con una máxima de 140 ppm en setiembre para julio y agosto una mínima de 120 ppm con un promedio de 126.67 ppm, lo que nos que la productividad alta en contenidos de carbonatos y bicarbonatos de la fuente de agua de Paucarcolla a su vez fue aumentado, considerablemente, producido básicamente por sustancias ácidas en las aguas sin embargo en el PM2 se obtuvo un promedio de 121.67. Para el PM3 se presentan condiciones diferentes que en el punto PM1, con una máxima de 130 ppm para el mes de agosto y una mínima de 100 ppm en julio, con una media de 116.67 ppm que en relación con el punto PM1, aumenta en 10 ppm.

Teles resultados guardan relación en base al punto CI, con lo obtenido por Beltrán et al., (2015) cuyos valores reportados de diciembre a abril, un promedio de 154.25 ppm, con una máxima de 175 ppm y una mínima de 143 ppm, valores muy altos, diferenciados ligeramente por tomarse las muestras en la bahía interior de Lago Titicaca, confirmando los resultados por los expuestos por la comisión multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, (2014), que reportó un valor de 129,5 ppm, valor alto en contenido de carbonatos y bicarbonatos.

4.1.3 Conductividad eléctrica (CE)

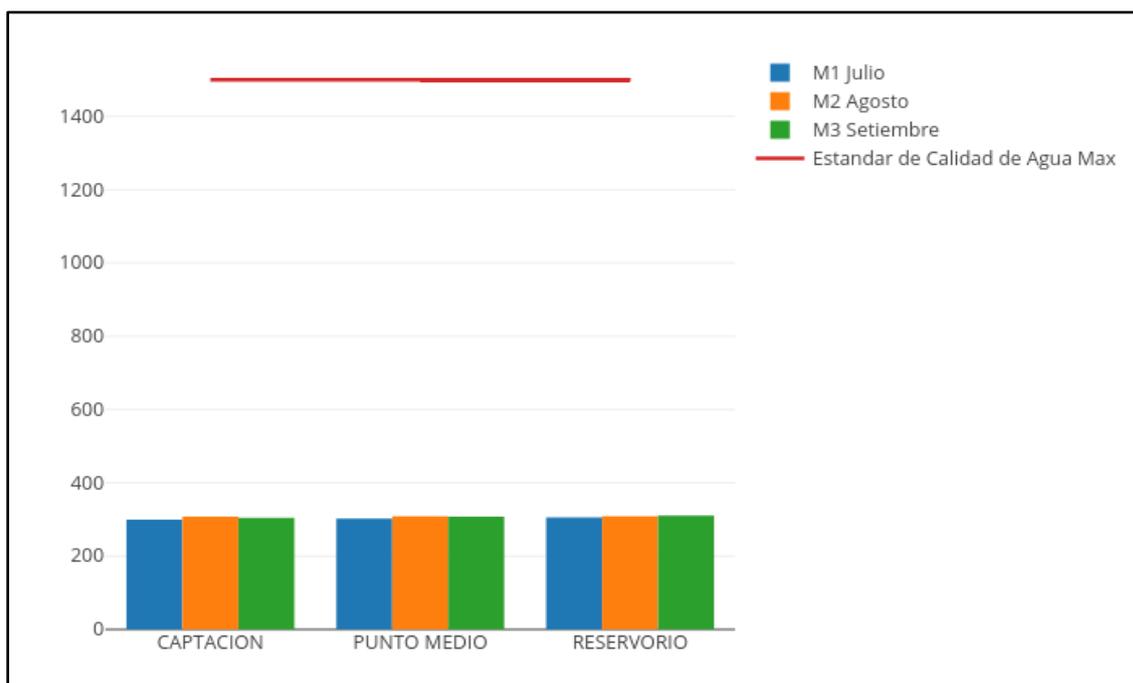


Figura 07: Conductividad eléctrica en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019

Tabla 8: Conductividad eléctrica en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	299.00	302.5	306.00	µS/cm
05/08/2019	308.00	308.5	309.00	µS/cm
03/09/2019	305.00	308	311.00	µS/cm
Promedio	304.00	306	308.00	µS/cm

Fuente: Datos extraídos del informe del laboratorio FIGM-UNA de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Los resultados obtenidos de la figura 07 y la tabla 08 para el punto PM1 nos dan una máxima de 308.00 uS/cm en el mes de agosto y una mínima de 299.00 uS/cm en julio, con una media de 304 uS/cm. Los resultados para PM3 muestran valores que oscila entre 306.00 a 311.00 uS/cm con una media de 308.00 uS/cm; estos resultados reflejan una concentración en iones positivos de sodio (Na+), como la salinidad de PM2 natural y otro iones, que en relación con los resultados obtenidos, en el mes de agosto, setiembre se

registraron valores semejantes en 308 uS/cm debió al poco movimiento de las aguas crudas por el tiempo de estiaje que atravesaba la región, incrementándose en septiembre por las primeras lluvias. Y ninguno supera los 1500 μ S/cm (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al no superar el límite según ECA este sería apto

Estos resultados guardan una relación por lo expuesto por el PEBLT, (2017) que en los meses de junio y agosto obtuvieron valores de 1445 a 1535 uS/cm, valores confinados por La comisión multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, (2014), obtuvo el resultado al 20% de profundidad fue de 1530 uS/cm y al 80% de profundidad 1490 uS/cm. En oposición a tales resultados, se encuentran los emitidos por el (PEBLT, 2017) Monitoreo de Bahías del Lago Titicaca Conductividad Eléctrica las diferentes bahías se reportaron valores de conductividad realizados el 11 de setiembre del 2017 en bahía de Vilque chico obtuvieron valores 1.52 μ S/cm setiembre del 2017, en la bahía de Pusi 1.52 μ S/cm, bahía de Moho 1.51 μ S/cm, bahía de Capachica 1.46 μ S/cm, bahía de Pilcuyo 1.59 μ S/cm, Bahía de Juli 1.25 μ S/cm, bahía de Yunguyo 1.53 μ S/cm, bahía de Pomata 1.5 μ S/cm bahía de Desaguadero 1.53 μ S/cm, dando un promedio de 197 μ S/cm. Semejantes en aptitud a las muestras PM1, PM2, PM3 quienes cumplen estar dentro de los (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*)

4.1.4 Dureza Total (CaCO3)

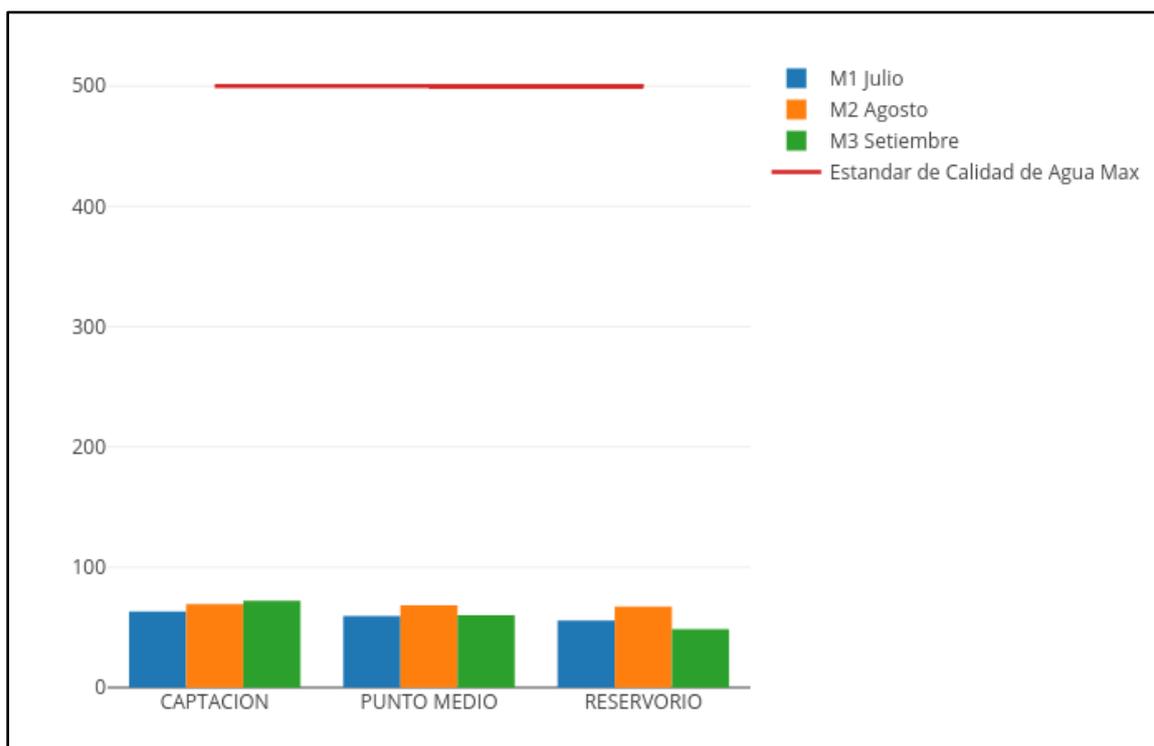


Figura 08: Dureza Total en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019

