

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA DE
SEIS MANANTIALES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA-MELGAR**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. DEYBI ADDERLY QUISPE CCAMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA DE
SEIS MANANTIALES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA-MELGAR**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. DEYBI ADDERLY QUISPE CCAMA

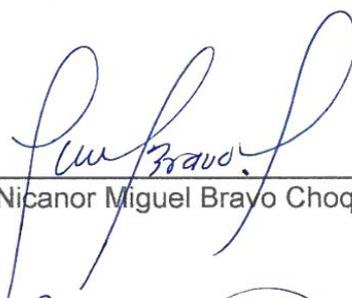
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 DE AGOSTO DEL 2017

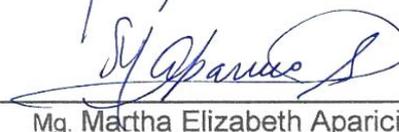
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



Dr. Nicanor Miguel Bravo Choque

PRIMER MIEMBRO:



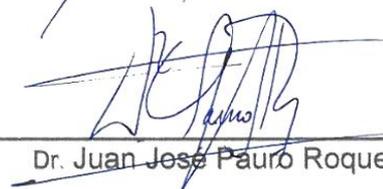
Mg. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra

SEGUNDO MIEMBRO:



Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia

DIRECTOR / ASESOR:



Dr. Juan Jose Pauro Roque

Área : MICROBIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
Línea : CALIDAD AMBIENTAL
Tema : CALIDAD DE AGUA

DEDICATORIA

A mí Ser Superior por ser mi guía, por su protección, por su bendición espiritual.

A mí mamita Fortunata que en paz descanse, por darme la vida su dedicación sus enseñanzas quien siempre estuvo conmigo en cada momento y enseñarme el camino correcto serán siempre mi camino a seguir.

A mi papa Filiberto por darme sus enseñanzas, dedicación y ejemplo será siempre mi camino para alcanzar mis sueños.

A mis hermanos José, Gladys, Magda, Juan, Pepe, Wilbert, Rosa, por sus ejemplos, motivación, por compartir y formar parte de mi vida.

A mis amigos Percy, Uriel, Ali quienes fueron ejemplo de lucha por compartir cada momento conmigo frente a las dificultades.

A la Srta. Victoria por su valioso apoyo en todo momento a quien siempre estaré agradecido.

Con todo cariño y aprecio dedico a todos ellos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno y a la Facultad de Ciencias Biológicas, por haberme formado profesional Biólogo y por todo el apoyo que me brindó esta casa superior de estudios.

A mi director de tesis Dr. Juan José Pauro Roque, por su asesoramiento y apoyo ha hecho posible la realización de la presente investigación.

A mis jurados de tesis Dr. Nicanor Miguel Bravo Choque, Mg. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra y Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia, por sus revisiones y correcciones para que este trabajo de investigación se concluya de manera correcta.

Agradezco a todos, por haber contribuido a que este trabajo de investigación se concluya satisfactoriamente.

Muchas Gracias a todos,

Deybi Adderly Quispe Ccama

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. ANTECEDENTES	16
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2. MARCO CONCEPTUAL	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	35
3.2. METODOLOGÍA	36
3.2.1. Determinación de coliformes totales y fecales fecales de las muestras de agua de seis manantiales.....	36
3.2.3. Evaluación de los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, dureza total, cloruros, sólidos disueltos totales, sulfatos, turbidez).....	40
3.2.4. Estado sanitario de la infraestructura y uso de agua.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Puntos de muestreos de los manantiales de agua en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, Región de Puno (ojos de agua: Yuraq Unu, Cóndor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata).....	35
Figura 2.	Preparación (caldo lactosado), para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.....	36
Figura 3.	Procesamiento de las muestras de agua para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.....	37
Figura 4.	Pipeteo y cultivo de las muestras de agua en caldo lactosado, para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.....	38
Figura 5.	Toma de muestra de agua en los manantiales, en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	40
Figura 6.	Valores de coliformes totales NMP/100ml en las agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	46
Figura 7.	Valores de coliformes fecales NMP/100ml del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	48
Figura 8.	Valores de temperatura (°C) del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	50
Figura 9.	Valores de pH del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	51
Figura 10.	Valores de la dureza total mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	53

Figura 11.	Valores de la alcalinidad mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	55
Figura 12.	Valores del cloruro mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	57
Figura 13.	Valores de sulfato mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	58
Figura 14.	Valores de calcio mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	60
Figura 15.	Valores de magnesio mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	61
Figura 16.	Valores de sólidos totales mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	63
Figura 17.	Valores de turbidez UNT del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	65
Figura 18.	Manantiales a. Qayqu, b. Yuraq Unu, c. Cóndor Wachana, d. Ch'íartita, e. Unu Pata, f. Ch'ákipata, en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	66
Figura 19.	Resultado de tubos positivos para coliformes en (caldo lactosado), de los seis manantiales a. Qayqu, b. Yuraq Unu, c. Cóndor Wachana, d. Ch'íartita, e. Unu Pata, f. Ch'ákipata, en el laboratorio de microbiología (Biología), UNA puno durante enero a junio 2017.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Límites permisibles de resultados microbiológico (MINAM, 2015).....	21
Tabla 2.	Límites permisibles de resultados físico-químicos (MINAM, 2015).....	22
Tabla 3.	Límites permisibles químicos (MINAM, 2015).....	23
Tabla 4.	Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos (DIGESA, 2011)	23
Tabla 5.	Valores de coliformes totales (NMP/100ml) en las agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar, durante enero a junio 2017).....	45
Tabla 6.	Valores de coliformes fecales (NMP/100ml) del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	47
Tabla 7.	Valores de temperatura (°C) del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	49
Tabla 8.	Valores de pH del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	51
Tabla 9.	Valores de la dureza total mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	52
Tabla 10.	Valores de la alcalinidad mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	54
Tabla 11.	Valores del cloruro del agua mg/l de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	56
Tabla 12.	Valores de sulfatos mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	58
Tabla 13.	Valores de calcio mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	59
Tabla 14.	Valores de magnesio mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	61
Tabla 15.	Valores de sólidos totales mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	62

Tabla 16.	Valores de turbidez UNT del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.....	64
Tabla 17.	Número más probable (NMP) con límite de confianza al 95% cuando se utilizan tres alícuotas de 10 ml, tres de 1ml, y oras tres de 0,1 ml, (Laura, 2009).....	76
Tabla 18.	Estándares de calidad para D.S. N° 031-2010-S.A., MINAM 2008-2011.....	77

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DIGESA	:	Dirección General de Salud Ambiental.
Es	:	Error estándar.
INEI	:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
MINAM	:	Ministerio del Ambiente.
OPS	:	Organización Panamericana de la Salud.
ml	:	Mililitros.
NMP	:	Número Más Probable.
mg/l	:	Miligramos por litro.
UNT	:	Unidad de nefelométrica de turbidez.
pH	:	Potencial de Hidrogeniones.

RESUMEN

El estudio se realizó en el distrito de Santa Rosa provincia de Melgar en la región Puno los manantiales evaluados fueron Yuraq Unu, Cóndor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata, durante los meses de enero a junio del año 2017, con el objetivo de determinar su calidad bacteriológica y físico-química. Se aplicó la metodología de número más probable, los resultados obtenidos para los manantiales con respecto al análisis bacteriológico de coliformes totales fue mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con < 3 NMP/100 ml cuyos valores determinados sobrepasan los límites permisible por lo que estas aguas no son aptas para el consumo humano. El análisis físico químicos: la temperatura del agua en su valor más alto se presentó en Ch'íartita con 10.36 °C y el valor más bajo en 8.70 °C ($P > 0.05$), el potencial de hidrogeniones el promedio más alto fue en Yuraq Unu con 8.20 pH y el punto más bajo en Uno Pata con 7.22, se encuentran dentro de la normatividad; la dureza total fue mayor en Ch'ákipata con 106.78 mg/L y el menor en Cóndor Wachana con 56.77 mg/l; la alcalinidad resulto mayor en Ch'íartita con 32.89 mg/l el mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l; los cloruros presentaron máximo en Ch'íartita con 32.89 mg/l, el valor mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l, ($P > 0.05$), respecto al calcio el valor máximo en Ch'ákipata con 28.47 mg/l y el valor mínimo en Yuraq Unu con 7.27 mg/l, en el magnesio el valor máximo Ch'ákipata con 6.90 mg/l y el valor mínimo en Qayqu con 1.39 mg/l, para solidos disueltos totales el valor máximo se presenta en Ch'ákipata con 108.19 mg/l y el valor mínimo en Cóndor Wachana con 23.46 mg/l, así mismo para la turbiedad se presentó en Qayqu con 6.50 UNT y un valor mínimo en Uno Pata 3.83 UNT estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles.

Palabras Clave: Agua, calidad bacteriológica, físico-químico, manantiales.

ABSTRACT

The study was carried out in the district of Santa Rosa province of Melgar in the Puno region. The sources evaluated were Yuraq Unu, Condor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'iertita, Ch'akipata, during the months of January to June of 2017, with the objective of determining their bacteriological and physicochemical quality. The most probable number methodology was applied, the results obtained for the springs with respect to bacteriological analysis of total coliforms were higher in Qayqu with 330 NMP / 100 ml and the lowest value in Yuraq Unu with 43.33 NMP / 100 ml, for coliforms Fecal samples the highest value was in Qayqu with 30.00 NMP / 100 ml and the lowest value in Yuraq Unu with <3 NMP / 100 ml whose values determined exceed the allowable limits so these waters are not suitable for human consumption. The chemical physical analysis: the water temperature in its highest value was presented in Ch'iertita with 10.36 ° C and the lowest value in 8.70 ° C ($P > 0.05$), the highest hydrogenation potential was in Yuraq Unu with 8.20 pH and the lowest point in Uno Pata with 7.22, are within the normativity; The total hardness was higher in Ch'akipata with 106.78 mg / L and the lowest in Condor Wachana with 56.77 mg / l; The alkalinity was higher in Ch'iertita with 32.89 mg / l the minimum in Condor Wachana with 7.62 mg / l; ($P > 0.05$), with respect to calcium, the maximum value in Ch'akipata with 28.47 mg / l and the minimum value in Ch'iertita with 32.89 mg / l, the minimum value in Condor Wachana with 7.62 mg / l In Yuraq Unu with 7.27 mg / l, in magnesium the maximum value Ch'akipata with 6.90 mg / l and the minimum value in Qayqu with 1.39 mg / l, for total dissolved solids the maximum value is presented in Ch'akipata with 108.19 mg / L and the minimum value in Condor Wachana with 23.46 mg / l, also for turbidity was presented in Qayqu with 6.50 UNT and a minimum value in One Pata 3.83 UNT these values are within the allowable limits.

Key Words: Water, bacteriological quality, physico-chemical, springs.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento básico vital para la alimentación, higiene y actividades cotidianas del ser humano como la agricultura e industria, en tal sentido las exigencias higiénicas son más rigurosas si una fuente acuática se desea destinar al consumo humano de una población, exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas, por la contaminación que se observa, lo que reduce calidad y cantidad del agua disponible; así las fuentes naturales de calidad se determinen mediante la presencia de contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos (Tortora *et al.*, 2007). En América Latina, el Perú es el país que cuenta con mayor disponibilidad per-cápita de agua dulce renovable (74 546 000 m³/año); sin embargo esta cifra no refleja la realidad, más bien se observa un distribución asimétrica, que no permite que la población tenga acceso al recurso básico para la vida como es el agua (MINAM, 2015).

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos que pueden ser patógenos o no patógenos, por patógenos se denomina a los coliformes fecales y coliformes totales estos microorganismos ocasionan enfermedades más comunes que se transmiten por el agua como la gastroenteritis (Sierra, 2011). Por otro lado el agua se contamina naturalmente por elementos libres como el sodio, potasio, cobre y calcio sustancias introducidas por la actividad humana provenientes de la industria y agricultura, depósitos de basura, letrinas que pueden contribuir de forma significativa a la contaminación del agua (Abarca & Mora, 2007).

La calidad microbiológica lo determinan las bacterias como los coliformes fecales especialmente *Escherichia coli*, y están estrechamente relacionados con la probabilidad de encontrar patógenos excretados, mientras que los miembros del grupo coliforme total están ampliamente distribuidos en la naturaleza (Jiménez, 2002), por otro lado para comprobar si el agua que se consume es efectivamente potable, se toman muestras los cuales se procederán a análisis químicos y poder determinar su conductividad eléctrica, así mismo la densidad, como también el pH (grado de acidez o alcalinidad), seguidamente la dureza total, la dureza cálcica, el calcio y el magnesio por absorción atómica, la alcalinidad total, parcial e hidróxida y los cloruros. Estos análisis nos permiten saber si el agua para consumo humano cumple con los parámetros establecidos que definen si es que es potable (Campos, 2000).

En la región de Puno, provincia de Melgar y el distrito de Santa Rosa, cuenta con varios manantiales por su geografía de los cuales seis manantiales u ojos de agua (Yuraq Unu, Cóndor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata), discurren por el territorio del distrito; ante el crecimiento de la población, los ojos de agua mencionados se desean utilizar como fuente de agua potable y distribución domiciliaria; el 70% de la población rural del distrito de Santa Rosa, no cuenta con servicios básicos de agua potable y el mayor porcentaje desconoce la calidad sanitaria, por lo que sus habitantes vienen consumiendo agua posiblemente contaminada que traerían consigo graves consecuencias para la salud pública. Asimismo no cuentan con los servicios de desagüe, realizando sus necesidades fisiológicas en silos y en algunos casos al aire libre. Ante la falta de estudios de calidad de agua. Los resultados obtenidos en esta investigación indican las condiciones bacteriológicas y fisicoquímicas en que se encuentran los manantiales, en la que se observó la presencia de coliformes totales superando el límite permisible en un promedio de 330.00 NMP/100ml, 203.00 NMP/100ml, 270.00 y 250.00 NMP/100 ml correspondientes a los manantiales de Qayqu, Cóndor Wachana, Unu Pata y Ch'ákipata respectivamente, debido a la presencia de estos microorganismos en el agua existe el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales al consumirlo en forma directa sin ningún tratamiento previo; mientras que los valores promedios del manantial Yuraq Unu Ch'íartita presenta valores permisible según el D.S. N° 015-2015 MINAN. El pH, dureza total, el contenido de cloruros, sulfatos, sólidos totales del agua de los seis manantes se encuentran dentro de los parámetros del D.S. N° 015-2015 MINAM. Mientras en alcalinidad los manantes de Uno Pata y Ch'ákipata superan levemente 120 mg/l, estos estándares. El contenido de Calcio supera con un valor de 19.08 mg/l y de magnesio en 3.67 mg/l y la turbidez supera el límites permisible 5 UNT, excepto el manantial Unu Pata con un valor 3.83 UNT.

Los resultados obtenidos servirán de base para el consumo humano, para que se pueda realizar un manejo adecuado para su tratamiento y posteriormente constituirse apta para el consumo humano, también para poder utilizar en actividades agropecuarias debido a que la localidades del distrito no cuentan con agua potable domiciliaria, por tal hecho se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa Melgar.

Objetivos específicos

- Determinar coliformes totales y fecales de las muestras de agua de seis manantiales y analizar los resultados en relación con la normatividad vigente.
- Evaluar los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, dureza total, cloruros, sólidos disueltos totales, sulfatos, turbiedad) y proponer un plan de acción en el Distrito de Santa Rosa.

Hipótesis general.

Los parámetros de la calidad de las aguas de los manantiales del distrito de Santa Rosa Melgar están elevados a los estándares ambientales debido a la actividad antropogenica de la zona.

Hipótesis específica.

- La carga bacteriana de coliformes totales y coliformes fecales que posee las muestras de agua de los manantiales del distrito de Santa Rosa son permisibles para el consumo humano, bebida de animales y riego vegetal.
- Los parámetros físico químicos de las muestras de agua de los manantiales del distrito de Santa Rosa poseen valores por encima de los emitidos por ECAs.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Abad (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 Laura & 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 2100.00 a 6320.00 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.

Soto (2013), la calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno, los resultados en agua de pozo del mercado Bellavista en coliformes totales fueron 827.25 NMP/100 ml. Mientras que Yanapa (2012), respecto a la Calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Ilave obtuvo coliformes totales 30.83 NMP/100ml. Así mismo Mendoza (2011), en su estudio de la microbiología y factores físicos del agua de las desembocaduras de los principales ríos del Lago Titicaca obtuvo valores promedio de coliformes totales 1000.00 NMP/100ml.