Tabla 9: Dureza Total en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	63.19	59.49	55.80	mg/L
05/08/2019	69.50	68.35	67.20	mg/L
03/09/2019	72.00	60.26	48.52	mg/L
Promedio	68.23	62.7	57.17	mg/L

Fuente: Datos extraídos del informe del laboratorio FIGM-UNA de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Los resultados obtenidos para la dureza en la tabla 09 y figura 08 denotan en el PM1, una máxima de 72 mg/L y una mínima de 63.19mg/L, con una media de 68.23 mg/L, lo que indica una calidad aceptable en sales de calcio y de magnesio El grado de dureza de un

agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. este parámetro cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de lo que se puede apreciar en la presente investigación en el mes de agosto se tiene un promedio de 62.7 Para el punto de muestra PM3, se observa en la figura 08, la relación con el punto PM2, con una máxima de 67.20 mg/L, una mínima de 48.52 mg/L y una media de 57.17mg/L, obteniendo una reducción del 11.06mg/L, lo que también es aceptable, aun cuando el cambio no es relativo

Tales resultados guardan relación al agua MINSA (2011) al analizar el agua potable de Ayacucho - Perú. Provincia de la Mar, Distrito de Anco, estableció mediante análisis físico-químico los siguientes resultados: dureza total 250 mg/l. Vilca (2011), al realizar un estudio de calidad físico - químico y bacteriológico del agua de consumo humano del distrito Vilque - 2011, donde obtuvo como valor de la dureza total 187 mg/l, y dureza total 176,64 mg/l.Oruna (2010) realizó un proyecto de investigación para determinar la calidad microbiológica y los parámetros físico - químicos del agua potable de la ciudad de Puno, obtuvo los siguientes resultados:, dureza 200,1 mg/l, culminada la investigación concluyo que el agua potable cumple con los parámetros establecidos por la norma técnica peruana sin embargo en los barrios estudiados hay variaciones notables y en la presente investigación también se cumple la aptitud de las muestras de agua en los (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM). por consiguiente, al no superar el límite según ECA este sería apto

4.1.5 Potencial de hidrogeniones

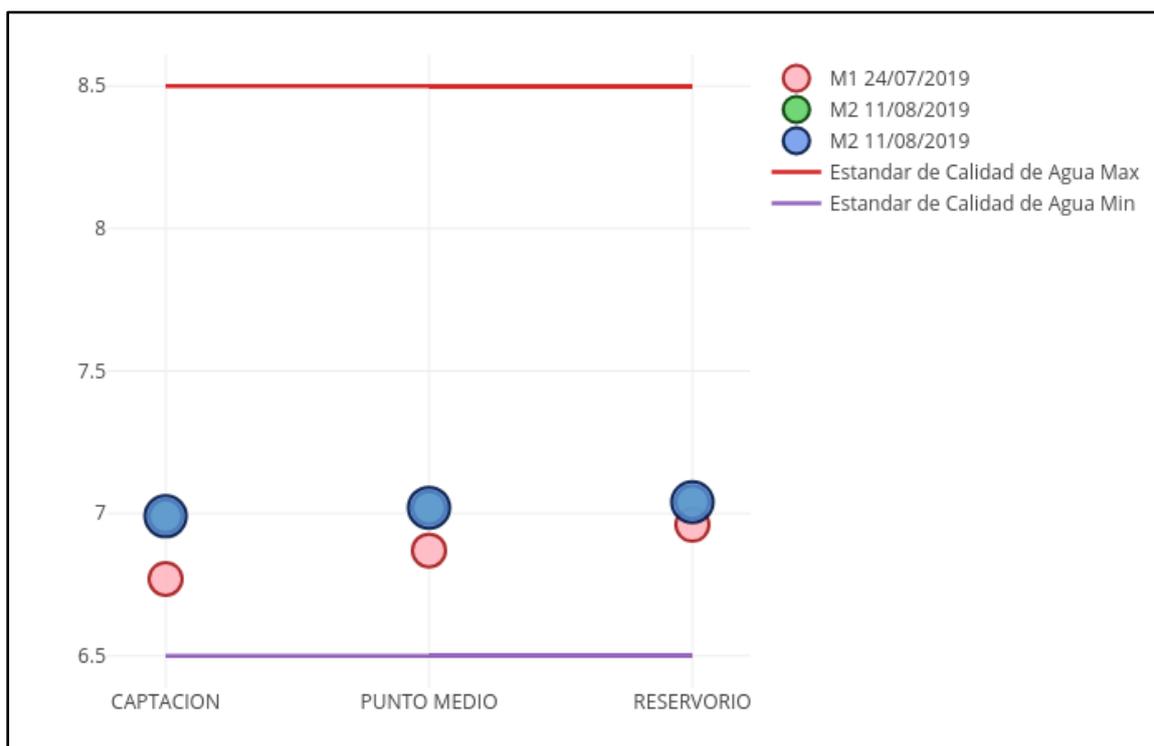


Figura 09: Potencial de hidrogeniones en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019

Tabla 10 Potencial de hidrogeniones en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	6.77	6.86	6.96	Ph
05/08/2019	6.99	7.01	7.04	Ph
03/09/2019	6.73	6.93	7.13	Ph
Promedio	6.83	6.934	7.04	Ph

Fuente: Datos extraídos del informe del laboratorio Megalaboratorio-UNA de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Los valores obtenidos para el pH, de un cuerpo de agua es un parámetro a considerar cuando se quiere determinar la especiación química y solubilidad de varias sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua. Es un factor abiótico que regula procesos biológicos mediados por enzimas (fotosíntesis, respiración) influye en la disponibilidad de nutrientes

esenciales que limitan el crecimiento microbiano en muchos ecosistemas acuáticos; Como se observa en el informe de los ensayos de laboratorio, en el punto de PM1 se obtuvo un promedio de 6.83 unidades de pH relativamente acidas; sin embargo este parámetro desde el punto de vista de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, no es muy representativo, ya que este parámetro responde a la naturaleza ecológica

El promedio de los valores en el punto PM2 es de 6.93 unidades de pH, variando entre un máximo de 7.01 y un mínimo de 6.83; y en el punto PM3 un promedio de 7.04, con valores entre 6.96 y 7.13, manteniendo un estándar constante, lo que denota una progresión mínima en el pH en la tabla 10 y en la figura 09 , tales resultados guardan relación con los estudios realizados por González et al. (2007) quien realizó un diagnóstico de calidad del agua de consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León (Nicaragua), se analizaron 35 fuentes de agua potable de manera aleatoria, siendo los resultados pH 7.5 unidades pH. donde también Quispe (2010) realizo estudio respecto a componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa, reportó promedios de pH: 8.00. Cabe mencionar que SUR (1997), en la calidad del agua potable cuya procedencia fue el agua de manantial de Urcos-Inambari (Etapa I) de la carretera interoceánica indico valores de pH entre 6.50 a 6.90 Gonzales et al., (2007), efectuaron un diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León Nicaragua. Obteniendo un promedio para el pH de 7.50 unidades. Al compararlos todos los anteriores autores también cumplen con el *Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA este sería apto.

4.1.6 Sólidos disueltos totales

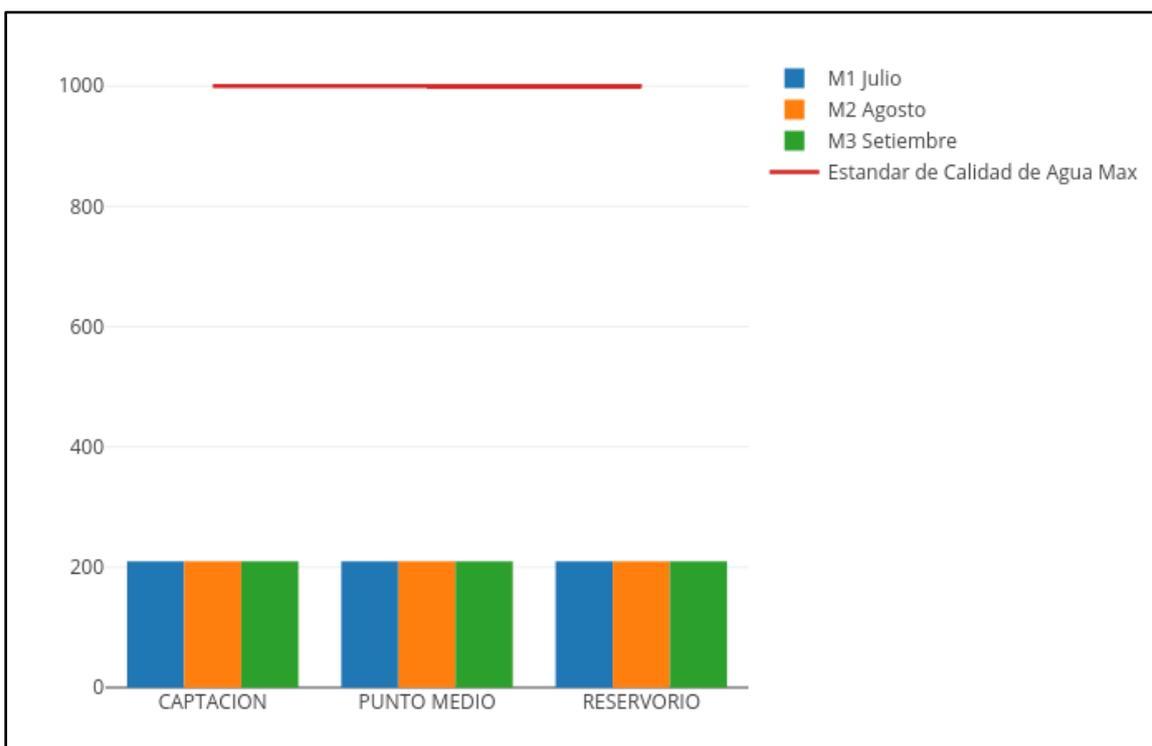


Figura 10: Sólidos disueltos totales en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019

Tabla 11: Sólidos disueltos totales en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	210.00	210	210.00	mg/L
05/08/2019	210.00	210	210.00	mg/L
03/09/2019	210.00	210	210.00	mg/L
Promedio	210.00	210	210.00	mg/L

Fuente: Datos extraídos del informe del Megalaboratorio de la UNA- Puno de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Los resultados obtenidos para los sólidos totales disueltos (STD), en el PM1, PM2, PM3 muestran un estado de ecuanimidad en sus valores 210 los SDT son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H2O) molécula de agua pura y sólidos en

suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua; en este sentido, el valor obtenido se aprecia concentraciones 210 menores <1000 mg/L, por lo que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Tales resultados con las muestras tomadas por Calsín (2016) En pozos artesanales y tubulares de Juliaca obtuvo sólidos disueltos totales (SDT) entre 785,03 y 509,82 mg/l lo cual nos indica que se encuentran dentro de los ECA pero las muestras tomadas en Paucarcolla están muy por den ajo de dichas muestras y EMSA (2011) realizó un control de calidad de agua potable en el distrito de Desaguadero en la zona Cumi donde obtuvo que los sólidos disueltos totales 296,0 mg/l y en la red de distribución los sólidos disueltos totales 379,03 mg/l, concluyendo que el agua potable que distribuye la empresa es buena.

4.1.7 Sulfatos (SO4)

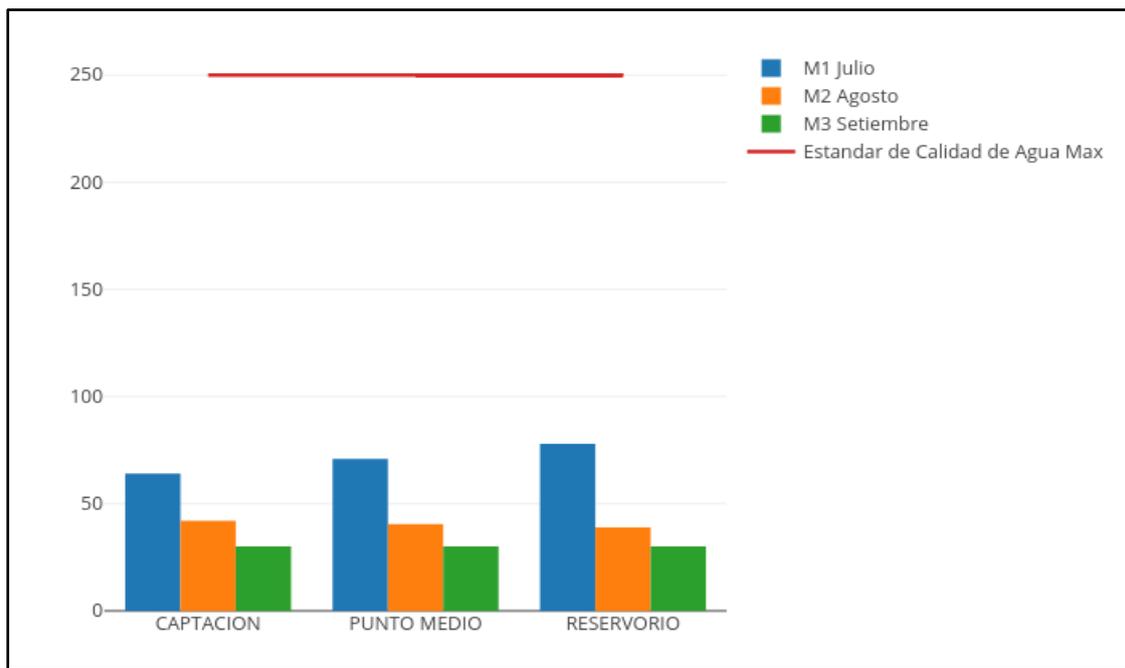


Figura 11: Sulfatos en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, Según tipo y fecha de extracción de muestra

Tabla 12: Sulfatos en el agua del distrito de Paucarcolla – Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	64.00	71	78.00	mg/L
05/08/2019	42.00	40.5	39.00	mg/L
03/09/2019	30.00	30	30.00	mg/L
Promedio	45.33	47.16	49.00	mg/L

Fuente: Datos extraídos del informe del Megalaboratorio de la UNA- Puno de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

El sulfato (SO₄) se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia. Los resultados que se obtuvieron para los sulfatos en las muestras tomadas tanto para los puntos PM1, PM2 Y PM3 no, fueron de una magnitud considerable con valores para el punto PM1 se obtuvo una mínima de 330 mg/L y la máxima de 64 mg/L, con una media de 45.43 mg/L, sin embargo a la vez el sulfato es uno de los principales componentes disueltos de la lluvia y en el PM3 con una mínima 30mg/L y una máxima de 78 mg/L de es donde se evidenciá la afirmación en el mes de septiembre donde se produjo las primeras lluvias a diferencia de los meses de julio y agosto que afrontaba un periodo de estiaje. se encuentran por debajo de los 250 mg-1 (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA este sería apto

Sin embargo la Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, (2014) reportaron los valores de sulfatos medidos a dos profundidades (20 y 80% de profundidad de la columna de agua) en los quince (15) puntos de monitoreo están en el rango de 206 a 460 mg/L, registrándose el valor más significativo correspondiente a la muestra colectada a 20% de profundidad de la columna de agua.

Los resultados obtenidos para el sulfato guardan relación con lo publicado por el PEBLT (2014) reportando un valor de 331 mg/L, para el mes de Octubre y de 201 mg/L para noviembre en el sector Chimu al 20% de profundidad y de 210 a 325 mg/L al 80% de profundidad, valores elevado ligeramente altos en comparación a los enunciados por La comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes (2014), con resultados de 251 mg/L al 20 % y 242 mg/L al 80% de profundidad. Para aguas tratadas por plantas de tratamiento de agua potable, en la investigación

4.1.8 Turbidez

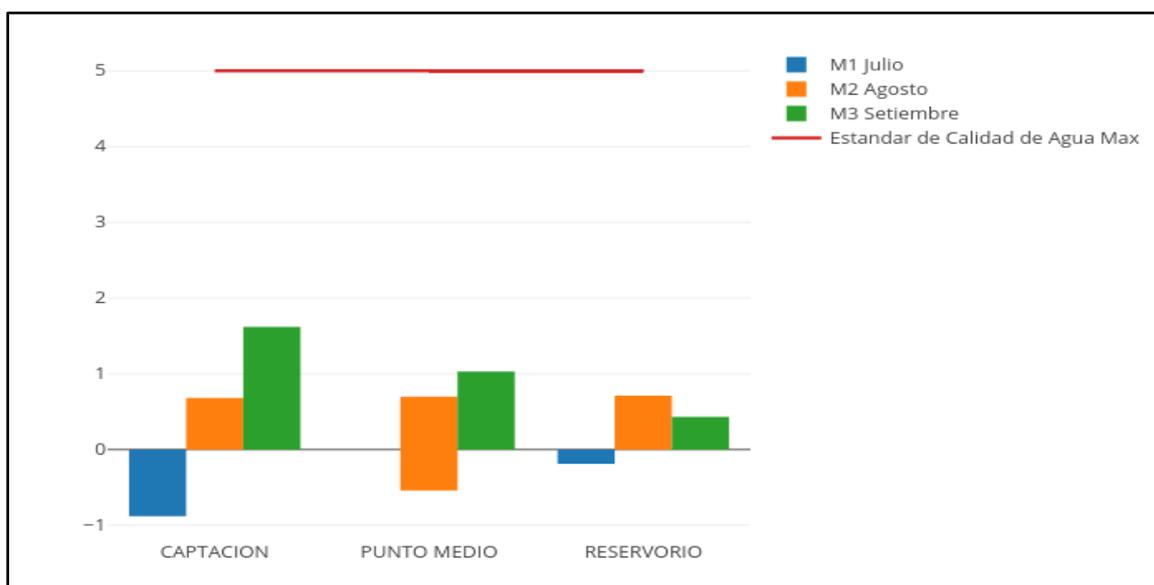


Figura 12 Turbidez en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019

Tabla 13: Turbidez en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	-0.88	-0.535	-0.19	NTU
05/08/2019	0.68	0.695	0.71	NTU
03/09/2019	1.62	1.025	0.43	NTU
Promedio	0.47	0.395	0.32	NTU

Fuente: Datos extraídos del informe del Megalaboratorio de la UNA- Puno de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla.