Quispe (2010), los componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa reportaron para coliformes totales un promedio de 4200.00 NMP/100ml. Así mismo se debe agregar que Chullunquia (2005), en el Contenido Bacteriológico en aguas provenientes de cuatro manantiales para consumo humano del Barrio Santiago de Chejoña-Puno encontró un valor 23.00 a 240.00 NMP/ 100ml para coliformes totales. En otro punto Gonzales *et al.*, (2007), realizo un diagnóstico de la calidad del agua de consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León Nicaragua, reportando para coliformes totales 400.00 NMP/100ml.

Abad (2014), en su investigación determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para coliformes fecales fueron de 0 a 18.75 NMP/100ml. Así mismo Laura & Meza (2015), investigo la calidad bacteriológica de los manantiales del centro de investigación y producción de Chucuito (CIPCH) UNA, reportando para coliformes fecales en el manantial Murinlaya un rango de 90.00 a 540.00 NMP/100ml superando los límites permisibles. Además Vilca

(2011), en la evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de las aguas de manantial como fuente de consumo humano reporto un promedio de 6.76 NMP/100ml coliformes fecales.

Soto (2013), sobre la calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno, los resultados obtenidos en agua de pozo del mercado Bellavista para coliformes fecales fueron 111.00 NMP/100 ml. Por otro lado Yanapa (2012), sobre la calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Ilave los resultados para coliformes fecales fue de 1.38 NMP/ 100ml. Por otra parte Mendoza (2011), realizó estudio de la microbiología y factores físicos del agua de las desembocaduras de los principales ríos del Lago Titicaca, donde obtuvo valores promedio de coliformes fecales 1500.00 NMP/100ml.

Quispe (2010), en su estudio componentes fisicoquímico e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa reporto para coliformes totales un promedio de 1881.00 NMP/100ml. Por otro lado Chullunquia (2005), al estudiar el Contenido Bacteriológico en aguas provenientes de cuatro manantiales para consumo humano del Barrio Chejoña-Puno, encontró en un rango de 1.00 a 43.00 NMP/ 100ml para coliformes totales. A su vez Gonzales *et al.*, (2007), ejecutaron un diagnóstico de calidad del agua de consumo humano en las comunidades del sector del municipio de León Nicaragua. Reportando promedios para coliformes totales de 50.00 NMP/100ml.

Abad (2014), en su investigación para determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados obtenidos estuvieron entre 7.54 a 8.14 de pH; temperatura 8.29 a 10.88°C, conductividad 0.32 a 0.62 μ S/cm. Así mismo Vilca (2011), en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del distrito de Vilque en el año 2011, reporto para la zona A: pH 6.81; temperatura 15.14 °C. Por otro lado Oruna (2010), en la calidad microbiológica y los principales parámetros físico-químicos del agua potable de la ciudad de Puno reportó un pH de 6.24 a 8.80; conductividad de 2.41 a 1646.00 μ S/cm.

Abad (2014), en su investigación determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para solidos totales fueron de 43.00 a 152.00 mg/l, cloruros 27.80 a 33.10 mg/l, dureza total 43.92 a 155.45 mg/l, sulfatos 14.33 a 69.88 mg/l y la turbiedad 0.07 a 0.76 UNT. Además Vilca (2011),

en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del Distrito de Vilque en el año 2011, reporto para la zona A: sólidos totales 85.93 mg/l, dureza total 187.00 mg/l y cloruros 8.22 mg/l. Por otro lado Oruna (2010), en la calidad microbiológica y los principales parámetros físico-químicos del agua potable de la ciudad de Puno reporto para solidos totales 352.00 a 1613.00 mg/l, alcalinidad de 27.72 a 637.44mg/l.

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.

Piquera (2015), la calidad físico química del agua en los manantiales de los términos municipales de Benafer, Caudiel y Viver (Castellón) reporto rangos de pH 7.49 a 7.74, cloruros 8.90 a 12.30 mg/l, nitratos 39.30 a 42.40 mg/L, magnesio 3.00 a 29.50 mg/l, calcio 133.90 a 148.90 mg/l. Por otro lado Robles *et al.*, (2013), reporto en su estudio calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México en el manantial P4 con características fisicoquímicas en sólidos disueltos 1198.00 mg/L, sulfatos 740.00 mg/L y dureza total 736.00 mg/L.

Petro *et al.*, (2014), la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco Bolivar, Caribe Colombiano estimo un rango, en pH 7.05 a 7.55, turbiedad de 0.09 a 1.79 UNT, nitratos de 0.79 a 140.00 mg/l, alcalinidad 55.20 a 302.40 mg/l, dureza total 66.60 a 225.80 mg/l, cloruros de 8.75 a 67.98 mg/l. Además Zhen (2009), en la Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria Curubande, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008. Indico rangos de temperatura 25.00 a 27.00 °C, pH 5.67 a 7.51, turbiedad 3.52 a 31.50 UNT, solidos totales 213.00 a 268.00 mg/l, calcio 18.90 a 25.00

mg/l, magnesio 5.50 a 7.60 mg/l, cloruros 10.50 a 18.70 mg/l, sulfatos 67.00 a 107.00 mg/l.

Mejia (2005), el análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías adecuadas para su esterilización a escala domiciliaria en la microcuenca el limón San Jerónimo Honduras obtuvo resultados de alcalinidad 67.33 a 115.00 mg/l, nitratos 26.00 a 49.00 mg/l, sulfatos 0.00 a 1.00 mg/l, dureza total 47.80 a 81.62 mg/l. Por otra parte Castillo *et al.*, (2009). En la evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas situadas en los municipios de la Paz y San Diego Cesar consiguió resultados de sólidos totales 0.8 a 620 mg/l, dureza total 15 a 180 mg/L, alcalinidad 20 a 114 mg/L, cloruros 0.0035 a 0.600mg/L, calcio 4 a 24 mg/l, magnesio 0 a 33.12 mg/l, turbidez 0 a 23.3 UNT, nitratos 0.613 A 128.8 mg/l, pH 6.71 a 8.20 componentes.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El agua

El agua es esencial para los seres vivos, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen 70% de agua en la vida se utiliza el agua como medio de dilución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones necesarios para el desarrollo de los organismos, (Prieto, 2004), igualmente el agua es más importante de todo los compuestos siendo esencial para toda forma de vida aproximadamente el 60 a 70% del organismo humano está compuesto de agua teniendo en cuenta que en forma natural casi no existe pura siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión (Asano & Levine, 1998).

El agua es uno de los recursos naturales 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 agua de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos, (MINSA, 2012), excepcionalmente la importancia del agua desde el punto de vista químico reside en que; la totalidad de procesos químicos ocurren en la naturaleza el agua es un líquido constituido por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrógeno su fórmula química está representado por H_2O (Vargas, 2008).

El agua presenta propiedades físicas, químicas y biológicas en la actualidad con el afán de elevar el bienestar de la colectividad se programan y planifican una serie de medidas tendientes a resolver los numerosos problemas de la salud ya que el agua se comporta como un medio de difusión de enfermedades; por tal razón debe vigilarse permanentemente la calidad sanitaria de la misma para evitar epidemias, (Alvarez, 1991), a su vez el agua en su estado natural es incoloro, insaboro e inodora es un buen conductor y disolvente, adquiere la forma del recipiente que lo contenga, el agua comienza a formar un color característico y olor debido a materia orgánica y productos químicos (Laura, 2009).

2.2.2. Características microbianas y fisicoquímicas del agua potable para el consumo humano.

Normas de calidad de agua potable en el Perú

a) Límites permisibles de características microbiológicas en agua potable.

El análisis de muestras de agua destinadas para consumo humano, debe ajustarse a lo establecido en la tabla 1.

Tabla 1. Límites permisibles de resultados microbiológico (MINAM, 2015).

PARAMETROS	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		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
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Microcistina-LR</i>	mg/L	0,001	0,001	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

** : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

Fuente: D.S.N° 015-2015-MINAM N° 015-2015-MINAM.

Los estándares de calidad para agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, (MINAM, 2015), puesto que teniendo las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes en dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los

compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente (MINSA, 2012).

b) Límites permisibles físico-químicos en agua potable.

Tabla 2. Límites permisibles de resultados físico-químicos (MINAM, 2015).

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		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				
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Dureza	mg/L	500	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	50	50	50
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Cloruros	mg/L	250	250	250

** : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente: D.S.N° 015-2015-MINAM N° 015-2015-MINAM.

Tabla 3. Límites permisibles químicos (MINAM, 2015).

UND		Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		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
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	0,002
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**

Fuente: D.S.N° 015-2015-MINAM N° 015-2015-MINAM.

2.2.3. Normas de calidad de agua potable.

Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos (DIGESA, 2011).

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µS/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1 000
Cloruros	mg Cl - L-1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4
Sodio	mg Na L-1	200

FUENTE: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2011-SA

2.2.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Con respecto al manantial es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas se originan en la filtración de agua de lluvia o de nieve que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud donde el agua no está confinada en un conducto impermeable, (Prieto, 2004), al mismo tiempo el suministro de agua potable oportuno y seguro representa un permanente esfuerzo en el mejoramiento de la salud pública y la calidad de vida en una población de muchas comunidades. La gran mayoría de habitantes en países en vías de desarrollo padecen graves problemas de salud asociados a la insuficiencia y la contaminación del agua. En el mundo más de tres millones de niños menores de cinco años mueren anualmente, producto de las diarreas causadas por microorganismos que se transmiten en el agua (Camacho *et al.*, 2009).

El recurso hídrico está siendo altamente afectado por la presión humana agravando cada vez más su disponibilidad (cantidad y calidad), estos factores de presión son fundamentales la sobre explotación de acuíferos los cambios del suelo como la deforestación prácticas agrícolas inadecuadas el incremento de urbanización en zonas de producción hídrica, (Ordoñez, 2011), mientras tanto la contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica, por otro lado la contaminación del agua por plaguicidas ha sido reportada en diversas partes del mundo generalmente se produce en cortas distancias al redor de las fuentes o nacientes de agua (Abarca & Mora, 2007).

Acerca de la contaminación producida en un área abierta con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales. En el caso de la utilización de fertilizantes, frecuentemente hay un volumen de nitrógeno residual no asimilado por las plantas y que por lixiviación se conduce hasta la zona de saturación de agua, donde se acumula en forma de nitratos también los lixiviados de estiércol de ganado contribuyen a la contaminación de las aguas subterráneas, (Marchand, 2002), algo semejante ocurre con la contaminación con otras enterobacterias se verifica de forma sencilla atendiendo los caracteres bioquímicos, comprobando la fermentación de la lactosa y la producción de indol con ausencia de actividad frente al citrato y la urea (Nicolet, 2003).

Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales las dioxinas o los alérgenos sino los diferentes patógenos causantes de enfermedades mediante diversas variantes de hongos, bacterias y virus distribuidos y adaptados en el mundo producen a diario dolor, miseria, sufrimiento y miles de muertes en la población humana, (Doria *et al.*, 2008), cosa parecida sucede también con 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 (OMS, 2014).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana, (Romero, 2006), al mismo tiempo las aguas contaminadas afectan principalmente a la salud humana con la presencia de nitratos (sales de ácido nítrico) estos pueden producir enfermedades infantiles que en ocasiones es mortal el agua es importante vehículo de enfermedades (García & Veguillas, 2003).

El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El examen no implica la búsqueda directa de los gérmenes patógenos, ya que estos no sobreviven mucho tiempo fuera del cuerpo de los animales y del ser humano de manera que puedan ser detectados en el agua, mientras que los organismos no patógenos que están siempre presentes en el tracto intestinal de los humanos y animales se excretan, (Romero, 2006), mientras tanto algunas actividades agrícolas dependientes de altos insumos pueden contribuir de forma significativa a la contaminación del agua potable, debido a las cantidades de fertilizantes y plaguicidas aplicados anualmente (Marchand, 2002).

FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Fuentes naturales.- Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo, (Campos, 2003), así mismo las sales minerales, calcio, magnesio, hierro. Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar (Pelczar, 1990).

Nutrientes vegetales inorgánicos.- Nitratos y fosfatos son sustancias solubles dentro del agua que los vegetales requieren para su progreso, pero si se hallan en aumento excesiva inducen el desarrollo desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando las plantas o flora mueren, al ser corrompidos por los microorganismos, se acaba el oxígeno y se hace imposible la vida de individuos vivos. El efecto es un agua fétida e inutilizable (Doria *et al.*, 2008).

Microorganismos patógenos.- Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, (Campos, 2003), además en los países en vías de desarrollo la Salud Pública enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños (Rojas, 2002).

a) **Bacterias Coliformes indicadores de la calidad del agua.**

La calidad microbiológica del agua para consumo humano es de gran importancia primaria y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el coliforme total y el coliforme termotolerante debe tener la más alta prioridad. Por otra parte, la contaminación química también es importante, pero ella no está asociada con efectos agudos sobre la salud humana y tiene una menor prioridad a corto plazo que la contaminación bacteriológica, dado que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades microbianas relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias, muestran elevados índices de prevalencia, (Pelczar, 1990), algo similar ocurre con la calidad de las aguas se recorre a parámetros físicos, químicos y biológicos los parámetros bacteriológicos tienen mayor importancia para dictámenes higiénicos donde es preciso hallar el número de gérmenes saprofitos o *E. coli* y otras bacterias procedentes del intestino humano como indicadores de contaminación, (Ocasio & Lopez , 2004), por otra parte Conviene destacar la importancia que tienen las cifras de *E. coli* y coliformes, referentes a las enterobacterias que fermentan lactosa con elaboración de gas .

Para determinar el número de estas bacterias se suele emplear medio selectivo de Endol (APHA, 2000).

Coliformes totales.

Son bacterias en forma de bacilos, Gram negativo que pueden crecer en presencia de sales biliares u otros agentes tensos activos. Descomponen la lactosa con elaboración de ácido y gas en 24 a 48 horas. Mientras que la gran parte son especies del género de la familia *Enterobacteriaceae*, principalmente constituidos por los géneros habituales: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*, (Allaert & Escolá, 2002), así mismo con la taxonomía actual la definición de coliformes involucra a un grupo heterogéneo, que comprende bacterias que pueden encontrarse tanto en heces así mismo en el medio ambiente como (suelos, aguas ricas en nutrientes y cuerpos de plantas en descomposición), del mismo modo a géneros no fecales, excluido el género *Escherichia* que solo se encuentra en organismos como el hombre y animales de sangre caliente (Roldan, 2006).

Enterobacter aerogenes.

Se pueden encontrar en forma libre en el suelo y agua pero generalmente presentes en el tracto digestivo humano sus colonias son grandes y mucosas, (Pascual & Calderón, 2000), como también algunas de sus cepas hasta llegan a formar unas colonias capsuladas como su fuente de alimentación utilizan glucosa y lactosa no forman sulfatos de hidrogeno (Shekhar & Laxman, 2007).

Coliformes fecales.

Los coliformes fecales presentan similitudes con los totales en lo que se refiere a morfología, la capacidad de fermentar lactosa, ser aerobios y anaerobios, (Allaert & Escolá, 2002), como también difieren en la capacidad de aguantar calenturas, a diferencia de los totales, los coliformes fecales logran descomponer lactosa con elaboración de ácido y gas en periodos de incubación de 24 a 48 horas a una temperatura de 44.50 °C en condiciones de laboratorio, (Ramos, 2011), al mismo tiempo los coliformes fecales forman parte del total del grupo de coliformes y son definidas como bacilos Gram (-), no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.50° C dentro de las 24 horas. La mayor especie en el grupo de coliformes fecales es la *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (DIGESA, 2010).

Escherichia coli.

Es un microorganismo que tiene forma de bastón de 1.5 por 4 μ , la mayoría de las especies son móviles porque tienen flagelos peritricos típicos de las enterobacterias, su cultivo se realiza en medios diferenciales para el aislamiento permiten una rápida identificación de las cepas lactosa positivas, (Allaert & Escolá, 2002), como el agar EMB y Agar McConkey, la diferenciación con otras enterobacterias se verifica de forma sencilla atendiendo los caracteres bioquímicos, comprobando la fermentación de la lactosa y la producción de indol con ausencia de actividad frente al citrato y la urea (Carrillo & Lozano, 2008).

b) Indicadores fisicoquímicos de la contaminación del agua.**- Olor**

En su forma pura, el agua no produce sensaciones olfativas, el olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido, (Sierra, 2011), por otro lado cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes del agua (Campos, 2003).

- Sabor

El sabor va en función de las sales. El límite de NaCl es de 300 – 400 mg, y el de sulfato de calcio es de 500 – 600 mg. El sabor también va a depender de la temperatura, (Sierra, 2011), de igual manera también la cloración en presencia de compuestos fenólicos puede imprimir un mal sabor en el agua, por la formación de derivados clorados que producen un sabor a derivados fenólicos (Carranza, 2001).