Se entiende por turbidez o turbiedad a la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez. La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. Los valores de la turbiedad medidos en el punto PM1, están en un rango de -0.88 y 1.62 NTU, con una media de 0.47 NTU; no obstante, los valores para el punto PM3 -0.19 y 0.43 NTU, y el PM2 muestra una media de 0.395 NTU, ubicándose los valores más significativo en el mes de setiembre con 1.62 NTU

Quispe (2010) respecto a componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa, reportó promedios de turbidez es 0.30 a 38.70 UNT. Y en el se puede ver que se son muy variados sus diferencias por lo tanto en el estudio realizado el PM1, PM2 y PM3 al encuentran por debajo de los 5 NTU cumple con el (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA este sería apto para el consumo humano

4.1.9 Temperatura

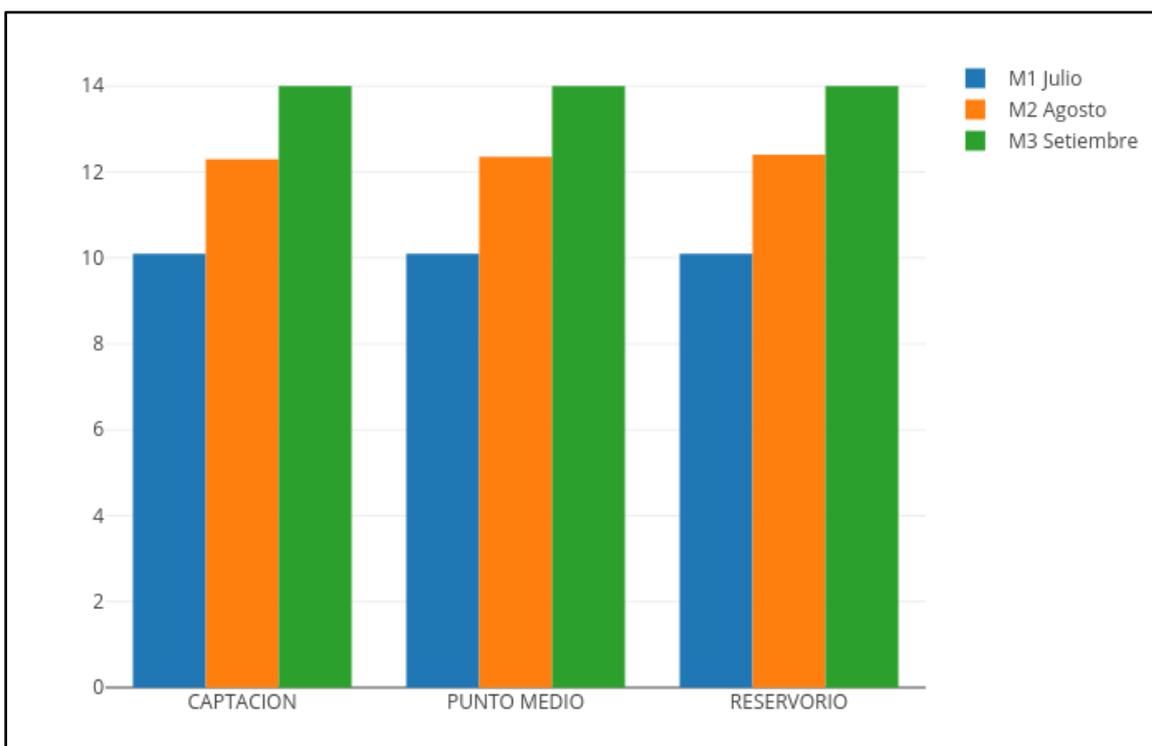


Figura 13: Temperatura del agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según Megalaboratorio de la UNA- Puno de los meses julio, agosto y setiembre 2019

Tabla 14: Temperatura del agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	10.10	10.10	10.10	°C
05/08/2019	12.30	12.35	12.40	°C
03/09/2019	14.00	14.00	14.00	°C
Promedio	12.13	12.15	12.17	°C

Fuente: Datos extraídos del informe del Megalaboratorio de la UNA- Puno de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla.

La interpretación del valor de la temperatura del agua debe realizarse relacionándola con la temperatura ambiente en el lugar y momento de la medida. Los resultados obtenidos para la temperatura en el punto de muestra PM1 fueron de 14.00°C como valor más alto como se observa en tabla 14 en el mes de Septiembre y 14 °C en el mes de Junio como el valor más bajo con 10.10 °C; para el PM2, obtuvimos un máximo de 14.00 °C en julio un

mínimo de 10.10 °C El mes de julio reveló datos con temperaturas bajas para el agua, debido a que en la región Puno se atravesaba un tiempo de helada, caso contrario con el mes de septiembre, donde se produjeron las primeras lluvias y un incremento en la temperatura ambiental en 4 10°C entre el valor más alto de 14.00 °C y el valor más bajo de 10.10 °C para todo el tiempo de toma de muestras. El promedio general para cada punto de muestras es de 12.13 °C para PM1 12.15 °C para PM2 y 12.17 °C para PM3, 12.13° C Quispe (2010) respecto a componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa, reportó promedios de pH: 8.00, temperatura 19.80°C, Mendoza (2011) realizó un estudio microbiológico y de los factores físicos del agua del río llave, donde obtuvo valores promedios similares de: temperatura 12,58 °C, y pH 7,32 unidades

EMSA (2011) realizó un control de calidad de agua potable en el distrito de Desaguadero, reportando los resultados del análisis físico - químico y bacteriológicos en la zona Cumi, en el reservorio fue: temperatura 14,7 °C, olor y sabor ninguno, pH 5,8 concluyendo que el agua potable que distribuye la empresa es buena.y Vilca (2011) realizó un trabajo de calidad físico - químico y bacteriológico del agua de consumo humano del distrito Vilque - 2011, reportando también similar temperatura 15,14 °C, y por CT encontrados determino que el agua de la zona no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

Beltrán et al.(2015) en la nota científica: —Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011 en la revista peruana de biología, concluyó lo siguiente la temperatura obtuvo un valor promedio de 9.43, con una máxima de 9.53 y un mínimo de 9.23.

Tabla 15: Resumen de parámetros Físico químicos del agua del distrito de Paucarcolla - Puno

PARÁMETRO	CAPTACIÓN	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
Alcalinidad(CaCo3)	-	-	mg -1
cloruros (Cl^o)	APTO	APTO	mg -1
Conductividad eléctrica (CE)	APTO	APTO	µs/cm
Dureza Total (CaCO3)	APTO	APTO	mg -1
Potencial de hidrogeniones	APTO	APTO	pH
potencial Redox Eh	-	-	m V
salinidad (S)	-	-	mg -1
Sólidos disueltos totales	APTO	APTO	mg
Sulfatos (SO4)	APTO	APTO	mg -1
Temperatura	-	-	°C
Turbidez	APTO	APTO	NTU

Elaboración propia

4.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM

4.2.1 Coliformes termotolerantes o fecales

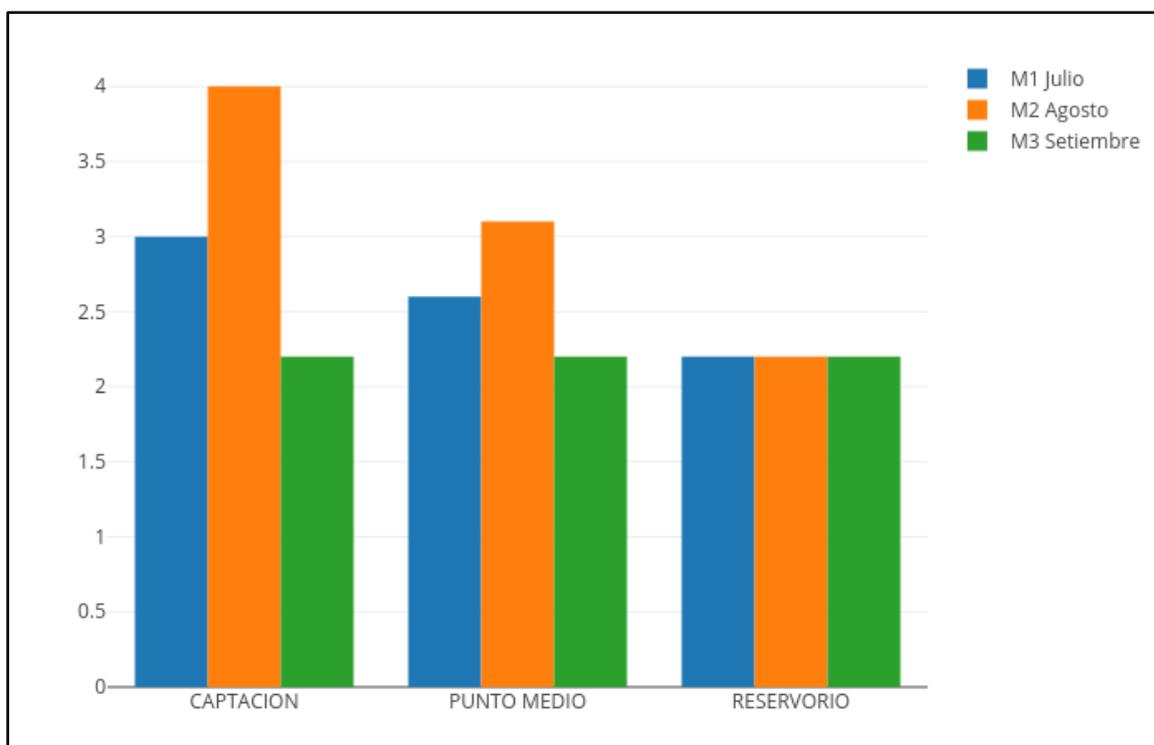


Figura 14: Coliformes en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según laboratorio de la FMVZ- UNAP de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019

Tabla 16: Coliformes termo tolerantes en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	3.00	2.6	2.20	col/100 ml
05/08/2019	4.00	3.1	2.20	col/100 ml
20/09/2019	2.20	2.20	2.20	col/100 ml
Promedio	3.07	2.63	2.20	col/100 ml

Fuente: Datos extraídos del certificado de análisis microbiológico del laboratorio FMVZ-UNA de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

En este grupo está incluida la Escherichia Coli, considerada como un organismo de

contaminación fecal, se ha demostrado que esta bacteria siempre está presente en un número elevado en las heces de humanos y animales de sangre caliente y comprende casi 95% de los coliformes en las heces. Por esta razón, la contaminación de origen fecal puede ser evaluada mediante la determinación de coliformes termotolerantes o mediante la presencia de *E. coli*. Estos microorganismos son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi-mortalidad en la población. El control de la calidad de agua requiere una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos, según los resultados de laboratorio, en el punto de monitoreo se encontraron concentraciones mínimas de <2.2 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, este parámetro cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de Categoría Los valores de coliformes termo tolerantes determinados para el punto de monitoreo PM1 se da como resultado un promedio de 3.07 col/100ml con un máximo de 4.00 col/100ml en el mes agosto y un mínimo de 2.20 col/100 ml y en PM2 da como media 2.63 respecto al PM3 el resultado es homogéneo y da como resultado 2.20 col/100ml se observa que ambos están por debajo de 20 col/100ml coliformes totales y 50 col/100ml coliformes termo totales por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA este sería apto para el agua del reservorio que se encuentra dentro del (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*).mas NO en el agua de captación ya que registra 3 NMP/ col/10 ml ya que sobrepasa los LMP, sin embargo la Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, 2014) reporto resultados similares en los estudios de los Coliformes Termotolerantes en la Sub cuenca Coata e Illpa, dio 2,300.0 NMP/100ml y el rio Torococha con valores de 7, 900,000 NMP/100ml y 3,300 NMP/100m respectivamente en esta zona. Sin embargo (Calsín, 2016) realizó una investigación en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román.durante los meses de febrero – junio del 2016 y determinó los parámetros bacteriológicos: Se analizaron muestras de agua procedentes de 70 pozos (32 artesianos y 38 tubulares) y los resultados heterotróficas fueron de 303.47 ± 74.58 UFC/100 mL en pozos artesanales y en pozos tubulares 217.79

± 56.98UFC/100 MI. En contraste los resultados de los recuentos bacterianos de coliformes totales y coliformes termotolerantes fueron inferiores a los reportados por Gonzales et al. (11), quienes en comunidades del sector del municipio de León (Nicaragua), registraron análisis bacteriológicos de coliformes totales 400 NMP/100 ml y coliformes fecales 50 NMP/100 ml; Quispe (12), quién estudió muestras de agua de consumo humano en Aplao (Arequipa) con coliformes totales de 42000 NMP/100 ml y coliformes totales 1881 NMP/ml; con Mendoza (15), quien realizó un estudio microbiológico y estableció valores de coliformes totales 10000 NMP/100 ml y coliformes fecales 1500 NMP/100 ml, Soto (20), en muestras de agua de pozo del mercado Bellavista determinó coliformes termotolerantes con 111 NMP/100 ml; en el mercado Unión y Dignidad las coliformes termotolerantes 0.75 NMP/100ml; Calsin (22), en pozos artesanales y tubulares de Juliaca obtuvo coliformes totales de 378.16 y 226.21 UFC/100 ml, las coliformes fecales de 107.22 y 27.79 UFC/100 ml; y Quispe (23), en 6 manantiales del distrito de Santa Rosa, Melgar (Puno), determinó que los análisis de coliformes totales estuvieron entre 330 NMP/100 ml y 43.33 NMP/100ml y coliformes fecales entre 30 NMP/100 ml y 3 NMP/100 ml. La presencia de coliformes totales indica la presencia de estas bacterias en el cuerpo de agua ha sido o está contaminada con materia orgánica de origen fecal, ya sea por humanos y animales; y las coliformes termotolerantes, son un indicador indirecto de riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, debido a que las coliformes termotolerantes, siempre están en heces humanas y de los animales (28), ya que viven en el intestino grueso, no son patógenos y su presencia permite diagnosticar el tiempo transcurrido desde la contaminación fecal. El grupo coliforme incluye a las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas aeróbicas, Gram negativas, no forman esporas, fermentan la lactosa con formación de gas en un periodo de 48 horas y 37 °C y debido a que el número de coliformes en los excrementos humanos es muy grande, la secreción diaria por habitante varía entre 125 x 10⁹ y 400 x 10⁹, en tal sentido su presencia en el agua es un índice evidente de contaminación fecal.

4.2.2 Bacterias heterotróficas

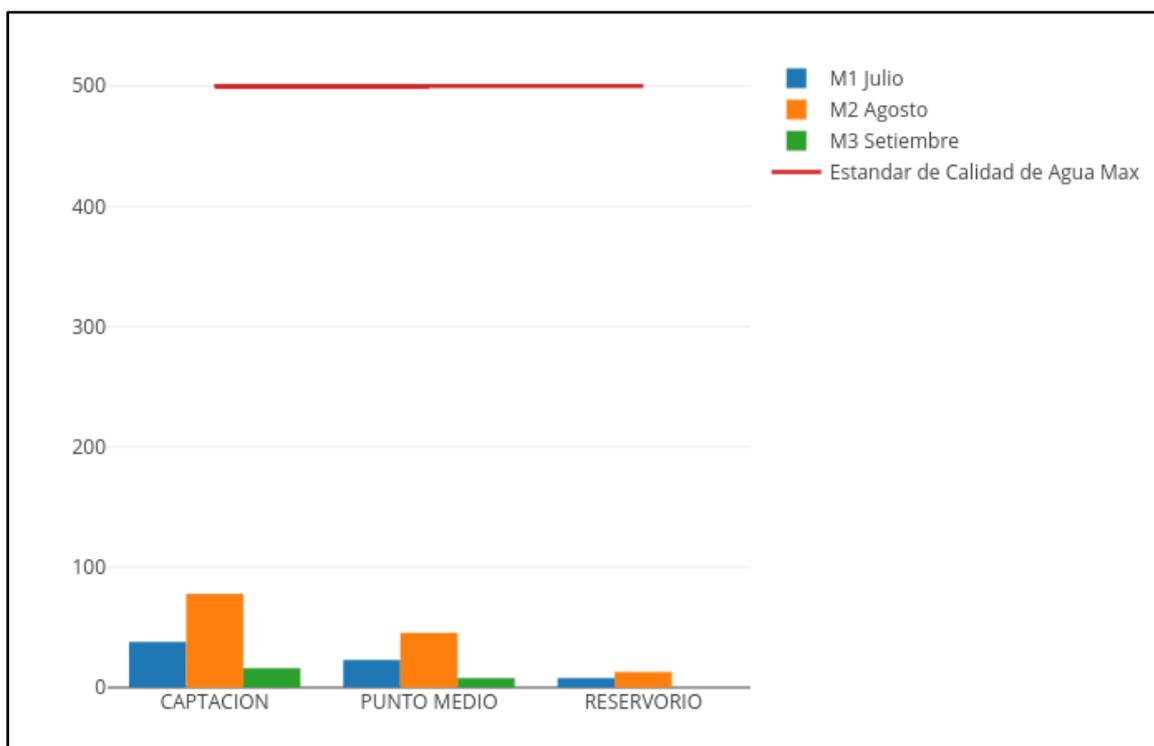


Figura 15: Bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno, según Laboratorio de la FMVZ- UNAP de los meses de julio, agosto, setiembre del 2019

Tabla 17: Bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

FECHA	CAPTACIÓN	TRANSCURSO	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	38.00	23	8.00	ufc/ml
05/08/2019	78.00	45.5	13.00	ufc/ml
20/09/2019	16.00	8.00	0.00	ufc/ml
Promedio	44.00	25.5	7.00	ufc/ml

Fuente: Datos extraídos del certificado de análisis microbiológico del laboratorio FMVZ-UNA de las muestras de agua del distrito de Paucarcolla