- Color

Se debe a las partículas en suspensión y disueltas, las algas pueden provocar un color verdoso, mientras que la presencia de formas solubles de hierro y manganeso le da un tono de amarillo a pardo, los desechos de cromato le da color amarillento, la presencia de color es indicador de calidad deficiente, (Sierra, 2011), mientras tanto Toda agua potable debe ser transparente y no poseer partículas insolubles en suspensión como limo, arcilla, materia mineral, algas, etc. Si el agua es turbia son rechazadas por el consumidor y por tanto no son recomendables para el consumo

humano, a pesar que fuesen potables a nivel químico y microbiológico. Para el agua turbia la eficacia de la desinfección mediante cloro es menor ya que las partículas en suspensión, inorgánicas y orgánicas del plancton, engloban bacterias y virus que el cloro no destruye (Crites & Tchoganoglous, 2000).

- **Turbidez**

Es una característica fundamental para el control de los tratamientos del agua en las plantas potabilizadoras o estaciones de tratamiento de agua potable siendo una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, (Crites & Tchoganoglous, 2000), así mismo la claridad del agua se mide mediante la cantidad de sólidos como arena, arcilla y otros materiales en el agua. Mientras más sucia parece el agua más alta es la turbidez. Según la Organización Mundial para la Salud (OMS), la turbidez del agua para consumo humano no debe ser más, en ningún caso, de 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU (OMS, 2014).

- **pH**

La determinación del potencial de hidrógeno (pH) en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad. Si el pH es menor de 7.0 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor de 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino (Sierra, 2011), al mismo tiempo La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. El valor del pH en el agua, es utilizado cuando nos interesa conocer su tendencia corrosiva o incrustante (Mejia, 2005).

- **Temperatura**

Es un parámetro muy importante sobre el desarrollo de la vida acuática, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno y conductividad eléctrica, (Sierra, 2011), de igual manera La importancia de la temperatura se basa en el oxígeno que es menos soluble en agua caliente que en agua fría. Los riesgos de las temperaturas elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de microorganismos,

plantas acuáticas y hongos, como La temperatura normal de agua de pozo es menor a 25°C y en el agua potable es entre 10 a 15°C (Spellman, 2007).

- **Materia orgánica**

Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrogeno y oxígeno, junto con nitrógeno en algunos casos, (Chemical *et al.*, 2005), por otro lado elementos importantes tales como azufre, fosforo y hierro pueden hallarse también presentes.es posible considerarlo como indicador pues siempre está presente en este tipo de contaminación es fácilmente detectable y cuantificable en un laboratorio (Campos & Guerrero, 2002).

- **Amonio**

Es un catión poliatómico cargado positivamente de fórmula química NH_4^+ . Se produce por la reacción del amoníaco, que es una base débil con ácidos de Bronsted (donantes de protones) (Campos & Guerrero, 2002), de iagua modo el ión amonio resulta de la reducción de nitratos u oxidación de materia orgánica, sin embargo, dependiendo del pH del medio, sus concentraciones pueden variar transformándose en amoníaco, lo cual quiere decir, que a pH superiores a 9.2, el amoniaco (NH_3) tiende a incrementar pero el amonio (NH_4^+) disminuye, mientras que a pH menores, el amonio (NH_4^+) se aumenta y el amoníaco disminuye (García, 2013).

- **Nitritos**

Son sales o ésteres dentro del ácido nitroso (HNO_2), en los cuales los nitritos inorgánicos se hallan el anión NO_2^- . En la naturaleza los nitritos se forman por oxidación biológica de las aminas y del amoníaco o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas, (Severiche *et al.*, 2013), como también los nitratos son sales o ésteres del ácido nítrico HNO_3 , en los nitratos está presente el anión NO_3^- . El nitrógeno en estado de oxidación +V se encuentra en el centro de un triángulo formado por los tres oxígenos. La estructura es estabilizada por efectos mesoméricos (Marín, 2003).

- **Nitratos**

En cuanto a los nitratos debido a su amplia utilización como abono agrícola también se pueden encontrar sobre todo en las aguas subterráneas en concentraciones excesivas por lo que han perdido gran parte de su valor como indicadores de contaminación fecal a largo plazo, (Severiche *et al.*, 2013), así mismo cabe mencionar que es el estado más oxidado del amonio lo que hace pensar que un agua con nitratos es un agua que fue contaminado hace tiempo (Miranda, 2000).

- **Cloruros**

El cloro (Cl_2) es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo en combinación con un metal, como el sodio (Na), es esencial para la vida, dado que, pequeñas cantidades de cloruros son requeridas para la función celular en los seres vivos, (Severiche *et al.*, 2013), como también el cloruro, en forma de ion Cl^- , procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales (García & Veguillas, 2003).

- **Sulfatos**

Así mismo los sulfatos dentro del agua logran poseer su comienzo al contacto de ella, con terrenos ricos en yesos, así como por la contaminación con las aguas residuales; el contenido de estos no suele presentar problemas de potabilidad en las aguas de consumo humano, (Chemical & Kemmer, 2005), además los contenidos superiores a 300 mg/L pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo (Severiche & Gonzales, 2012).

2.2.5. Técnicas de análisis microbiano en aguas.

Número más probable (NMP)

El método de número más probable NMP es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultado positivo y negativo obtenido en cada dilución, (Allaert & Escolá, 2002), se basa en la hipótesis de una dispersión de Poisson o dispersión aleatoria. La densidad bacteriana se obtiene contando el número de tubos con fermentación positiva y comparando con la tabla del número más probable para coliformes Totales y *Escherichia coli*, con un nivel de confianza estadística del 95% para

cada valor determinado y expresado como NMP de coliformes por 100 mL de muestra de agua (Camacho *et al.*, 2009).

- a) **Conteo directo.** Se realiza mediante microscopio o la cámara de conteo petroff-Hauser, (Pascual & Calderón, 2000), así mismo las celdas de conteo están diseñadas partes que cada cuadro de la cámara corresponda a un volumen específico, ya que la profundidad es conocida. En vista de que es imposible diferenciar por esta técnica células vivas de células muertas la medida del ensayo se reporta como conteo total (Crites & Tchoganoglous, 2000).
- b) **Cultivo en placas.** El vertido en placa y el esparcido en placa son métodos utilizados para realizar la siembra, identificación y conteo de bacterias, en el método de vertido en placa, la muestra de agua que va a ser analizada se somete a diluciones sucesivas, (Chemical & Kemmer, 2005), además una muestra de cada dilución se coloca en una caja para la siembra de bacterias parte el medio de cultivo se calienta hasta que se encuentre en estado líquido y puede ser vertido en una placa para mezclar con la muestra diluida, para su posterior incubación bajo condiciones controladas, al transcurrir el periodo de incubación establecido se saca la placa petri de la estufa y se recuentan las colonias crecidas, el número de colonias aparecidas es expresado en Unidades Formadoras de Colonia UFC, por cada 100 ml de agua (Gil, 2010).
- c) **Filtro de membrana.** filtración por membrana este método consiste en pasar la muestra con ayuda del vacío a través de una membrana de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro, para que queden retenidas en las baterías de tipo coniforme y las mesofilicas, (Pascual & Calderón, 2000), cabe señalar que el filtro es colocado en un medio de cultivo específico para lo que se desea determinar en la muestra coliformes totales, coliformes fecales y microorganismos mesofilicos, incubando a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante a horas. (Paez, 2008).
- d) **Fermentación en tubos múltiples.** La técnica de fermentación en tubos múltiples se base en el principio de dilución hasta la extinción. Las concentraciones de bacterias coliformes totales suelen expresarse como número más probable por 100 NMP/100 ml, (Chemical & Kemmer, 2005), como también la determinación del NMP se basa en la aplicación de la distribución de Poisson para valores extremos encontrados en el análisis del número de resultados positivos y negativos obtenidos en ensayos de diferentes fracciones de la muestra de volúmenes iguales y en fracciones que formen series geométricas (Camacho *et al.*, 2009).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Agua natural.-** Recurso acuáticos que se encuentran en la naturaleza (Gonzáles, 2012).
- **Agua natural superficial.-** Es la que se encuentra en la superficie del terreno formando los ríos, lagos, manantiales (Gonzáles, 2012).
- **Agua natural subterránea.-** Es la que se encuentra bajo la superficie del terreno pudiendo ser su afloramiento natural o extracción artificial (Gonzáles, 2012).
- **Alcalinidad total.-** Capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de bases que pueden ser tituladas (APHA, 2000).
- **Características bacteriológicas.-** Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (Gonzáles, 2012).
- **Contaminación.-** Alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los uso del agua (Gonzáles, 2012).
- **Coliformes.-** Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (APHA, 2000).
- **Coliformes fecales.-** Sub grupo de coliformes que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente y que fermentan la lactosa con formación de gas a las 24 horas a 44,5°C (APHA, 2000).
- **Coliformes termotolerantes.-** Coliformes que son capaces de fermentar lactosa a 44-45°C. En muestras de agua, predominan los generos *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*. *Escherichia coli* se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima B- glucuronidasa (APHA, 2000).
- **Características físico-químicas.-** Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (Gonzáles, 2012).
- **Cloruros.-** El ión cloruro (Cl), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. El contenido de cloruros de las aguas naturales son variables y depende principalmente de la naturaleza de los terrenos atravesados, en cualquier caso, esta cantidad (Severiche et al, 2013).
- **Conductividad eléctrica.-** Parámetro que mide la concentración de minerales disueltos en una muestra de agua, siendo más conductora de la electricidad mientras tenga más minerales disueltos (Severiche et al, 2013).

- **Dureza total.-** Se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (grupo 2) que hay en el agua, principalmente Ca y Mg. La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonatos de calcio (CaCO) por litro. Es decir si la concentración total de Ca y Mg es 1 mM, se dice que la dureza es 100 mg/l de CaCO (Romero, 2006).
- ***Escherichia coli.***- Especie del genero *Escherichia* (familia enterobacteriaceae); son bacilos cortos, anaerobios facultativos, móviles o inmóviles, gran negativos, formadores de gas, que fermentan la glucosa y la lactosa; son ubicuos en el suelo, agua y las heces (González, 2012).
- **Grupo coliforme.-** O coliformes totales, es un grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrarse en plantas suelos y ambientes acuáticos son aerobios y anaerobios facultativos formas bacilares no son formadoras de esporas gran negativos fermentadores de lactosa con producción de ácido y gas (González, 2012).
- **pH.-** Es una medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones acuosas por definición es igual al logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrogeno en la solución (APHA, 2000).
- **Sólidos disueltos totales.-** Medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micras y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. Es básicamente la suma de todos los minerales metales y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Severiche *et al*, 2013).
- **Sulfatos.-** son aniones que abundan en aguas naturales. Pueden tener su origen en el contacto del agua, con terrenos ricos en yesos así como por la contaminación con aguas residuales industriales el contenido de estos no suele presentar problemas de potabilidad en las aguas de consumo humano pero contenidos superiores a 300 mg/l pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo (Romero, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el distrito de Santa Rosa provincia de Melgar, durante los meses de enero a junio del año 2017 en el departamento de Puno; se encuentra comprendido en latitud de -14.61110 , longitud -70.78610 UTM. Posee una extensión superficial de: 790.38 Km^2 , siendo el 12.26% de la superficie total de la provincia. Está ubicado a una altitud 4460 m s n m , a 100 Km de la capital del departamento de Puno. El acceso es por vía terrestre por camino asfaltada, el clima es frío, templado y seco con dos estaciones durante el año; de diciembre a marzo se caracteriza por ser la temporada de lluvias con presencia de tormentas granizadas y truenos y el resto del año es considerado la temporada seca con inmensas heladas. La temperatura ambiental promedio anual es de 15.5°C , el distrito de Santa Rosa posee una gran variedad de ojos de agua ya que en él se encuentra el nevado Khunurana de los cuales 6 manantiales Yuraq Unu, Cónдор Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata tal como se observa en la (figura 1), los cuales discurren por el territorio del distrito y constituyen el motivo de la investigación.

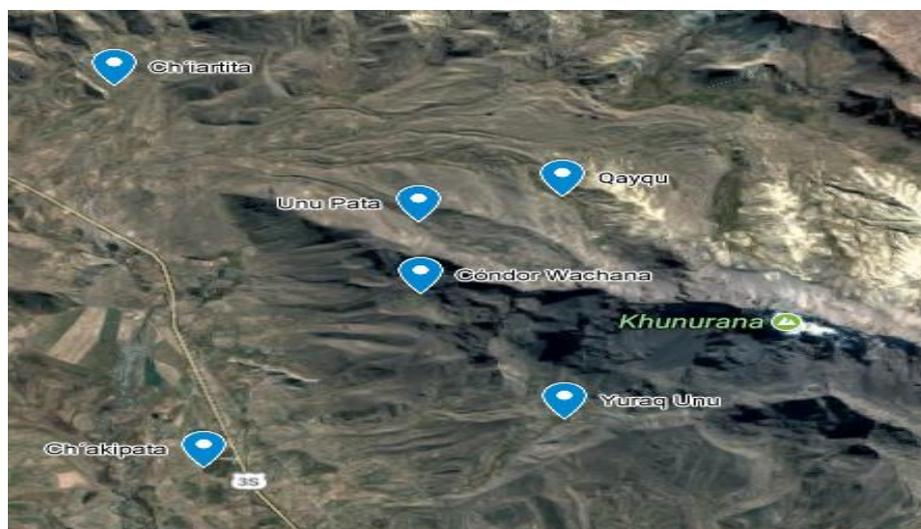


Figura 1. Puntos de muestreo de los manantiales de agua en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, Región de Puno (ojos de agua: Yuraq Unu, Cónдор Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata).

Fuente: Google maps.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Determinación de coliformes totales y fecales de las muestras de agua de seis manantiales:

Para el desarrollo de estos métodos, se aplicó las metodologías recomendadas por la D.S.N° 015-2015-MINAM, los cuales se detallan a continuación. Como también mencionados por, (Sierra, 2011).

Las muestras fueron tomadas de los ojos de agua (manantiales), antes de iniciar el muestreo se tuvo que utilizar la indumentaria adecuada como son las botas, guardapolvo (mandil), guantes, gorro y barbijo. Para la toma de muestra se utilizó frascos de vidrio esterilizado de boca ancha y provista con tapones y en una cubierta de papel kraft, seguidamente fueron rotulados, en un volumen de 100 ml para pruebas bacteriológicas. La toma de muestra se realizó en horas de la mañana de 5:00 a.m. - 11: a.m. de nuestros puntos de muestreo, adecuándonos al método propuesto; ya que las distancias establecidas entre los puntos de muestro son distantes, todas las muestras fueron colocadas en una caja con hielo, luego fueron llevados al laboratorio de análisis.

a) Determinación de coliformes totales.

Se realizó el método del NMP, preparándose los medios de cultivo con anticipación de 24 horas, los cuales fueron colocados en la estufa a 35°C para probar la esterilidad de los mismos. Para cuantificar coliformes y *Escherichia coli* se utilizó la técnica de fermentación múltiple en tubos; Número Más Probable de coliformes (NMP), según el manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida ver (Figura 2)



Figura 2. Preparación (caldo lactosado), para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.

- Los resultados de la fermentación en tubos múltiples se expresan en términos de Número Más Probable (NMP) de coliformes. El método del NMP se fundamenta

en un modelo de cálculo de probabilidades y consta de dos partes:

- De acuerdo a las especificaciones dadas se agitó vigorosamente la muestra de agua por lo menos 25 veces para lograr una homogenización y proceder a la inoculación en la identificación de coliformes:
- Se preparó de 9 tubos con Caldo Lactosado (CL) conteniendo 10 ml. de los cuales 03 de doble concentración y 06 de concentración simple, cada una con tubos Durham invertidos, para cada muestra de agua, rotulándolos respectivamente ver (Figura 3).



Figura 3. Procesamiento de las muestras de agua para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.

- Un volumen de 10 ml. de la muestra de agua se inoculó en 3 tubos conteniendo 10 ml de CL estéril de doble concentración.
- Un volumen de 1 ml. de la muestra de agua se inoculó en 3 tubos conteniendo 10 ml de CL estéril de simple concentración.
- Un volumen de 0.1 ml. de la muestra de agua se inoculó en 3 tubos conteniendo 10 ml de CL estéril de simple concentración ver (Figura 4).



a. pipeteo de muestra de agua

b. cultivo muestra de agua en caldo lactosado

Figura 4. Pipeteo y cultivo de las muestras de agua en caldo lactosado, para determinar coliformes totales y coliformes fecales en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología distrito de Puno durante enero a junio 2017.

- Los tubos se homogenizaron cuidadosamente, se colocaron en gradillas y se incubaron en estufa a 35° C por un tiempo de 24 a 48 horas, pasada las 48 horas se realizó la lectura de los tubos.
- Los tubos se incubaron en una estufa a 37°C por un tiempo de 24 a 48 horas. En esta prueba, la actividad metabólica de las bacterias donde ocurrirá una selección inicial de organismos que fermentan la lactosa con la producción de gas (Anexo Figura 19).