Las Bacterias Heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución, éstas son indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento, principalmente de la desinfección (descontaminación). La concentración de coliformes termo tolerantes durante el proceso de

muestra de PM1 denota una máxima de 78 ufc/ml, una mínima de 16.00 ufc/ml con una media de 44 ufc/ml, valores que denotan una mayor concentración de contaminación fecal en el mes de agosto en cuanto al punto PM2 se obtuvo una media de 25.5 y en relación al punto PM3, se tuvo una máxima de 13 ufc/ml en el mes de agosto, por lo tanto en PM1 los resultados son <2.2NMP/colif./100 mL

Las Bacterias Heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución, éstas son indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento, principalmente de la desinfección (descontaminación).y en estudio de (Marchand, 2002) realizo estudios de microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana donde indica que el agua proveniente de la red pública no presentó contaminación microbiológica contaminándose en el sistema de abastecimiento y distribución de los inmuebles, en donde el 17,86% presentó contaminación microbiológica (no apta para el consumo humano), principalmente por Bacterias heterotróficas (BH), Coliformes Totales (CT) (70%) y Coliformes fecales (termotolerantes) (CF) (52,50%)

Tabla 18: Resumen del Análisis Bacteriológico de Coliformes del agua del distrito de Paucarcolla - Puno

COLIFORMES	CAPTACIÓN	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	3	2.2	NMP Colif/10 ml
05/08/2019	4	2.2	NMP Colif/10 ml
20/09/2019	2.2	2.2	NMP Colif/10 ml
dictamen	consumo	NO APTO	APTO
humano			

Tabla 19: análisis Bacteriológico de bacterias heterotróficas en el agua del distrito de Paucarcolla - Puno

Bacterias heterotróficas	CAPTACIÓN	RESERVORIO	UNIDAD DE MEDIDA
01/07/2019	38	8	ufc/ml
05/08/2019	78	13	ufc/ml
20/09/2019	16	0	ufc/ml
dictamen	consumo	NO APTO	APTO
humano			

Interpretación: De las tablas 15 y 16 Las muestras se interpretan considerando los límites máximos permisibles. determinado por el MINSA “Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”, Resolución Nro 951-2008-MINSA, por consiguiente, con respecto a los parámetros microbiológicos solo el “Reservorio” sería apto para el consumo humano mas no “Captación”

CONCLUSIONES

Al evaluar el análisis de la calidad de agua de los parámetros físico químicos de la captación al Reservorio y contrastarlas con el D.S. 004 – 2017 MINAM se determinó que los parámetros hallados no sobrepasan los Límites de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. en ninguno de los puntos de muestreo tomados, correspondientes a la subcategoría A1 por lo tanto, las muestras no representan un riesgo para la salud humana.

Los parámetros fisicoquímicos encontradas en el agua potable de Paucarcolla fueron: pH (6,7 y 7,7), dureza (174,62 y 160,67 mg/l), cloruros (49,91 y 23,96 mg/l), sulfatos (78.00 y 30.00 mg/l conductividad (304,0 - 308,67 $\mu\text{s}/\text{cm}$) los cuales se encontraron dentro de los parámetros establecidos por el D.S. 004 – 2017 MINAM

Los coliformes totales también se encontraron dentro de los parámetros establecidos, observa que ambos están por debajo de 20 col/100ml coliforme totales y 50 col/100ml coliformes termo totales (*Límite de Estándares de Calidad Ambiental - ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*). por consiguiente, al estar dentro del límite según ECA es apta, Las muestras se interpretan considerando los límites máximos permisibles. determinado por el MINSA “Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”, Resolución Nro 951-2008-MINSA, por consiguiente, con respecto a los parámetros microbiológicos solo el “Reservorio” sería apto para el consumo humano mas no “Captación”

RECOMENDACIONES

Al municipio de Paucarcolla debe realizar estudios sobre los contenidos de la calidad del agua ya que es el líquido vital y al no estar buenas condiciones para el consumo del personal se propagan enfermedades y se quiere evitar este tipo de situaciones en nuestra población y además realizar análisis periódicos de la calidad de agua que se consume del reservorio de Paucarcolla.

Otros investigadores deben profundizar estos estudios para identificar los parámetros aptos y no aptos que la población consume

BIBLIOGRAFÍA

- (Proyecto Especial bincaional Lago Titicaca). (2014). *Preservación de los Recursos Hídricos, Ministerio de Agricultura. I.*
- Agüero, R. (2003). Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. En *Journal of Chemical Information and Modeling*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Barrenechea, M. A. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Lima.
- Beltrán, D., Palomino, R., Moreno, E., Peralta, C., & Montesinos, D. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Rev. peruana de biología*, 22(223), 335-340. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>
- Calsín, K. V. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016* (Universidad Nacional de Altiplano). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4187>
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., & Serrano, B. (2009). *Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)*. 1-17. Recuperado de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf
- Chambi, G. (2015). Determinación de bacterias coliformes y E. Coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche - Ananea (Universidad Nacional del Altiplano). Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2383/Oblitas_Huayllapuma_Elizabet_h_Quinto_Apaza_Deyse.pdf?sequence=1

- Chauca Laura; Romualdo Meza. (2015). *Calidad Bacteriologica de los mananales del centro de invesigacion y produccion de chucuito (CIPCH)*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes. (2014). *Estudio del estado de La calidad ambiental de la cuenca del lago Titicaca* (D.S. N°075-2013-PCM, Ed.).
- EMSA. (2011). *Boletín informativo de la calidad de agua potable*. Puno.
- Fuentes, F., Baypoli, N., Apodaca, G., & Montenegro, M. (2007). Calidad microbiologica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora Mexico. *Revista Salud Publica y Nutrición*, p. 13.
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Guzmán, H., Nelsy;, V., Domínguez, E., ... Cortés, G. (2016). *El agua*. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- González, O., Aguirre, J., Saugar, G., Orozco, L., Álvarez, G., Palacios, K., & Guevara, O. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. *Universitas (León): Revista Científica de la UNAN León*, 1(1), 7-13. <https://doi.org/10.5377/universitas.v1i1.1625>
- Hérmendez, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 millas de Matina, Limón*. (UNIVERSIDAD NACIONAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11056/13212>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2010). Metodología de la investigación. En *Interamericana editores the Mc Graw-Hill* (5.ª ed.). Recuperado de

<http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>

Jimenez, B., Valiente, E., Ponce, G., Lopez, G., & Villerepeste, V. (2010). *Calidad del agua : un enfoque multidisciplinario* (primera ed). Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

Larrea, B. M., Yeny Marcia, R. B., María Marcia, A. R., & Rojas Hernandez; Heydrich Perez, Nidia Mercedes, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC : Ciencias Biológicas*, 44(3), 12.

Madigan, M. ., Martinko, T. ., Dunlap, P. ., & Clark, D. (2012). *Biología de los microorganismos* (Duodécima; Pearson, Ed.). España.

Marchand, E. (2002). *Microoorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana*. Unversidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mendoza, M. (1996). *Impacto del uso de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca Río Sabalos, Cuenca del Río San Juan, Nicaragua [1996]*. CR CATIE.

Mendoza C. (2011). *Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano Puno.

MINAM. (2017). Aprueban estandares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6-9. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2008). DS N° 002-2008-MINAM: Aprueban los Estandares Nacionales de la Calidad Ambiental del Agua. *El Peruano*, pp. 377222-377227. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp->

content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf

MINSA. (2010). *Guía Técnica “ Procedimiento de Toma de Muestra del Agua de Mar en Playas de Baño y Recreación* (1ra edición). Recuperado de www.digesa.minsa.gob.pe

MINSA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. , Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud § (2011).

Moreno, C., Zugazagoitia, R., Sánchez, C., Córdoba, R., & Melo, V. (2012). Determinación de metales pesados en el agua de un canal de Xochimilco (México, D.F.) como proyecto de Servicio Social / Determination of heavy metals in a Xochimilco water canal (Mexico City) as a Social Service project. En *Educ. quím* (Vol. 23). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n3/v23n3a8.pdf>

OMS. (1995). *Guías para la Calidad del agua potable*. 1, 207.

OMS. (2006). Guías para la calidad del agua potable. *WHO Chronicle*, 1(3), 398.

OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. *Organización Mundial de la Salud*, 636. Recuperado de <http://apps.who.int/>

Orellana, J. (2005). Características del agua potable. *Ingeniería sanitaria*, 1-7.

Ortiz, A. (2014). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas chico provincia de Yarowilca, region Huánuco*. Univeridad Nacional del Altiplano.

Oruna, N. (2010). *Calidad Bacteriológica y Físico – Químico del agua potable de la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.

PEBLT. (2017). *Monitoreo de Bahías del Lago Titicaca Conductividad Eléctrica Setiembre* - 2º. 5.