En los tubos donde no hubo presencia de gas el cultivo es negativos a coliformes y si hay presencia de gas se considera cultivo positivo a coliformes totales y fecales en las muestras analizadas (Anexo Tabla 18). Todos aquellos tubos que presentaron presencia de gas fueron considerados ´positivos para la prueba presuntiva se anotaron convenientemente y se procedió a realizar la prueba confirmatoria para coliformes totales y fecales, (APHA, 2000).

Prueba confirmativa.

Se transfirió un inóculo de cada tubo positivo de la prueba presuntiva a tubos que contengan un medio de caldo verde brillante bilis y posteriormente fueron incubados a 37°C durante 24 a 48 horas. Con esta prueba se confirma la presencia de coliformes totales, de la misma forma se reduce un resultado de falsos positivos que podrían ocurrir por la actividad metabólica de algunas bacterias formadoras de esporas. La formación de gas, el enturbiamiento y la fermentación dentro de 24 a 48 horas constituirá una prueba confirmativa de la presencia de coliformes. Los resultados se expresan en términos de NMP de microorganismos.

De cada tubo positivo, se inoculará a tubos que contengan caldo verde brillante bilis y se incubaran a 37°C durante 48 horas.

Para el cálculo de la densidad de coliformes totales se basó en la combinación de los resultados positivos y negativos de los tubos en la producción de gas obtenidos en cada dilución, para el cálculo de microorganismos coliformes totales en 100 ml de muestra, (APHA, 2000).

$$\frac{\text{Valor de la tabla NMP} \times 100}{10} = \frac{\text{NMP}}{100 \text{ ml}}$$

Se observó presencia de turbidez y la producción de gas; la prueba se consideró positiva; anotándose el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP. Si en ninguno de los tubos se observa producción de gas, aun cuando se observe turbidez; se considera negativo, para coliformes totales el cálculo del NMP.

b. Metodología para determinación de coliformes fecales.

- Se inocula cada tubo positivo de la prueba confirmativa.
- A partir de los tubos positivos del Test confirmativo; se aísla a cada tubo de caldo verde brillante bilis que haya producido gas.
- Se procede a sembrar por dispersión con asa de kolle en placas Petri contenidas con agar eosina azul de metileno (EMB), se incuba a 37°C durante 48 horas en el que se desarrollan colonias típicas con brillo metálico (Anexo Tabla 19).

La incubación se realizó a partir de las colonias desarrolladas en medio agar eosina azul de metileno (EMB), para lo cual se utiliza pruebas bioquímicas:

Agar hierro tres azucares (TSI), agar lisina hierro (LIA), agar citrato Simmons (CS), e indol que son medios de cultivo diferenciales; los cuales se llevan a incubación a 37 °C por 24 a 48 horas procediendo a interpretacion, (APHA, 2000).

3.2.2. Diseño estadístico.

Los datos se procesaron en el software InfoStat, en su versión libre para análisis estadístico que cubre tanto las necesidades básicas para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, se utilizó el diseño completo al azar que es una prueba basada en el análisis de varianza, Probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Se empleo Kruskal Wallis.

3.2.3. Evaluación de los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, dureza total, cloruros, sólidos disueltos totales, sulfatos, turbidez).

Se aplicó las metodologías recomendadas por D.S.N° 015-2015-MINAM antes de iniciar el muestreo se tuvo que utilizar la indumentaria adecuada como son las botas, guardapolvo (mandil), guantes, gorro y barbijo. Para este procedimiento se utilizaron envases químicamente limpios de vidrio, los cuales están provistos de un tapón, se enjuago tres veces con el agua que vaya a analizarse. Previamente los envases será lavado y enjuagados varias veces con el agua destilada, ver (Figura 5).



Figura 5. Toma de muestra de agua en los manantiales, para parámetros físicoquímicos en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

El volumen recolectado es de 500 ml. La toma de muestra se realizó en horas de la mañana de 5:00 a.m. - 11:00 a.m. de nuestros puntos de muestreo ya que las distancias establecidas entre los puntos de muestro se encuentran a una distancia alejada, todas las muestras fueron colocadas en una caja con hielo para luego fueron llevados al laboratorio de análisis, (MINAM, 2015).

a) Determinación de temperatura y potencial de hidrogeniones (pH).

Temperatura

- Se realizó la medición directamente en el cuerpo de agua
- Se sumerge inmediatamente el termómetro digital, en posición centrada, hasta la marca de inmersión.
- Se aplicó ligeros movimientos circulares por lo menos durante 1 min hasta que la lectura del termómetro se estabilice.
- Se registra la lectura en el termómetro utilizado, (Sierra, 2011).

Potencial de hidrogeniones (pH).

La medida del pH fue por el método potenciométrico

- Se calibra y enjuaga la sonda del potenciómetro
- Recolecta una muestra de agua en un contenedor limpio.
- Se mide la temperatura de la muestra usando un termómetro puesto que la sensibilidad de la sonda se ve afectada por la temperatura del agua.
- Se colocó la sonda en la muestra. Esperando 1 minuto a que el medidor se equilibre y estabilice
- Posteriormente se registra las medidas de pH de la muestra con precisiones de 0.1 unidades, (Jimeno, 1998).

b) Determinación de dureza total.

Para determinar la dureza del agua se tomó una muestra de 50 ml en un matraz erlenmeyer para cargar la bureta digital, con la solución de EDTA 0.01 N preparada previamente.

Se coloca en un matraz 50 ml de muestra de agua, luego se le añadió 2 ml de solución buffer, para ajustar el pH= 7.50, se añadió 3 a 4 gotas de indicador negro de eriocromo T. (DIGESA, 2010).

Cálculos

Los datos obtenidos durante el proceso se reemplazán en la siguiente fórmula:

$$Dureza = \frac{VEDTA * meq CaCO * 10000}{V muestra}$$

Dónde:

V = gasto de EDTA (ml)

N = normalidad del EDTA (ml)

c) Determinación de alcalinidad.

En un Erlenmeyer de 250 ml, se transfirió 25 ml de la muestra de agua y se adicionó 3 - 4 gotas de fenolftaleína.

Se observó una coloración rosada luego se realizó la titulación con ácido sulfúrico 0,05 hasta su decoloración.

Se adiciono seguidamente dos gotas de anaranjado de metilo y luego se tituló como en el paso anterior hasta obtener una coloración rojo salmon muy claro, se registró los ml gastados de ácido sulfúrico para reemplazarlo en la ecuación matemática siguiente (MINAM, 2015).

Cálculos:

Expresa el resultado en ppm de CaCO_3 y reemplaza los datos en la siguiente formula:

$$\text{Alcalinidad } (\text{CaCO}_3)\text{ppm} = \frac{V \text{ H}_2\text{SO}_4 * N \text{ H}_2\text{SO}_4 * \text{PMCaCO}_3 / \text{mol } 2 \text{ eq}}{V \text{ muestra}}$$

Dónde:

Ppm = partes por millón

V = volumen

N = normalidad

PM = peso molecular

d) Determinación de cloruros.

Se colocó 50 ml de la muestra de agua en un matraz, luego se adiciono 1 ml del indicador dicromato de potasio al 5 % como producto se obtuvo una solución amarillenta.

Seguidamente se tituló con nitrato de plata 0,01 N, hasta lograr una solución rojo ladrillo.

Se anotó el gasto de nitrato de plata para poder reemplazar en la formula.

Calculo

$$\text{Cloruros}(\text{mg/l}) = \frac{V \text{ AgNO} * N \text{ AgNO} * \text{meq CL}}{V \text{ muestra}}$$

Dónde:

V= volumen de AgNO_3

N= Normalidad de AgNO_3

e) Determinación de sulfatos.

Se colocó 50 ml de muestra de agua en un matraz de 250 ml seguidamente se le adicionó una pequeña pizca 0.03 g del indicador cloruro de bario luego se le agitó luego se dejó reposar por 10 minutos.

Seguidamente se colocó en un micropocillo la muestra preparada y seguidamente se midió en el equipo la transmitancia finalmente se lectura, anotando el valor emitido en la pantalla.

Calculo:

$$\text{Sulfato} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{Fc * 100}{V \text{ muestra}}$$

Dónde:

F_c = factor de concentración

V = volumen

f) Determinación de sólidos disueltos totales (TSD).

Se utilizó el electrodo del conductímetro, en un vaso precipitado de 250 ml, se colocó un volumen de 50 ml de agua a analizar seguidamente se introdujo el electrodo del conductímetro hasta que el equipo se estabilice y se anotó el valor obtenido, (Carrillo & Salinas, 1988).

3.2.4. Estado sanitario de la infraestructura y uso de agua.

Para evaluar el estado de las organizaciones en el distrito de Santa Rosa se participó a sus reuniones de las comunidades y las asociaciones como son las asambleas comunales.

Se participó en las convocatorias de asamblea de la junta administrativa de saneamiento ambiental del sector Vallecito de la comunidad de Kunurana alto para la elaboración de perfil de proyectos de la municipalidad distrital de Santa Rosa.

Se realizó visita domiciliaria para determinar el diagnóstico del cada poblador con respecto al uso de agua para lo cual se empleó la entrevista verbal.

3.2.5. Diseño estadístico.

Los datos se procesaron en el software InfoStat, en su versión libre para análisis estadístico, para el procesamiento de los datos físico químicos se utilizó el diseño completo al azar que es una prueba basada en el análisis de varianza, con el fin de tener mayores elementos para la toma de decisiones es importante saber dónde se encuentran dichas diferencias significativas y si estas siguen unas tendencias que nos permitan una mejor toma de decisiones. Una prueba que nos permite evaluar dicha diferenciación es la prueba de Tukey, que mide la diferencia de los valores de la medias de dos grupos en términos de la varianza intragrupal. Así mismo para hacer un diagnóstico y realizar el plan de acción en el distrito de Santa Rosa se utilizó la técnica de entrevista verbal visitando a sus domicilios y aprovechando las asambleas para tener conocimiento de la calidad y uso del agua.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CALIDAD BACTERIOLOGICA Y FISICOQUIMICA DEL AGUA DE SEIS MANANTIALES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE MELGAR DEPARTAMENTO DE PUNO

El análisis para los valores de coliformes totales, considerando los seis manantiales se encontró presencia de microorganismos patógenos del grupo coliformes, su presencia indica que las aguas de los manantiales son de mala calidad. Estas aguas exceden el límite permisible de 50NMP/100ml según ECA-015-2015 MINAM – Perú.

Las muestras de agua de manantial Qayqu, Cóndor Wachana y Ch´akipata y Unu Pata, presentan contenido bacteriano de coliformes totales que exceden los límites permisibles para aguas superficiales (manantiales), por consiguiente puede ser perjudicial para la salud al ser consumidas sin un tratamiento previo. Excepto los manantiales Yurac Uno con 43.33 NMP/100ml y Ch´iartita con < 3 NMP/100 ml ya que sus valores se encuentran dentro de valor referencial por la Ecas.

Los límites permisibles de coliformes fecales en aguas de consumo humano es de 0 NMP/100 ml ECA-015-2015 MINAM, el grupo coliformes es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo las características de sobrevivencia y la capacidad de multiplicarse fuera del intestino también se observa en agua de manantiales, como los manantiales Qayqu, Condor Wachana y Ch´akipata con 10.00+-30.00NMP/100ml son aguas que exceden el límite permisible por lo que son de mala calidad y no aptas para consumo humano, mientras las aguas de los manantiales Yurac Unu, Ch´iartita y Unu Pata con valores < 3 NMP/100 ml de coliformes totales dentro del límite permisible, no se reportó coliformes fecales (*E. coli*) por lo que se califica como agua de buena calidad, estableciéndose como aguas no contaminadas por origen fecal. Los análisis bacteriológicos están en concordancia a las metodologías, APHA (2000), y MINAM (2015).

En cuanto a la calidad fisicoquímica; según los decretos establecidos por los ECA-015-2015 MINAM – Perú; el agua analizada de los seis manantes se encuentran dentro de los límites permisibles por lo que son aguas de buena calidad, excepto en turbidez en un rango de 3.83 y 7.76 UNT, siendo mayor en manantial Ch´iartita y menor en el manantial Unu Pata, mientras para la alcalinidad (Uno Pata y Ch´akipata), superando el valor referencial de 120 mg/l. Los demás parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos; por lo tanto: es APTO para el consumo humano, (Ibidem).

4.2 COLIFORMES TOTALES Y FECALES DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE SEIS MANANTIALES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE MELGAR DEPARTAMENTO DE PUNO.

4.2.1 Coliformes totales.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de coliformes totales: Qayqu 330.00 NMP/100ml, Unu Pata 270.00 NMP/100ml, Ch'akipata 250.00 NMP/100ml, Cónдор Wachana 203.00 NMP/100ml, Yuraq Unu 43.33 y Ch'íartita 0.00 NMP/100 ml, siendo mayor en el manantial de Qayqu y menor en el manantial de Ch'íartita, ver (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de coliformes totales (NMP/100ml) en las agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° Muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cónдор Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'akipata
1	640.00	50.00	260.00	0.00	430.00	360.00
2	140.00	50.00	110.00	0.00	230.00	200.00
3	210.00	30.00	240.00	0.00	150.00	190.00
Promedio	330.00	43.33	203.33	0.00	270.00	250.00
Desv. estándar	270.73	11.55	81.44	0.00	144.22	95.39

*: 0.00 = < 3 NMP/100 ml

Los valores de coliformes totales, presentan diferencia estadística significativa ($F_c=11.90$; $GL=5$; $P=0.0335$), siendo mayor en las aguas del manantial Qayqu, y menor en las aguas del manantial Ch'íartita, se rechaza la hipótesis (Figura 6).

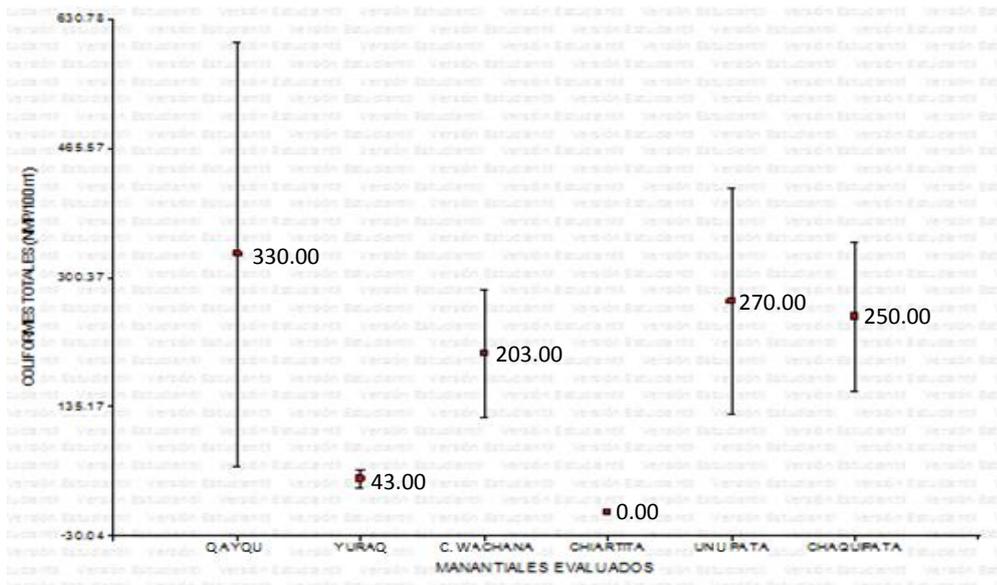


Figura 6. Valores de coliformes totales NMP/100ml en las agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, son superiores a las aguas de cinco manantiales procedentes del distrito de Jacas Chico (Huánuco) que presentó rangos de 0 a 67.50 NMP/100ml para coliformes totales (Abad, 2014), así mismo al reportado por (Vilca, 2011), que estimo un valores de 18.33 NMP/100ml para agua de consumo humano en Vilque. También son superiores al reportado por (Yanapa, 2012), que estimo un promedio de 30.83 NMP/100 ml para coliformes totales en muestras de agua potable en el distrito de Ilave. Los valores promedios del estudio son similares a lo investigado por (Chullunquia, 2005), quien obtuvo un rango de 23.00 a 240.00 NMP/ 100ml, para aguas procedentes de manantiales en el barrio Chejoña-Puno. Mientras que los resultados obtenidos fueron inferiores a las muestras procedentes de aguas de consumo humano del municipio de León con un promedio 400.00 NMP/100ml coliformes totales reportados por (Gonzales *et al.*, 2007). Como también a los valores promedios de 827.25 NMP/100 ml para coliformes totales, reportados por (Soto, 2013), en las aguas provenientes de pozo del mercado Bellavista.

Los límites permisibles de coliformes totales en aguas que pueden ser potabilizadas es de 50 NMP/100ml, los manantiales Qayqu, Cónдор Wachana, Unu Pata y Ch'akipata superan los valores estimados por los autores Abad (2014), Vilca (2011) y Yanapa (2012), mientras que las aguas procedentes de los manantiales Yuraq Uno, Cónдор Wachana y Ch'artita, son similares a los obtenidos por Chullunquia (2005), sin embargo los promedios obtenidos de los seis manantes en estudio se encuentran dentro del rango

reportados por los autores Gonzales *et al.*, (2007), Soto (2013). Por consiguiente de acuerdo con D.S.N° 015-2015-MINAM, para aguas de consumo doméstico, estas aguas pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional o con tratamiento avanzado según la norma técnica en comparación, de acuerdo a los resultado obtenidos son aguas contaminadas con presencia de microorganismo por lo que son de mala calidad.

4.1.2. Coliformes fecales.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedios de coliformes fecales: Qayqu 30.00 NMP/100ml, Ch'akipata 13.33 NMP/100ml, Cónдор Wachana 10.00 NMP/100ml, siendo mayor en el manantial de Qayqu y en los manantial Yuraq Unu, Ch'íartita y Unu Pata no se encontró muestras con coliformes fecales ver (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de coliformes fecales (NMP/100ml) del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° Muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cónдор Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'akipata
1	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
3	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00
Promedio	30.00	0.00	10.00	0.00	0.00	13.33
Desv. estandar	30.00	0.00	17.32	0.00	0.00	23.09

*: 0.00 = < 3 NMP/100 ml

Los valores de coliformes fecales del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa provincia de Melgar, no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=3.28$; $GL=5$; $P=0.2875$), siendo mayor en las aguas del manantial Qayqu, y menor en las aguas de los manantial Yuraq Unu, Ch'íartita y Unu Pata, se rechaza la hipótesis (Figura 7).

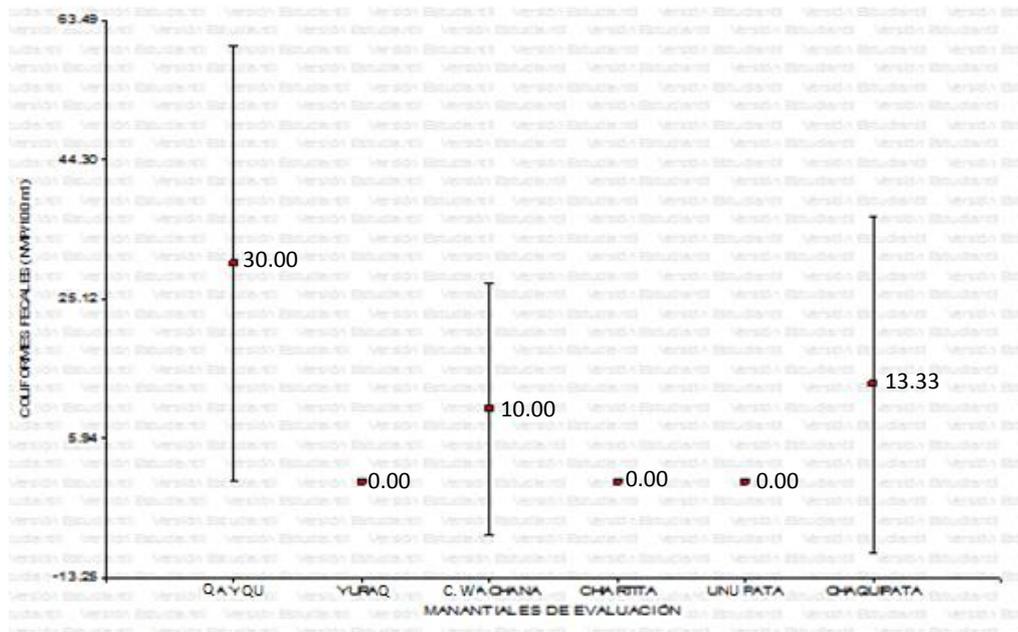


Figura 7. Valores de coliformes fecales NMP/100ml del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron superiores al rango de las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) indicados por (Abad, 2014), quien presentó valores de 0 a 18.75 NMP/100ml para coliformes fecales. Así mismo, (Vilca, 2011); reportó valores promedios de 6.76 NMP/100ml en muestras de agua de consumo humano en Vilque. Por otro lado (Yanapa, 2012), obtuvo resultados promedios de 1.38 NMP/100ml en muestras del estudio de la calidad bacteriológica del agua potable de Ilave. Los resultados obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas de cuatro manantiales para consumo humano del barrio de Chejoña que varían en rangos de 1.00 a 43.00 NMP/ 100ml coliformes fecales, (Chullunquia, 2005). Y fueron inferiores a las muestras de agua provenientes de manantiales de centro de investigación y producción Chucuito manifestados por (Laura & Meza, 2015), que oscilan entre 90.00 y 540.00 NMP/100ml. Como también a los resultados provenientes del agua de pozo en los mercados de Puno con promedio de 111.00 NMP/100 ml para coliformes fecales, (Soto, 2013).

Los límites permisibles de coliformes fecales en aguas que pueden ser potabilizadas es de 0 NMP/100ml, los resultados que se obtuvo en la investigación exceden a los reportados por los autores Abad (2014), Vilca (2011) y Yanapa (2012); puesto que los autores obtuvieron datos promedios inferiores a manantiales Qayqu, Cónдор Wachana y ch'akipata, por otro lado los manantiales Yurac Uno, Ch'artita, Uno Pata no muestran

presencia de coliformes fecales en sus aguas. Mientras que Chullunquia (2005) obtuvo promedio similares en su estudio calidad bacteriológica de cuarto manantiales. Por otro lado los autores Laura & Meza (2015) y Soto (2013) en sus estudios de calidad de agua de manantial centro de investigación y agua de pozo reportaron valores superior a los encontrados en nuestra investigación.

En consecuencia la presencia de coliformes fecales en los manantiales estudiados indica un alto riesgo que pueden causar enfermedades gastrointestinales. Se observó en el análisis de laboratorio que hay presencia de coliformes fecales específicamente dio positivo para microorganismos *Echericha coli* haciendo al agua no apta para el consumo. Basándonos en D.S.N° 015-2015-MINAM, para aguas de consumo, Estas aguas pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional o con tratamiento avanzado.

4.3 PARÁMETROS FÍSICO Y QUÍMICOS QUE PRESENTAN LAS AGUAS DE LOS SEIS MANANTIALES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE MELGAR REGIÓN DE PUNO.

4.3.1 Determinación de temperatura.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores de temperatura: Ch'íartita 10.37°C, Qayqu 10.34°C, Ch'ákipata 9.52°C, Unu Pata 9.65°C, Cóndor Wachana 9.30 y Yuraq Unu 8.70°C, siendo mayor en el manantial de Ch'íartita y menor en el manantial de Yuraq Unu, ver (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de temperatura (°C) del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° Muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'ákipata
1	11.30	9.80	9.50	11.30	9.60	9.55
2	10.11	8.50	10.65	9.80	10.45	10.20
3	9.60	7.80	7.75	10.00	8.90	8.80
Promedio	10.34	8.70	9.30	10.37	9.65	9.52
Desv. estandar	0.87	1.01	1.46	0.81	0.77	0.70

Los valores de temperatura del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=1.29$; $GL=5$; $P=0.3325$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'íartita, y menor en las aguas del manantial Yuraq Unu, se rechaza la hipótesis (Figura 8).

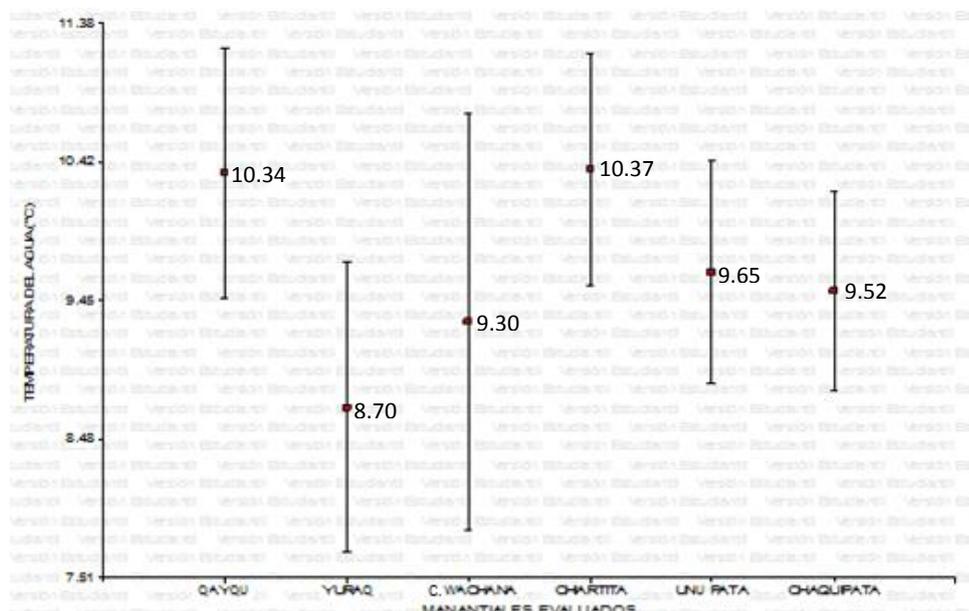


Figura 8. Valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados de temperatura obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) quien presentó promedios de 8.29 a 10.88 $^{\circ}\text{C}$ (Abad, 2014). Así mismo inferiores a las aguas procedentes para consumo humano de Vilque con promedio 15.14 $^{\circ}\text{C}$ (Vilca, 2011), así mismo (Quispe, 2010), reporta valores promedios de 19.8 $^{\circ}\text{C}$ en aguas de consumo humano de Aplao. Por otro lado (Zhen, 2009), obtuvo resultados promedio de 25 a 27 $^{\circ}\text{C}$ en aguas de consumo humano de la quebrada Victoria Curubande.

Los resultados fueron diferentes a los de Abad (2014), ya que el autor evaluó en distinta época y otra zona geográfica. Mientras que los autores Vilca (2011), Quispe (2010) y Zhen (2009), en sus estudios de calidad de agua de consumo humano reportaron valores superiores a los reportados en nuestra investigación.

Los límites permisibles para aguas de consumo humano son entre 4 a 15 $^{\circ}\text{C}$, los valores para temperatura no están normalizados por criterios de salud pública, debido a que tienen efectos insignificativos en la salud (Spellman, 2004), por lo que los valores obtenidos de seis manantiales se encuentran dentro de dicho rango por lo cual se les considera aptas para consumo humano.

4.3.2 Determinación de potencial de hidrogeniones (pH)

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de pH que oscilaron entre Yuraq Unu 7.94 pH, Cónдор Wachana 7.64 pH, Ch´akipata 7.48 pH, Ch´iartita 7.26 pH, Unu Pata 7.22 y Qayqu 7.08 pH, siendo mayor en el manantial de Yuraq Unu y menor en el manantial de Qayqu, ver (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de pH del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Nº muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cónдор Wachana	Ch´iartita	Unu Pata	Ch´akipata
1	7.19	7.73	7.39	7.3	7.09	7.61
2	7.54	8.39	7.89	7.26	7.28	7.41
3	6.5	7.71	7.65	7.22	7.28	7.43
Promedio	7.08	7.94	7.64	7.26	7.22	7.48
Desv. estandar	0.18	0.41	0.26	0.04	0.11	0.11

Los valores de pH del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=3.55$; $GL=5$; $P=0.0335$), siendo mayor en las aguas del manantial Yuraq Unu, y menor en las aguas del manantial Qayqu, se rechaza la hipótesis (Figura 9).

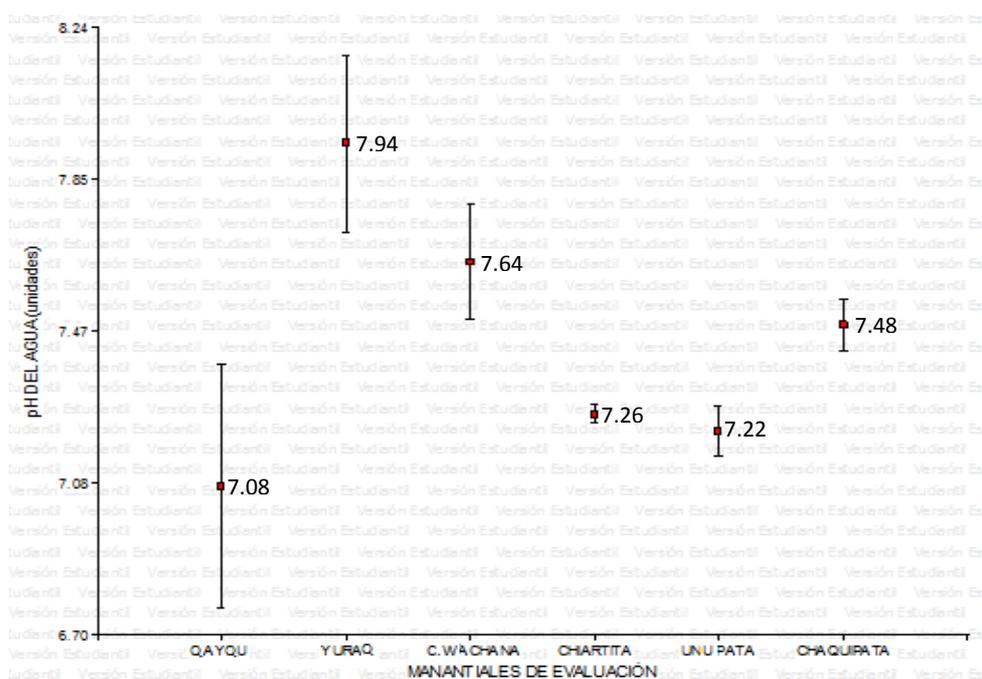


Figura 9. Valores de pH del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron superiores a las aguas procedentes para consumo humano de Vilque con promedios de 6.81 para pH (Vilca, 2011), Los resultados obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas procedentes para consumo humano del municipio León con promedios de 7.5 de pH (Gonzales *et al.*, 2007), así mismo se reportan valores de pH 7.54 a 8.14 en muestras de agua de cinco manantiales (Abad, 2014). Por otro lado (Oruna, 2010), obtuvo resultados de pH 6.24 a 8.80 en agua potable de Puno. Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a las aguas de consumo humano en Aplao Majes que indican un pH de 8.0 (Quispe, 2010).

Estos resultados fueron superiores a los de Vilca (2011), ya que el autor estudio en aguas de consumo humano, mientras que los autores Gonzales *et al.*, (2007), Abad (2014) y Oruna (2010), obtuvo promedio similares puesto que estudiaron calidad de aguas de consumo humano y aguas procedente de cinco manantiales. Por otro lado Quispe (2010), en su estudio de calidad de agua de consumo humano reporto valores superior a lo reportado en nuestra investigación.

Los límites permisibles para aguas de consumo humano son entre 6.5 a 8.5 de pH (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de pH en los seis manantiales se encuentran dentro de dicho rango de normalidad, por lo cual estas agua se pueden considerar como aptas para consumo humano.

4.3.3 Determinación de dureza total.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, se muestran los valores promedio de dureza total que oscilaron entre Ch'akipata 10.06 mg/l, Unu Pata 8.89 mg/l, Ch'íartita 8.17 mg/l, Yuraq Unu 6.68 mg/l, Qayqu 5.02 y Cóndor Wachana 4.34 mg/l, siendo mayor en el manantial de Ch'akipata y menor en el manantial de Cóndor Wachana, ver (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de la dureza total mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'akipata
1	9.00	12.78	8.45	30.46	33.8	45.17
2	30.69	55.46	30.79	90.11	108.56	138.43
3	42.6	81.09	20.75	90.44	109.12	136.75
Promedio	5.02	6.68	4.34	8.17	8.89	10.06
Desv. estandar	12.51	24.68	13.06	34.53	43.32	53.36

Los valores de dureza total del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=2.70$; $GL=5$; $P=0.0740$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'akipata, y menor en las aguas del manantial Cónдор Wachana, se rechaza la hipótesis (Figura 10).