- Perpiñan Guerra, A. A. (2013). *Metodología para la evaluación y selección de alternativas de aprovechamiento, ahorro y uso eficiente del agua en el sector Institucional.*
- Quispe, H. (2010). *Componentes físico – químicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en aguas de consumo humano de la Ciudad de Aplao, Valle de Majes, Arequipa.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Salazar. (2015). *Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica del agua, en el sistema de abastecimiento para consumo humano, en la ciudad de Juliaca. Puno – Perú.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Shiklomanov, I. A. P. H. G. (1993). World fresh water resources, Water in crisis. a guide to the world's water resources. *Oxford University Press*, 13-24.
- Sierra, C. (2011). *calidad de agua* (de la U, Ed.).
- Soto, Y. (2013). *Calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Turpo, J. A. (2018). *Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la Planta de Tratamiento Aziruni, Puno 2017 Evaluation.*
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vilca, K. (2011). *Calidad bacteriológica y fisico química del agua de consumo humano en la localidad de Vilque.* Univeridad Nacional del Altiplano. Puno-Peru.

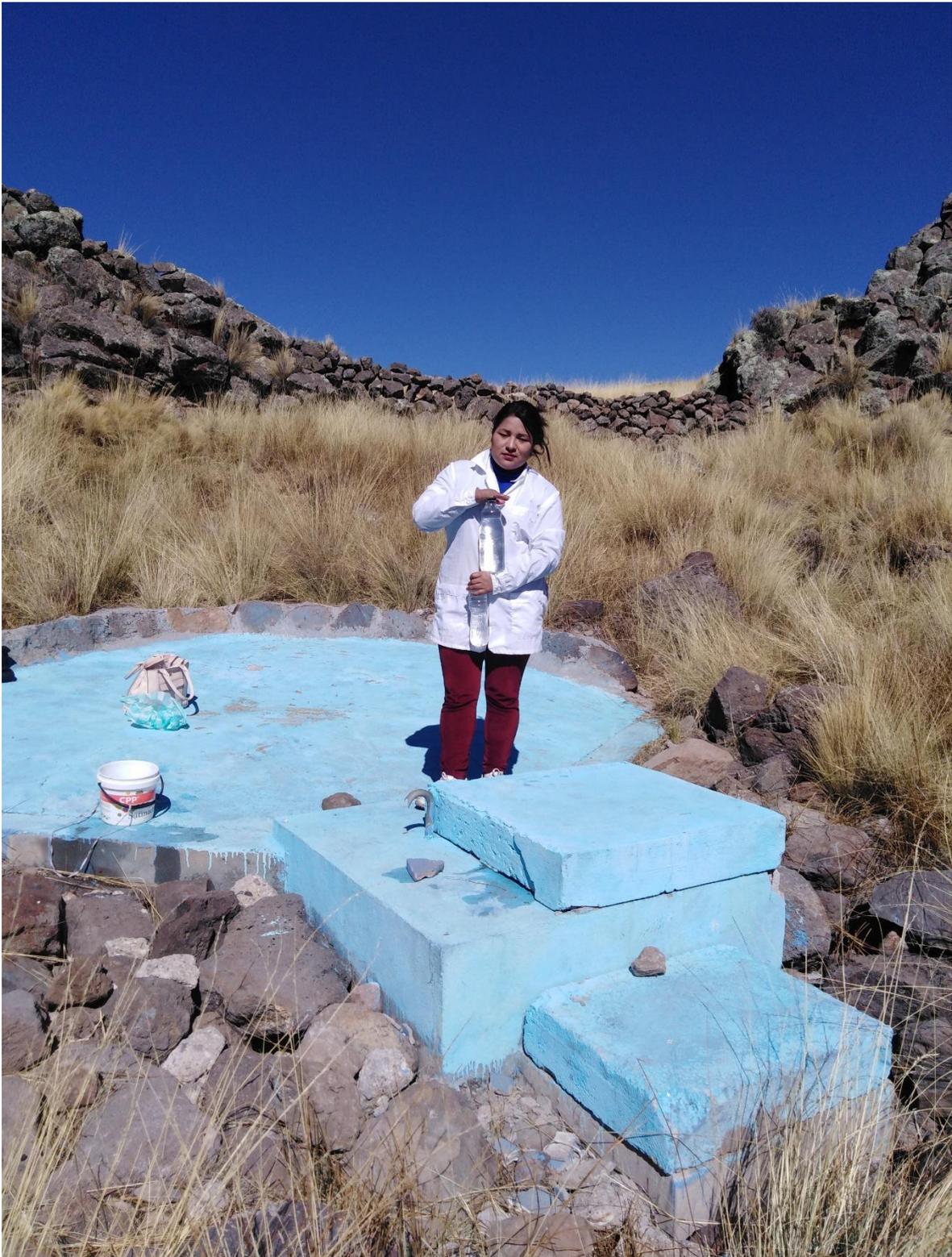
ANEXOS



Anexo 01: botellas de vidrio para la toma de muestras previamente desinfectado



Anexo 2. Llenado de cadena de custodia y toma de temperatura



Anexo 03: Se observa la ubicación de la captación



Anexo 4: Se observa el reservorio Paucarcolla donde se realiza la toma de muestras PM3



Anexo 5. Se observa las muestras tomadas en el Reservorio PM3



Anexo 6. Se observa la entrada del reservorio donde se tomaron las muestras y después se trasladaron al laboratorio

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

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

Anexo 07: Límites Máximos Permisibles para el agua DS. 004-2017 MINAM

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrín	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Anexo 08: Límites Máximos Permisibles D.S. 004-2017 MINAM

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

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Anexo 09: Límites máximo permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Cadena de Custodia

Código Numero de Custodia: CC-02		Solicitante: FANY ERICA KATHIEZ C.H.		DNI: 73059944		Firma:		
Institución: TESIS - VPSC		Dirección: FAVORABLE		Distrito: FAVORABLE		Provincia: PUNO		
Teléfono: _____		FAX: _____		Responsable del muestreo: _____		Firma: _____		
Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envases por punto de muestreo P () V () M ()	Preservación		
P11	P11	05/08/19	9:00 PM	2		HCL	Otro: <input checked="" type="checkbox"/> SST	
P12	P12	05/08/19	9:30 PM	2		H2SO4	<input checked="" type="checkbox"/> STD	
P13	P13	05/08/19	9:50 PM	2	HNO3	<input checked="" type="checkbox"/> DBO ₅		
					NaOH	<input checked="" type="checkbox"/> DQO		
					Zn(O, CCH ₃) ₂	Acaros y grasas (MEH)		
						Metales totales (comida)		
						Cromo hexavalente		
						Nitrógeno total		
						Nitrógeno amoniacal		
						Nitratos		
						Nitritos		
						Fosfatos		
						Fosforo total		
						Clansuro WAD		
						Fenoles		
						SAAM-Detergentes		
						<input checked="" type="checkbox"/> Sulfuros		
						Fluoruros		
						Plaguicidas (Índex: 05-015-2015-MINAM)		
						<input checked="" type="checkbox"/> Coli. termotolerantes		
						<input checked="" type="checkbox"/> Coliformes totales		
						<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia coli		
						<input checked="" type="checkbox"/> Enterococos		
						<input checked="" type="checkbox"/> Huevos de Helminetos		
						Parámetros Biológicos (4)		
						Urgencia: <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Alta		
						Observaciones		

Anexo 11. Cadena de custodia de agosto del 2019



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALURGIA
 Megalaboratorio Geoquímica Ambiental-Suelos y Aguas, Minerales
 Espectroscopia ICP - Microscopia óptica



INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS N° 0016-AGO-19

ASUNTO ANÁLISIS FÍSICO: AGUA POTABLE

PROCEDENCIA : Distrito de Paucarcolla
 LUGAR : Captación Raque raque
 INTERESADO : Fany Érica Ramírez Choquehuanca
 MOTIVO : Ensayos fisicoquímicos de Agua Potable
 MUESTREO : 01/07/19
 ANÁLISIS : 02/07/19
 MUESTRA TOMADA : Por el interesado y ha sido aceptada en laboratorio en botellas de vidrio de capacidad de un litro.

INFORME DE ENSAYO

Parámetros	MUESTRAS		Unidades
	Captación	reservorio	
Temperatura	10.1	10.1	°C
Potencial hidrogeniones	6.77	6.96	pH
Potencial redox Eh	7.8	6.8	m V
Conductividad eléctrica	299	306	µS/cm
Solidos disueltos totales	210	210	mg ⁻¹
Salinidad	150	150	mg ⁻¹
Turbidez	-0.88	-0.19	NTU
Alcalinidad (CaCO ₃)	120	100	mg ⁻¹
Cloruros (Cl ⁻)	41.98	49.91	mg ⁻¹
Dureza Total (CaCO ₃)	63.19	55.80	mg ⁻¹
Sulfatos (SO ₄)	64	78	mg ⁻¹

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 14th edition – 1975 20th edition -2005 APHA AWWA WPCF.

NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, sólo es válido únicamente para la muestra de ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 05 agosto 2019



Dr. Sc. Martin Choque Yucra
 LABORATORIO GEOQUÍMICA AMBIENTAL
 MEGALABORATORIO - UNA - PUNO
 CIP. 88133

Ciudad Universitaria - Teléfono (051) 599430 Anexo 31102



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALURGIA
 Megalaboratorio Geoquímica Ambiental-Suelos y Aguas, Minerales
 Espectroscopia ICP - Microscopia óptica



INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS N° 0019-AGO-19

ASUNTO ANÁLISIS FÍSICO: AGUA POTABLE

PROCEDENCIA : Distrito de Paucarcolla
 LUGAR : Captación Raque raque
 INTERESADO : Fany Érica Ramírez Choquehuanca
 MOTIVO : Ensayos fisicoquímicos de Agua Potable
 MUESTREO : 05/08/19
 ANÁLISIS : 05/08/19
 MUESTRA TOMADA : Por el interesado y ha sido aceptada en laboratorio en botellas de vidrio de capacidad de un litro.

INFORME DE ENSAYO

Parámetros	MUESTRAS		Unidades
	Captación	reservorio	
Temperatura	12.3	12.4	°C
Potencial hidrogeniones	6.99	7,04	pH
Potencial redox Eh	8.9	9,4	m V
Conductividad eléctrica	308	309	µS/cm
Sólidos disueltos totales	210	210	mg ^l
Salinidad	150	155	mg ^l
Turbidez	0.68	0.71	NTU
Alcalinidad (CaCO ₃)	120	130	mg ^l
Cloruros (Cl ⁻)	37.5	35.33	mg ^l
Dureza Total (CaCO ₃)	69.5	67.2	mg ^l
Sulfatos (SO ₄)	42	39	mg ^l

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP; Standard Methods for the Examination of Water an Wastewater 14ht edition – 1975 20h edition -2005 APHA AWWA WPCF.

NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, sólo es válido únicamente para la muestra de ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 15 agosto 2019



Dr. Sc. Martin Choque Yucra
 LABORATORIO GEOQUÍMICA AMBIENTAL
 MEGALABORATORIO - UNA - PUNO
 CIP. 88133

Ciudad Universitaria – Teléfono (051) 599430 Anexo 31102

Anexo 14. Análisis de resultados correspondientes al mes de agosto 2019



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALURGIA

Megalaboratorio Geoquímica Ambiental-Suelos y Aguas, Minerales
Espectroscopia ICP - Microscopia óptica



INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS N° 019-OCT-19

ASUNTO ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: AGUA POTABLE

PROCEDENCIA : Distrito de Paucarcolla
 LUGAR : Captación Raque raque
 INTERESADO : Fany Érica Ramírez Choquehuanca
 MOTIVO : Ensayos físicoquímicos de Agua Potable
 MUESTREO : 3/09/19
 ANÁLISIS : 4/09/19
 MUESTRA TOMADA : Por el interesado y ha sido aceptada en laboratorio en botellas de vidrio de capacidad de un litro.

INFORME DE ENSAYO

Parámetros	MUESTRAS		Unidades
	Captación	reservorio	
Temperatura	14	14	°C
Potencial hidrogeniones	6.73	7.13	pH
Potencial redox Eh	12.7	-10.6	m V
Conductividad eléctrica (CE)	305	311	µS/cm
Sólidos disueltos totales (TDS)	210	210	mg ^l
Salinidad (S)	150	150	mg ^l
Turbidez	1.62	0.43	NTU
Alcalinidad (CaCO ₃)	140	120	mg ^l
Cloruros (Cl ⁻)	25.96	23.96	mg ^l
Dureza Total (CaCO ₃)	72	48.52	mg ^l
Sulfatos (SO ₄)	30	30	mg ^l

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 14th edition – 1975 20th edition -2005 APHA AWWA WPCF.

NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, sólo es válido únicamente para la muestra de ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 24 octubre 2019



Dr. Sc. Martín Choque Yucra
LABORATORIO GEOQUÍMICA AMBIENTAL
MEGALABORATORIO-UNA-PUNO
CIP. 88133

Ciudad Universitaria - Teléfono (051) 599430 Anexo 31102

Anexo 15. Análisis de resultados físico químicos correspondientes a mes de setiembre 2019



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia



CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : Agua de captación y reservorio
 PROCEDENCIA : Paucarcolla
 SOLICITANTE : Fany Eryca Ramirez Choquehuanca
 MOTIVO : Determinación calidad higiénica
 ANÁLISIS SOLICITADO : Análisis Bacteriológico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01-07-2019

RESULTADOS

MUESTRA	COLIFORMES	Bacterias heterotróficas	DICTAMEN CONSUMO HUMANO
Agua reservorio	< 2.2 NMP Colif./100 mL	8 ufc/mL	APTO
Agua captación	3 NMP col/100mL	38 ufc/mL	NO APTO

La muestra de agua se procesó por el método de Número Más Probable de Coliformes (NMP) y recuenta Estándar en placa (Thatcher F. y Clark D.).

Las muestras se interpretaron considerando los límites máximos permisibles, determinado por el MINSA, "Criterios Microbiológicos De Calidad Sanitaria e Inocuidad Para Los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, Resolución Ministerial Nro. 591-2008-MINSA.

OBSERVACIONES.- Los resultados del presente certificado de análisis, es a partir de la muestra recepcionada en el laboratorio en envases de plástico, sin responsabilidad de cadena de custodia.

Puno, 18 de julio del 2019

MVZ OSCAR DAVID ROS BUTRON
 C.M.V. 3826
 M.Sc. SALUD ANIMAL
 DR. (e.c.) CIENCIAS DE LA SALUD
 ESP.(e.c.) LAB. DE ANALISIS BIOLÓGICOS

Av. Floral 1153, Ciudad Universitaria - Telefax (051) 366194
<http://www.unap.edu.pe/escuela/veterinaria>

Anexo 16. Análisis microbiológico correspondiente al mes de julio del 2019



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia



CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : Agua de captación y reservorio
 PROCEDENCIA : Paucarcolla
 SOLICITANTE : Fany Eryca Ramirez Choquehuanca
 MOTIVO : Determinación calidad higiénica
 ANÁLISIS SOLICITADO : Análisis Bacteriológico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05-08-2019

RESULTADOS

MUESTRA	COLIFORMES	Bacterias heterotróficas	DICTAMEN CONSUMO HUMANO
Agua reservorio	< 2.2 NMP Colif./100 mL	13 ufc/mL	APTO
Agua captación	4 NMP col/100mL	78 ufc/mL	NO APTO

La muestra de agua se procesó por el método de Número Más Probable de Coliformes (NMP) y recuenta Estándar en placa (Thatcher F. y Clarck D.).

Las muestras se interpretaron considerando los límites máximos permisibles, determinado por el MINSA, "Criterios Microbiológicos De Calidad Sanitaria e Inocuidad Para Los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, Resolución Ministerial Nro. 591-2008-MINSA.

OBSERVACIONES.- Los resultados del presente certificado de análisis, es a partir de la muestra recepcionada en el laboratorio en envases de plástico, sin responsabilidad de cadena de custodia.

Puno, 20 de agosto del 2019

MVZ OSCAR DAVID OROS BUTRON
 C.M.V. 3826
 M.Sc. SALUD ANIMAL
 DR. (e.c.) CIENCIAS DE LA SALUD
 ESP.(e.c.) LAB. DE ANALISIS BIOLOGICO

Av. Floral 1153, Ciudad Universitaria - Telefax (051) 366194
<http://www.unap.edu.pe/escuela/veterinaria>

Anexo 17. Análisis de resultados microbiológicos correspondientes al mes de agosto del 2019



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia



CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : *Agua de captación y reservorio*
PROCEDENCIA : *Paucarcolla*
SOLICITANTE : *Fany Eryca Ramirez Choquehuanca*
MOTIVO : *Determinación calidad higiénica*
ANÁLISIS SOLICITADO : *Análisis Bacteriológico.*
FECHA DE RECEPCIÓN : *03-09-2019*

RESULTADOS

MUESTRA	COLIFORMES	Bacterias heterotróficas	DICTAMEN CONSUMO HUMANO
Agua reservorio	< 2.2 NMP Colif./100 mL	0 ufc/mL	APTO
Agua captación	< 2.2 NMP colif./100mL	16 ufc/mL	APTO

La muestra de agua se procesó por el método de Número Más Probable de Coliformes (NMP) y recuenta Estándar en placa (Thatcher F. y Clark D.).

Las muestras se interpretaron considerando los límites máximos permisibles, determinado por el MINSA, "Criterios Microbiológicos De Calidad Sanitaria e Inocuidad Para Los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, Resolución Ministerial Nro. 591-2008-MINSA.

OBSERVACIONES.- *Los resultados del presente certificado de análisis, es a partir de la muestra recepcionada en el laboratorio en envases de plástico, sin responsabilidad de cadena de custodia.*

Puno, 29 de octubre de 2019



DR. OSCAR DAVID TORRES DE TRON
CMV 3529
 M.D. SALUD ANIMAL
 DR. (e.c.) CIENCIAS DE LA SALUD
 ESPECIALIDAD: LAB. DE ANÁLISIS BIOLÓGICO

Av. Floral 1153, Ciudad Universitaria - Teléfono (051) 366194
<http://www.unap.edu.pe/escuela/veterinaria>

Anexo 18. Análisis microbiológico correspondiente al mes setiembre del 2019