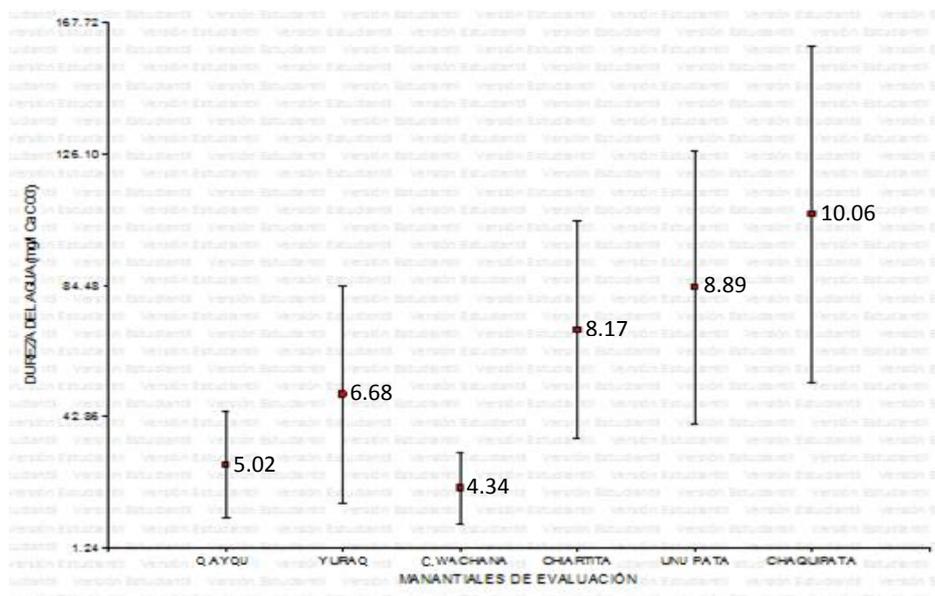


Figura 10. Valores de la dureza total mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) quien valores de 43.92 a 155.45 mg/l para dureza total (Abad, 2014). Mientras que en las aguas de consumo humano de Vilque reporto un promedio de 187.00 mg/l para dureza total (Vilca, 2011). De forma similar en aguas provenientes de manantiales Urcos reporta valores de 45.00 a 910.00 mg/l de dureza total (SUR, 1997). Por otro lado (Robles *et al.*, 2013), obtuvo promedio de 736.00 mg/l en muestras de agua acuífero Tepalcingo-Axochiapan. Además (Petro & Martinez, 2014), reportó en muestras de agua municipio de Turbaco Bolivar rango de 66.60 a 225.80 mg/l de dureza total.

Estos resultados fueron diferentes a lo mencionado por Abad (2014), Vilca (2011), SUR (1997), Robles *et al.*, (2013) y Petro & Martinez (2014), debido a que en sus respectivas investigaciones realizaron muestreo de aguas procedentes de manantiales para el primero mientras el resto en aguas para consumo humano, mientras que en esta investigación se evaluaron muestras de agua de los manantiales.

Los límites permisibles de dureza total para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 500 mg/l (MINAN, 2015), por lo que los

valores promedio de dureza total en los seis manantiales se encuentran por debajo de dicho valor referencial, por lo cual estas agua se pueden considerar como aptas para consumo humano.

4.3.4 Determinación de alcalinidad.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores de alcalinidad que oscilaron entre Ch'akipata 132.52 mg/l, Unu Pata 120.37 mg/l, Ch'artita 106.82 mg/l, Yuraq Unu 68.06 mg/l, Qayqu 61.06 y Cóndor Wachana 54.79 mg/l, siendo mayor en el manantial de Ch'akipata y menor en el manantial de Cóndor Wachana, ver (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de la alcalinidad mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch'artita	Unu Pata	Ch'akipata
1	57.20	59.70	39.20	80.00	90.90	96.60
2	80.79	80.22	65.71	120.33	135.56	150.32
3	45.20	65.7	32.47	120.12	134.65	150.65
Promedio	61.06	68.54	45.79	106.82	120.37	132.52
Desv. estandar	13.70	11.76	15.22	23.22	25.99	31.11

Los valores de alcalinidad del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=7.75$; $GL=5$; $P=0.0018$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'akipata, y menor en las aguas del manantial Cóndor Wachana, se rechaza la hipótesis (Figura 11).

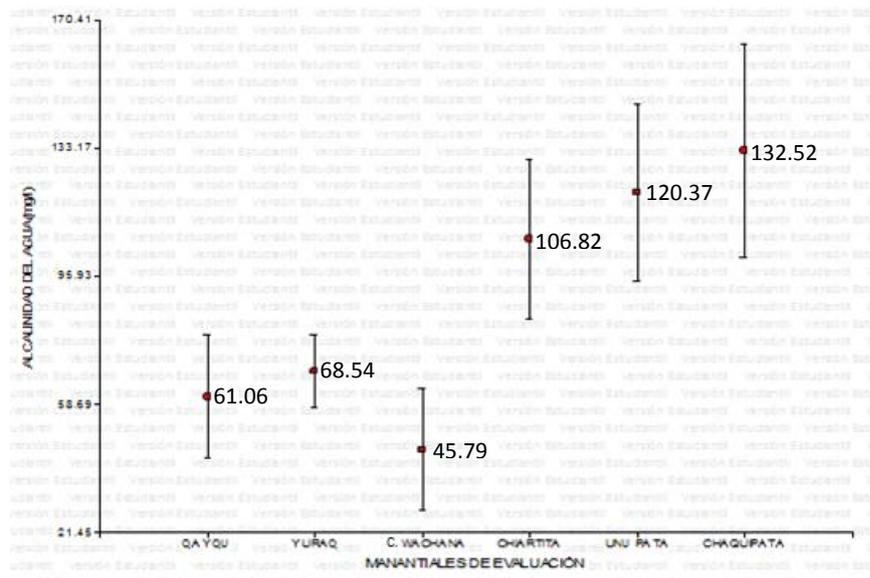


Figura 11. Valores de la alcalinidad mg/L del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron superiores a las aguas procedentes de consumo humano de Vilque quien presentó promedio de 61.18 mg/l de alcalinidad (Vilca, 2011). Mientras que en aguas de cinco manantiales procedentes del distrito de Jacas Chico (Huánuco) presentó valores de 0.0 a 0.11 mg/L (Abad, 2014), Los resultados obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas subterráneas procedentes de los municipios de la Paz con valores de 20.00 a 114.00 mg/l (Castillo *et al.*, 2009). Así mismo en muestras de aguas para consumo humano San Gerónimo Honduras se reportó valores de 67.33 a 115.00 mg/l (Mejía, 2005), Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a las aguas procedente para consumo humano Puno reportando por, (Oruna, 2010) que fue de 27.72 a 637.44 mg/l.

Estos resultados fueron diferentes a los de Abad (2014) y Vilca (2011), puesto que obtuvieron valores inferiores a lo reportado en nuestra investigación. Mientras que Castillo *et al.*, (2009) y Mejía (2005), obtuvieron promedios similares en sus estudios en muestras procedentes de aguas subterráneas y aguas de consumo humano. Por otro lado Oruna (2010), en su estudio de muestras procedente de agua para consumo humano reportó valores superior a los reportados en nuestra investigación.

Los límites permisibles de alcalinidad para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 120 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de alcalinidad de los manantiales Qayqu, Yuraq Unu, Cónдор Wachana

y Ch'íartita se encuentran por debajo del valor referencial mientras que los manantiales Unu Pata y Ch'ákipata superan el valor referencial.

4.3.5 Determinación de cloruros.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores de cloruros que oscilaron entre Ch'íartita 32.89 mg/l, Ch'ákipata 22.64 mg/l, Cónдор Wachana 18.96 mg/l, Unu Pata 17.52 mg/l, Yuraq Unu 10.70 y Qayqu 5.94 mg/l, siendo mayor en el manantial de Ch'íartita y menor en el manantial de Qayqu ver (Tabla 11).

Tabla 11. Valores del cloruro mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cónдор Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'ákipata
1	4.50	5.78	6.24	21.89	15.74	16.55
2	12.92	18.54	8.39	39.02	18.34	25.11
3	0.40	7.78	42.24	37.77	18.47	26.25
Promedio	5.94	10.70	18.96	32.89	17.52	22.64
Desv. estandar	6.38	6.86	20.19	9.55	1.54	5.30

Los valores de cloruros del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=9.49$; $GL=5$; $P=0.0910$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'íartita, y menor en las aguas del manantial Qayqu, se rechaza la hipótesis (Figura 12).

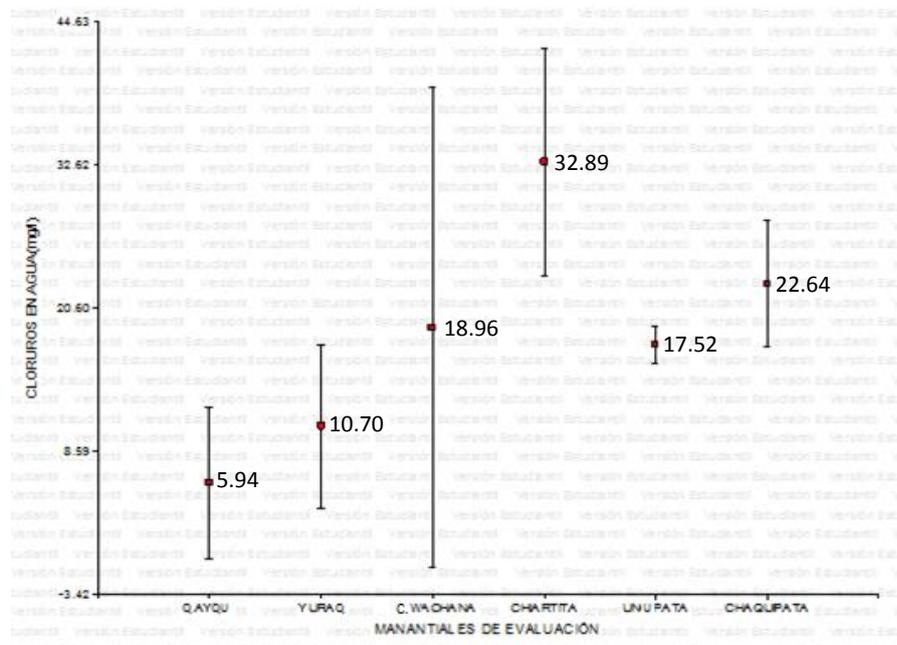


Figura 12. Valores del cloruro mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los valores obtenidos de los seis manantiales en estudio, fueron superiores a las aguas procedentes de consumo humano de Vilque mencionado por (Vilca, 2011) que reporto un valor 8.22 mg/l para cloruros. Mientras que en muestras de aguas procedentes de manantiales de municipio de Castellón se indica rangos de 8.90 a 12.30 mg/l (Piqueras, 2015). Los valores obtenidos de los manantes fueron similares a las aguas procedentes del distrito de Jacas Chico (Huánuco) que reporta valores de 27.80 a 33.10 mg/l (Abad, 2014). Y fueron inferiores a las aguas de consumo humano de Aplao Majes con promedio de 81.20 mg/l (Quispe, 2010). Como también a las aguas de consumo humano del municipio León que reporto un promedio de 358.00 mg/l (Gonzales *et al.*, 2007).

Estos resultados fueron diferentes a los de Vilca (2011) y Piqueras (2015), ya obtuvieron datos promedios inferiores en muestras procedentes de aguas para consumo humano y muestra de manantiales. Mientras que Abad (2014), obtuvo promedio similares en muestras procedente de manantiales a lo reportado en nuestro estudio. Por otro lado Quispe (2010) y Gonzales *et al.*, (2007), en muestras procedente de aguas de consumo humano reportaron valores superior a los reportado en nuestra investigación.

Los límites permisibles de cloruros para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 250 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de alcalinidad en los seis manantiales se encuentran por debajo de dicho

valor referencial, por lo cual a estas agua se pueden considerar como aptas para consumo humano.

4.3.6 Determinación de sulfatos.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores de sulfatos que oscilaron entre Ch´iartita 14.60 mg/l, 7.38 y Unu Pata 10.08 mg/l, Ch´akipata 9.45 mg/l, Yuraq Unu 5.25 mg/l, Qayqu 2.81 y C´ondor Wachana 1.91 mg/l, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch´iartita y menor promedio en el manantial de C´ondor Wachana, ver (Tabla 12).

Tabla 12. Valores de sulfatos mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	C´ondor Wachana	Ch´iartita	Unu Pata	Ch´akipata
1	2.00	2.89	1.92	9.84	6.98	6.11
2	5.39	8.98	2.15	16.84	12.29	10.43
3	1.05	3.87	1.67	17.13	10.98	11.81
Promedio	2.81	5.25	1.91	14.60	10.08	9.45
Desv. estandar	1.98	3.50	0.19	4.12	3.18	2.97

Los valores de sulfatos del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=8.66$; $GL=5$; $P=0.0011$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch´iartita, y menor en las aguas del manantial C´ondor Wachana, se rechaza la hip´otesis (Figura 13)

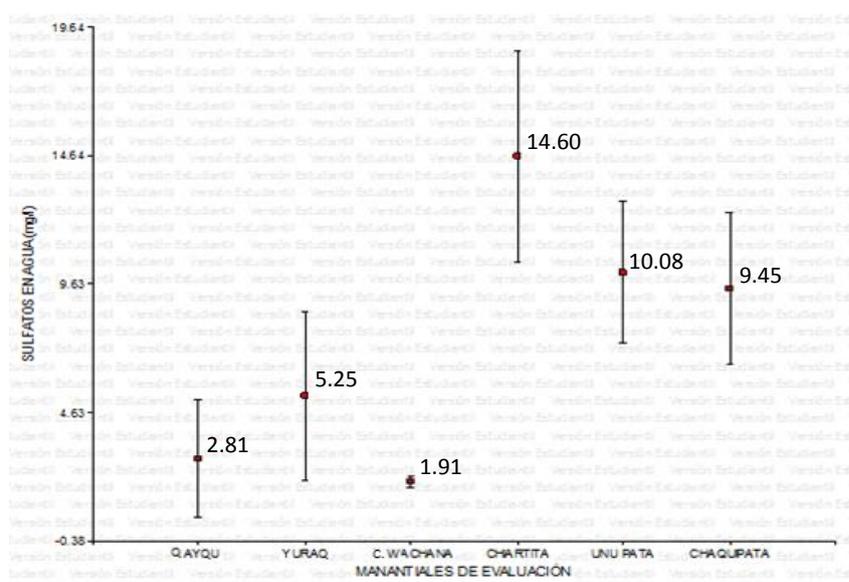


Figura 13. Valores de sulfato mg/l del agua de seis manantiales segun la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los valores obtenidos de los seis manantiales en estudio fueron inferiores a las aguas para consumo humano de Victoria Curubande que indican rangos de 67.00 a 107.00 mg/l para sulfatos (Zhen, 2009). Así mismo se reportan valores promedio de 401.60 mg/l en muestras de agua para consumo humano de Aplao Majes (Quispe, 2010). Como también las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) que presento rango de 14.33 a 69.88 mg/l (Abad, 2014). Se debe mencionar también las aguas de consumo humano del municipio de León con promedio de 358.00 mg/l (Gonzales *et al.*, 2007). Así mismo el agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan indica promedio de 740.00 mg/l para sulfatos (Robles *et al.*, 2013).

Estos resultados fueron diferentes a los de Zhen (2009), Quispe (2010), Abad (2014), Gonzales *et al.*, (2007) y Robles *et al.*, (2013), en muestras de agua procedente para consumo humano, manantial y acuífero reportaron valores superior a lo estudiado en nuestra investigación.

Los límites permisibles de sulfatos para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 250 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de sulfatos en los seis manantiales se encuentran por debajo de dicho valor referencial, por lo cual a estas agua se pueden considerar como aptas para consumo humano.

4.3.7 Determinación de calcio.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de calcio que oscilaron entre Ch´akipata 28.21 mg/l, Unu Pata 25.82 mg/l, Ch´iartita 21.01 mg/l, Yuraq Unu 4.60 mg/l, Cóndor Wachana 4.00 y Qayqu 2.50 mg/l, siendo mayor promedio en el manantial de Ch´akipata y menor en el manantial de Qayqu, ver (Tabla 13).

Tabla 13. Valores de calcio mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch´iartita	Unu Pata	Ch´akipata
1	1.58	1.91	2.55	6.71	5.92	6.21
2	4.92	10.11	5.89	28.11	35.92	40.21
3	1.00	1.91	3.57	28.22	35.61	38.21
Promedio	2.50	4.64	4.00	21.01	25.82	28.21
Desv. estandar	1.71	4.73	1.71	12.39	17.23	19.08

Los valores de calcio del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=11.90$; $GL=5$; $P=0.0360$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'akipata, y menor en las aguas del manantial Qayqu, se acepta la hipótesis (Figura 14).

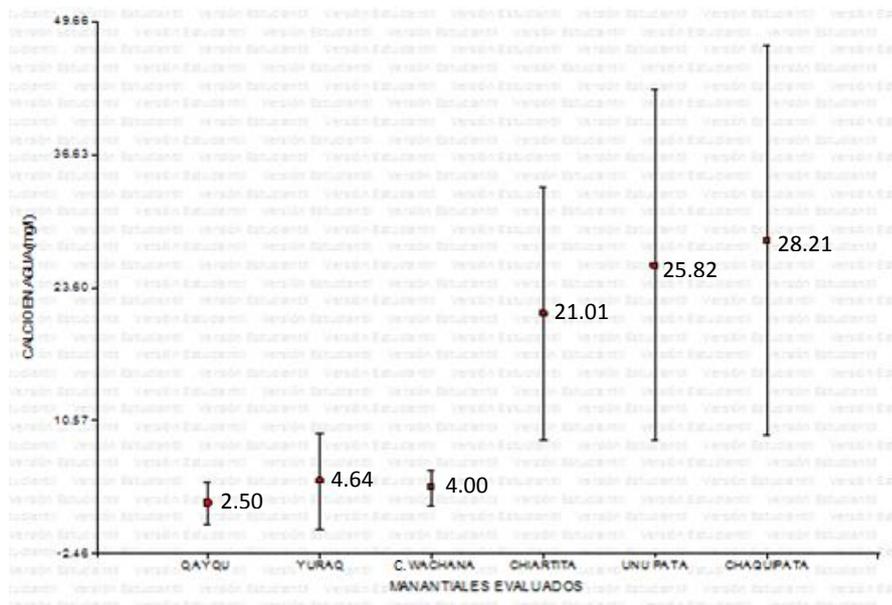


Figura 14. Valores de calcio mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas subterráneas procedentes de los municipios de la Paz que reportó rango de 24.00 mg/l para calcio (Castillo *et al.*, 2009). Y fueron inferiores a las aguas procedentes de los manantiales del municipio de Castellón que varían entre 133.90 a 148.90 mg/l (Piqueras, 2015).

Los resultados fueron similares a lo reportado por Castillo *et al.*, (2009), en muestras procedentes de aguas subterráneas. Por otro lado Piqueras (2015), en muestras procedentes de manantiales obtuvo valores superiores a lo reportado en nuestra investigación.

Los límites permisibles de calcio para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 0.40 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de calcio en los seis manantiales se encuentran superando dicho valor referencial, por lo cual a estas agua se pueden considerar como no aptas para consumo humano con respecto al parámetro de calcio.

4.3.8 Determinación de magnesio.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de magnesio que oscilaron entre Ch´akipata 6.85 mg/l, Uno Pata 6.00 mg/l, Cóndor Wachana 2.84 mg/l, Ch´iartita 2.80 mg/l, Yuraq Unu 2.73 y Qayqu 0.74 mg/l, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch´akipata y menor en el manantial de Qayqu, ver (Tabla 14).

Tabla 14. Valores de magnesio mg/L del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Nº muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch´iartita	Unu Pata	Ch´akipata
1	0.35	1.05	1.84	2.00	2.50	2.63
2	1.85	6.62	3.84	3.54	7.83	9.28
3	0.03	0.53	2.84	2.86	7.66	8.63
Promedio	0.74	2.73	2.84	2.80	6.00	6.85
Desv. estandar	0.97	3.38	1.00	0.77	3.03	3.67

Los valores de magnesio del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=9.23$; $GL=5$; $P=0.1001$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch´akipata, y menor en las aguas del manantial Qayqu, se acepta la hipótesis (Figura 15).

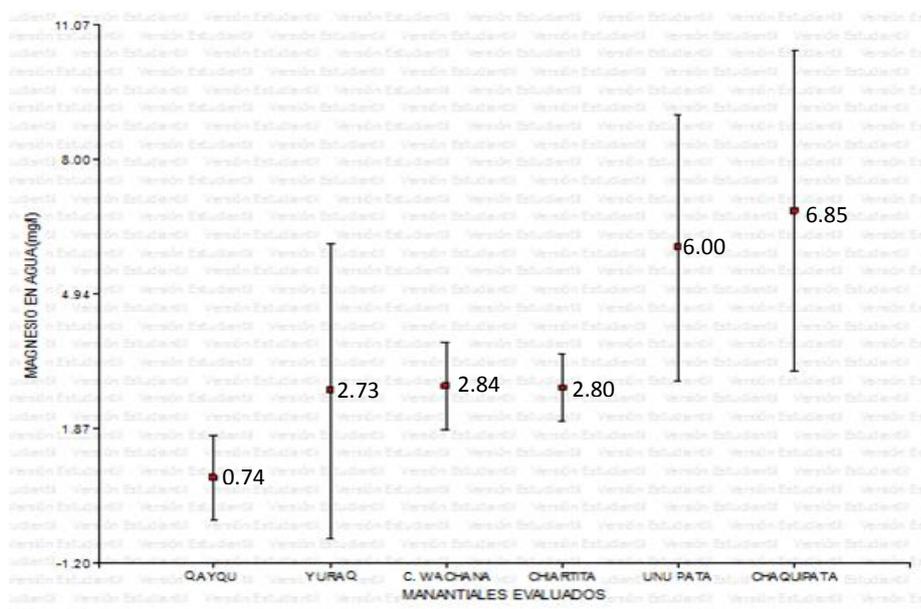


Figura 15. Valores de magnesio mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Kruskal Wallis, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los valores obtenidos de los seis manantiales en estudios fueron similares a las aguas subterráneas procedentes de los municipios de la Paz que varían entre 5.50 a 7.60 mg/l para magnesio (Zhen, 2009). Así mismo las aguas procedentes de los manantiales del municipio de Castellón indican rangos de 3.00 a 29.50 mg/l (Piqueras, 2015). Cabe señalar que (Castillo *et al.*, 2009), en muestras de agua subterráneas ubicadas en los municipios de la paz reporto un rango de 0 a 33.12 mg/l con respecto a la presencia de calcio.

Los resultados fueron similares a Zhen (2009), en muestras de aguas para consumo humano. Por otro lado Piqueras (2015) y Castillo *et al.*, (2009), en muestras procedentes de manantiales y aguas subterráneas reportaron valores superior a lo encontrado en nuestra investigación, debido a que en esta investigación se evaluaron también muestras de agua de manantiales pero en distinta época y zona geográfica diferente.

Los límites permisibles de magnesio para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 0.4 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de magnesio en los seis manantiales se encuentran superando dicho valor referencial, por lo cual a estas agua se pueden considerar como no aptas para consumo humano con respecto al parámetro de calcio

4.3.9 Determinación de sólidos disueltos totales (TSD).

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de solidos totales que oscilaron entre Ch´akipata 108.19 mg/l, Unu Pata 84.55 mg/l, Ch´iartita 62.76 mg/l, Yuraq Unu 32.90 mg/l, Cóndor Wachana 18.45 y Qayqu 15.83 mg/l, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch´akipata y menor en el manantial de Qayqu, ver (Tabla 15).

Tabla 15. Valores de sólidos totales mg/l del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Nº muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yurac Unu	Cóndor Wachana	Ch´iartita	Unu Pata	Ch´akipata
1	9.50	14.80	8.67	33.9	35.8	47.4
2	31.99	55.88	31	90.51	108.81	138.66
3	6.0	28.01	15.67	63.86	109.05	138.4
Promedio	15.83	32.90	18.45	62.76	84.55	108.19
Desv. estandar	13.12	23.71	12.80	32.82	42.22	52.65

Los valores de sólidos totales del agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, no hay diferencia estadísticamente pero aritméticamente si hay ($F_c=4.18$; $GL=5$; $P=0.0197$), siendo mayor en las aguas del manantial Ch'akipata, y menor en las aguas del manantial Qayqu, se rechaza la hipótesis (Figura 16).

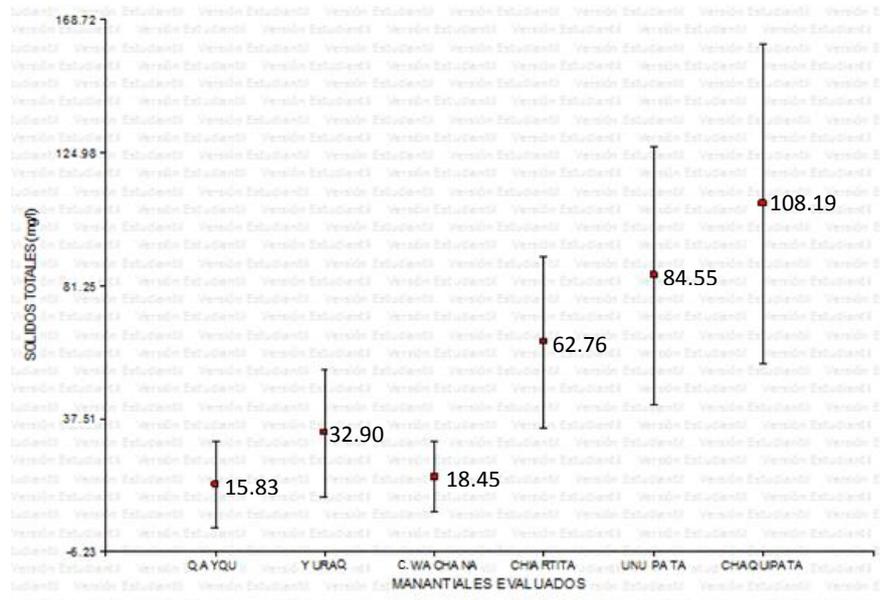


Figura 16. Valores de sólidos totales mg/l del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron similares a las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) que presentan valores entre 43.00 a 152.00 mg/l para sólidos totales (Abad, 2014). Habrá que decir también en muestras de agua de consumo humano de Vilque se encontró promedio de 85.93 mg/l de sólidos totales (Vilca, 2011). Por otro lado en muestras de agua para consumo humano según (Mejia, 2005), reportó un rango de 47.80 a 81.62 mg/l para sólidos totales. Hay que mencionar, además que en aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz se reportó promedios de 15.00 a 180.00 mg/l (Castillo *et al.*, 2009). Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a las aguas subterráneas procedentes de los municipios de la Paz que varían entre 213.00 a 268.00 mg/l (Zhen, 2009). De forma similar (Quispe, 2010), en muestras de agua de consumo humano Puno reporta valores promedio de 397.60 mg/l.

Estos resultados fueron similares a los de Abad (2014), Vilca (2011), Mejia (2005) y Castillo *et al.*, (2009), en muestras de agua procedentes de manantial, consumo humano y subterráneas que indican valores similares a los reportado en nuestro estudio. Por otro lado Quispe (2010) y Zhen (2009), en muestras procedentes aguas para consumo humano

reportaron valores superiores a nuestra investigación, debido a que en esta investigación se evaluaron muestras de agua de los manantiales.

Los límites permisibles de sólidos disueltos totales para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 1000 mg/l (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de sólidos disueltos totales en los seis manantiales se encuentran por debajo de dicho valor referencial, por lo cual a estas agua se pueden considerar como aptas para consumo humano.

4.3.10 Determinación de la turbidez.

Los manantiales del distrito de Santa Rosa de la provincia de Melgar, presentaron los siguientes valores promedio de turbidez que oscilaron entre Ch'íartita 7.67 UNT, Yuraq Unu 7.00 UNT, Ch'ákipata 6.00 UNT, Cóndor Wachana 5.67 UNT, Qayqu 5.67 y Unu Pata 3.83 UNT, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch'íartita y menor en el manantial de Qayqu, ver (Tabla 16).

Tabla 16. Valores de turbidez UNT del agua de seis manantiales evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

N° muestra	Manantiales evaluados					
	Qayqu	Yuraq Unu	Cóndor Wachana	Ch'íartita	Unu Pata	Ch'ákipata
1	5.00	8.00	5.00	9.00	3.00	6.00
2	7.00	7.00	6.00	7.00	4.50	6.00
3	5.00	6.00	6.00	7.00	4.00	6.00
Promedio	5.67	7.00	5.67	7.67	3.83	6.00
Desv. estandar	1.32	0.76	0.50	1.15	0.76	0.00

Los valores de turbidez agua de seis manantiales de la provincia de Melgar, presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=6.83$; $GL=5$; $P=0.0031$), siendo mayor en las aguas del manantial ch'íartita, y menor en las aguas del manantial Unu Pata, se acepta la hipótesis (Figura 17).

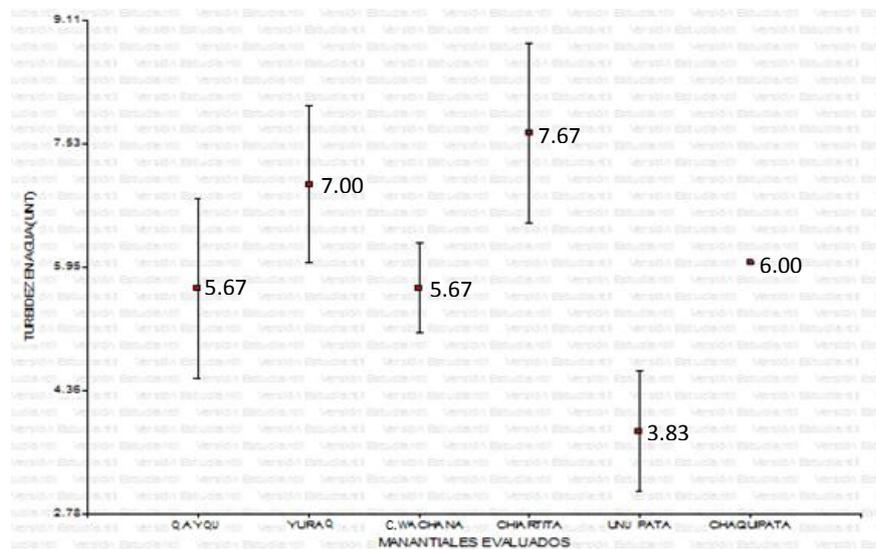


Figura 17. Valores de turbidez UNT del agua de seis manantiales según la prueba de Tukey, evaluados en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

Los valores obtenidos de los seis manantiales en estudio fueron superiores a las aguas procedentes de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico (Huánuco) que varía entre 0.07 a 0.76 UNT para la turbidez (Abad, 2014). Así mismo se reportan rangos de 0.09 a 1.79 UNT turbidez según (Petro & Wees, 2014). Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a los mencionados en aguas provenientes de manantiales de Urcos indicados (SUR, 1997), quien reporto valores de 0.3 a 38.7 UNT de turbidez. Habría que decir también del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria Curubande que oscila entre 3.52 a 31.50 UNT (Zhen, 2009). Por otro lado la turbidez en muestras de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz según (Castillo *et al.*, 2009), fue de 0 a 23.3 UNT.

Estos resultados fueron diferentes de los reportados por Abad (2014) y Petro & Wees (2014), en muestras de agua procedentes de manantiales y consumo humano obtuvieron datos promedios inferiores a los reportados en nuestra investigación de manantiales. Por otro lado Zhen (2009) y Castillo *et al.*, (2009), en sus estudios de muestras de agua procedentes para consumo humano y aguas subterráneas reportaron valores superior a lo encontrado en nuestra investigación, debido a que en esta investigación se evaluaron muestras de agua procedentes de ojos de agua.

Los límites permisibles de turbidez para aguas de consumo humano que pueden ser potabilizadas de manera convencionales de 5 UNT (MINAM, 2015), por lo que los valores promedio de turbidez en cinco manantiales se encuentran superando dicho valor

referencial, y solo en el manantial Unu Pata se obtuvo un rango inferior a la referencial; por lo cual a esta agua se puede considerar como no apta para consumo humano.

4.3.11 PLAN DE ACCIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA

A continuación se listan las principales acciones de mejora para la calidad bacteriológica y físico de los manantiales del distrito de Santa Rosa.

- Según las entrevistas realizadas a los pobladores, en su mayoría, opinan que hay debilidad en las organizaciones lo que impide que se realice una operación y mantenimiento adecuado de las fuentes de agua, por lo que sería conveniente, fortalecer las unidades de gestión de estos sistemas en coordinación con el gobiernos locales del distrito de Santa Rosa, mediante mecanismos de participación en reuniones con las autoridades locales.
- Establecer normas y reglamentos para asegurar disponibilidad de recursos hídrico para su conservación y posterior uso.
- El personal profesional técnico, administrativo y juntas administrativas de servicios de saneamiento básico, deberá recibir capacitación permanente sobre cómo mantener, afrontar la calidad bacteriológica y físico química de los manantes del distrito de Santa Rosa.
- Construir cercos en los alrededores de las fuentes de agua y su captación, de tal manera evitar el acceso libre a los pobladores y a los animales que pastorean por las zonas aledañas (figura 18).



Figura 18. Manantiales evaluados a. Qayqu, b. Yuraq Unu, c. Cóndor Wachana, d. Ch'íartita, e. Unu Pata, f. Ch'ákipata, en el distrito de Santa Rosa (provincia Melgar), durante enero a junio 2017.

V. CONCLUSIONES

1. los manantes Qayqu, Cóndor Wachana y Ch'akipata. Presentan contenido bacteriano que exceden los límites permisibles 50NMP/100ml por lo se les considera aguas de mala calidad. En las aguas del manante Uno pata, Yuraq Uno y Ch'artita no se reportó < 3 NMP/100 ml ningún tipo de bacterias indicadoras de contaminación por lo tanto son aguas de buena calidad.
2. Los valores de Coliformes totales fue mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con < 3 NMP/100 ml cuyos valores determinados sobrepasan los límites permisible por lo que estas aguas no son aptas para el consumo humano.
3. Los parámetros físico-químicos: temperatura varía de 8.70 a 10.34 °C, el pH en un rango 7.08 a 7.94 unidades. Mientras que para lo químico: la dureza total fue 4.34 a 10.06 mg/l, alcalinidad 45.79 a 132.52 mg/l, para cloruros variaron de 5.94 a 32.89 mg/l, sulfatos en un rango de 1.91 a 14.60 mg/l, solidos disueltos totales fue de 15.83 a 108.19 mg/l, estos se encuentran dentro de los valores referenciales, para calcio un promedios de 2.50 a 28.21 mg/l, magnesio variaron de 0.74 a 6.85 mg/l y turbidez total fue 3.83 a 7.00 UNT superando el valor referencial. Se observó debilidad de las organizaciones en el manejo del agua y conservación de los manantiales.

VI. RECOMENDACIONES

1. Hacer un tratamiento previo antes de consumir el agua proveniente de los manantiales para evitar enfermedades gastrointestinales.
2. Realizar un cercado de los seis manantiales para garantizar la calidad bacteriológica y conservación de los manantes para darlos un uso adecuado y sirva para la población del Distrito de Santa Rosa- Melgar.
3. Para mejorar la calidad fisicoquímica del agua de los seis manantiales, se debe realizar un sistema de filtración y aireación empleando materiales inertes presentes en las zonas para su estabilización e impermeabilización para cada manantial. sirvan para que se creen los mecanismos de monitoreo, control y aprovechamiento de los manantiales se implemente sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y riego, sin que esta sea un riesgo de salud para la población.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Abad Ortiz, A. (2014). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico provincia de Yarrowilca, región Huancayo. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano., (pág. 72). Puno-Peru.
- Abarca, S., & Mora, B. (2007). Contaminación del agua. *Biocenosis*, 20(137-139).
- Allaert Vandevenne, C., & Escolá Ribes, M. (2002). Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos (primera ed.). (J. B.-A. 28006, Ed.) Madrid-España: Díaz de Santos.
- Alvarez, A. (1991). Salud Pública y medicina preventiva (primera ed.). Mexico: Manual moderno.
- APHA- AWWA-WPCF. (2000). Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual (17ava 1147 ed.). Madrid-España: Diaz de Santos.
- Asano, T., & Levine, D. (1998). Wasterwater reclamation, recycling and reuse: an introduction In *wast. Technomic Publishing. Lancaster*, 1(1528).
- Belizario, S. (2002). Informe de practicas pre-profesionales. Estación Experimental Illpa-Puno. laboratorio de analisis de suelos y aguas., (pág. 110). Puno.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, M., Palao, B., & Velázquez, O. (2009). Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos (segunda ed.). (UNAM, Ed.) México: Facultad de química.
- Campos Gómez, I. (2003). Saneamiento Ambiental (Primera edición ed.). Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Campos, C., Cárdenas, M., & Guerrero, A. (2002). Conportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogota. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales .Universidad Javeriana Bogota Colombia. Bogota.
- Campos, I. (2000). Saneamiento Ambiental. San José: Universidad Estatal a Distancia 1 ed.
- Carranza, C. (2001). Medio ambiente. Problemas y soluciones (primera ed.). Lima_Perú:

Universidad Nacional del callao.

- Carrillo, E., & lozano, A. (2008). Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult. Trabajo de grado para optar el título de Microbiología industrial Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana., (pág. 82). Bogota _Colombia.
- Carrillo, M., & Salinas, A. (1988). Manual de laboratorio de análisis químico cuantitativo. Universidad Santa María.
- Castillo Sarabia, A., Osorio Bayter, Y. Y., & Vence Marquez, L. P. (2009). evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la paz y San Diego César. Tesis para optar al título de Microbiología, Universidad popular del Cesar, Facultad de Ciencias de la salud programa de microbiología Enfoque Agroindustrial Valledupar.
- Chemical Company, N., & Kemmer, F. (2005). Manual del Agua su naturaleza, tratamiento y aplicaciones tomo I (primera ed.). México: McGraw-Hill/interamericana de México.
- Chullunquia, B. (2005). Contenido Bacteriológico en Aguas Provenientes de cuatro Manantiales para consumo humano del Barrio Santiago de Chejoña, Puno. Para optar el Título de Licenciado en Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Crites, R., & Tchoganoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Bogota-Colombia: Mc Graw.
- DIGESA. (2010). Dirección General de Salud Ambiental. Decreto supremo N° 031-2010 S.A, pág. 10.
- DIGESA. (noviembre de 2015). Dirección General de Salud Ambiental. Decreto supremo N° 055-2015(36).
- Doria, C., Daza, A., Delique, H., Lopez, A., & Serna, J. (2008). Caracterización físico química y microbiológica de las aguas de reservorios en los resguardos indígenas localizados en la zona de influencia del complejo carbonífero Cerrejón. Documento de investigación G. L. territorios semiaridos del caribe y fundación Cerrejón para el agua en la Guarija.
- García, M. (2013). Protocolo para la determinación de amonio. Universidad de Guajira

Colombia. Colombia.

- García, R., Carmen, M., & Veguillas, D. (2003). Calidad de agua de fuentes de manantial en la Zona basica de salud Shiguenza. Madrid.
- Gil, E. (2010). Analisis microbiologico y quimico de las aguas y técnicas de muestreo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, (pág. 70). Trujillo-Perú.
- Gonzáles Leal, G. (2012). Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones (primera ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria Jario Garavito.
- Gonzales, M., Aguirre, J., Saugar, G., Alvarez, G., & Palacios, K. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León. Universidad de Nicaragua, 1(7-13).
- Jiménez, B. (2002). La Contaminación Ambiental en México. México: Limusa 925p.
- Jimeno, E. (1998). Análisis de aguas y desagues Universidad Nacional de Ingenieria (primera 284 ed.). (B. d. libros, Ed.) Lima: W. H.
- Laura Chauca, E., & Meza Romualdo, R. (2015). Calidad Bacteriologica de los mananales del centro de invesigacion y produccion de chucuito (CIPCH)UNA. Informe final de investigación Universidad Nacional del Altiplano Puno, (pág. 38). puno.
- Laura, E. (2009). Control de calidad de los alimentos (74 ed.). (U. N. Altiplano, Ed.) Puno: Universitaria.
- Marchand, P. (2002). Microorganismo indicadores de la calidad de agua de consumo en Lima Metropolitana. tesis para optar el titulo profesional de Biólogo. Universidad San Marcos, (pág. 71). Lima-Perú.
- Marín, B., Martín, L., Garay, J., Troncoso, W., Betancourt, J., Gómez, M., y otros. (2003). Sistema de Indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia-SISCAM. Tecnico final, INVEMAR, Colombia.
- Mejia Clara, M. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria en la microcuenca el limón san jerónimo Honduras. Tesis sometida a consideracion de la Escuela de Postgrado, Programa de Educacion para el

Desarrollo y la Conservacion del Centro Agronómico Tropical de Investigacion y Enseñanza para optar el grado de Magister Scientiae. Costa Rica.

Mendoza, C. (2011). Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca. Para optar el Título de Licenciado en Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, (pág. 88). Puno.

MINAM. (2015). Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N° 015-2015. El Peruano.

MINSA Ministerio de salud. (2012). Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. D. S. N° 031- 2010-SA/ Direccion General de Salud.

Miranda, N. (2000). Tecnologia de aguas y control de calidad (primera 153 ed.). Puno: Univerisdad Nacional del Altiplano.

Nicolet, J. (2003). Compendio de bacteriología médica. España: Acribia S. A.

OMS. (2014). Organizacion mundial de la Salud de Agua Potable.: [www. google.com](http://www.google.com)

Ordoñez, J. (2011). Aguas subterráneas Acuíferos. Carilla Técnica. Lima-Peru: Por Sociedad Geográfica de Lima.

Oruna, N. (2010). Calidad microbiológica y los principales parámetros fisico-quimicos del agua potable de la Ciudad de Puno. Tesis para optar el titulo profesional de Licenciado en Biologia. Facultad de Ciencias Biologicas, Univeridad Nacional del Altiplano. Puno.

Paez, L. (2008). Validación secundaria del método de filtración por membrana para la detección de coliformes totales y Escherichia coli en muestras de agua para consumo humano analizadas en el laboratorio de salud pública del Huila. Trabajo de grado Microbiologia Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

Pascual Anderson, M. d., & Calderón, V. (2000). Microbiología Alimentaria Metodología analítica para alimentos y bebidas (segunda ed.). Madrid-España: Díaz de Santos S.A.

Petro Niebles, A. K., & Wees Martinez, T. (2014). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco Bolivar, caribe Colombiano. Universidad tecnológica de bolivar facultad de ingenieria programa de ingenieria

ambiental Cartagena de Indias. Colombia.

- Piqueras Urban, V. (2015). calidad físico química del agua en los manantiales de los términos municipales de benafer, caudiel y viver (castellón). Universidad Politécnica de Valencia Ingeniería Agronomica del Medio Natural. Valencia.
- Prieto, J. (2004). El agua sus formas efectos abastecimiento, usos, daños, control y conservacion (D.C 275 ed.). Bogota: Eco Ediciones.
- Quispe Humpiri, R. (2010).). Componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en aguas de consumo humano de la ciudad de aplao, Valle de Majes. Arequipa. Para optar el Título de Licenciado en Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, (pág. 80). Puno.
- Robles, E., Ramírez, E., Durán, Á., & Martínez, M. (2013). calidad bacteriologica y fisicoquímica del agua del acuífero tepalcingo-axochiapan, morelos, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, (págs. 19-28). México.
- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) Lima Perú.
- Roldan, A. (2006). Determinacion de la calidad fisico quimica y bacteriologica del agua para consumo humano que se distribuye a la poblacion del municipio de guazacapán Santa Rosa. Tesis en química bióloga Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Romero Rojas, J. A. (2006). Calidad del Agua (segunda ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas (primera ed.). Cartagena de Indias-Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumend. net.
- Severiche, C., & Gonzales, H. (2012). Evaluacion analitica para la determinacion de sulfatos en agua por método turbidimétrico modificado. Colombia: USBmed.
- Shekhar , N., Singh, C., & Laxman, N. (2007). Medicinal smoke reduces airborne bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 3(446-451).

- Sierra Ramirez, C. A. (2011). Calidad del agua, evaluacion y diagnostico (primera ed.). (L. D. López Escobar, Ed.) Colombia: Universidad de Medellín.
- Soto Romero, Y. (2013). Calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno. Tesis para optar el Título de Lic. En Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno.
- Spellman, J. (2007). Manual de agua potable (XII ed.). Acribia.
- SUR, I. (1997). Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental. Dirección Regional de Salud Madre de Dios. Madre de Dios-Peru.
- Tortora Gberdell, R. (2007). Intrudccion a la microbiologia (Novena ed.). Buenos Aires-Argentina: Medica Panamericana.
- Vargas, L. (2008). Tratamiento de aguas de consumo Humano. (2 ed.). (Vargas, Ed.) Lima-Peru: Univerisdad Nacional del Callao.
- Vilca, K. (2011). Calidad bacteriologica y fisico quimica del agua de consumo humano en la localidad de Vilque. Tesis para optar el titulo profesional de Licenciado en Biologia. Facultad de Ciencias Biologicas, Univeridad Nacional del Altiplano. Puno-Peru.
- Yanapa, J. (2012). Calidad organoléptica, físico – química y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave. Tesis para optar el Título de Lic. En Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, (pág. 70). Puno.
- Zhen Wu, B. Y. (2009). Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada victoria Curubande, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008. Tesis sometido a la consideración del tribunal Examinador del Programa de Maestría en Manejo de recursos naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales para optar al grado de Magister Scientiae en manejo de recursos naturales. Costo Rica.

ANEXOS



a. Qayqu.



b. Yuraq Unu.



c. Cónдор Wachana.



d. Ch'íartita.



e. Unu Pata.



f. Ch'ákipata.

Figura 19. Resultado de tubos positivos para coliformes en (caldo lactosado), de los seis manantiales a. Qayqu, b. Yuraq Unu, c. Cónдор Wachana, d. Ch'íartita, e. Unu Pata, f. Ch'ákipata, en el laboratorio de microbiología (Biología), UNA puno durante enero a junio 2017.

Tabla 17. Número más probable (NMP) con límite de confianza al 95% cuando se utilizan tres alícuotas de 10 ml, tres de 1ml, y otras tres de 0,1 ml, (Laura, 2009).

Usando tres tubos sembrados cada uno con 10, 1.0 y 0.1 ml de muestra

Tubos positivos			NMP	Tubos positivos			NMP
10 ml	1.0 ml	0.1ml		10ml	1.0 ml	0.1ml	
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6	2	1	1	20
0	1	2	9	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6	2	2	0	21
0	2	1	9	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
1	3	2	16	2	3	2	44
1	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	4	3	0	0	23
1	0	1	7	3	0	1	29
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	1100*
2	0	0	9				

Tabla 18. Estándares de calidad para D.S. N° 031-2010-S.A., MINAM 2008-2011**AGUA POTABLE**

Parámetros microbiológicos	límite máximo permisible
Bacterias heterótrofas (SPC)	500 ufc/ml
Coliformes totales	0 NMP/100ml
Coliformes fecales (<i>E. coli</i>)	0 NMP/100ml

AGUAS SUPERFICIALES (manantial)

Parámetros microbiológicos	Cat A-1	Cat A-2
Coliformes termotolerantes	0 NMP/100ml	2000
Coliformes totales	50 NMP/100ml	3000
Coliformes fecales (<i>E. coli</i>)	0 NMP/100ml	0

AGUAS PROFUNDAS (pozo)

Parámetros microbiológicos	Cat A-1	Cat A-2
Coliformes termotolerantes	0 NMP/100ml	2000
Coliformes totales	50 NMP/100ml	3000
Coliformes fecales (<i>E. coli</i>)	0 NMP/100ml	0

Categoría A-1 : para tratamiento convencional

Categoría A-2 : para tratamiento con desinfección

BACTERIAS INDICADORAS DE CALIDAD DE AGUA

Coliformes Totales:

Escherichia coli

Enterobacter

Klebsiella

Citrobacter

Serratia

Edwarsiella

Coliformes Fecales:

escherichia coli

Los géneros corresponden a la familia de Enterobacterias.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

I. DATOS GENERALES:

Solicitante : Br. Deybi AD. Quispe C.
Muestra : Agua de Mamantial
Procedencia :
Tipo de Análisis : Bacteriológico
Métodos de Análisis : Bacteriológico, Indicadores de Contaminación



II. RESULTADOS:

N°	Coliformes totales NBMP/100 ml			Coliformes fecales NMP/100 ml		
	REPETICIONES					
	1°	2°	3°	1°	2°	3
1	640	140	210	60	0	30
2	50	50	30	0	0	0
3	260	110	240	0	30	0
4	0	0	0	0	0	0
5	430	230	150	0	0	0
6	360	200	190	0	0	40

III. INTERPRETACIÓN:

Las muestras de agua de manantial 1, 3, y 6 analizados, presentan contenido bacteriano de Coliformes totales y fecales que excede los límites permisibles para aguas superficiales (Manantial), por consiguiente existe contaminación de origen fecal.

La muestra de agua 2 presentó carga bacteriana de Coliformes totales dentro del límite permisibles, no se reportó coliformes fecales (*E. coli*) Por lo que se califica como agua de BUENA CALIDAD.

En la muestra 4 no se determinó ningún tipo de bacterias indicadoras de contaminación, por tanto se les califica como agua de muy Buena calidad.

Las muestras 4 y 5, el análisis bacteriológico determinó elevada carga de coliformes totales, por encima de lo permisible, estableciéndose como aguas contaminadas por origen fecal.

Los análisis bacteriológicos, se realizaron en concordancia a las metodologías de APHA (American public health association 19 Th) CEPIS (Centro Panamericano de ingeniería sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Perú 2008) Standares nacionales de calidad de aguas DS. N° 031-2010-SA. MINAM 2011.





Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0051

Certificado de Análisis

L.Q. - 2017

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL – KAYKO/M-01
PROCEDENCIA : Lugar Kayko, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno.
INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama.
MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar".
MUESTREO : 10/04/2017, por el interesado
ANÁLISIS : 10/04/2017
COD, MUESTRA: B - 2065/01

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7,54

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	: 30,69 mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	: 80,79 mg/L
Cloruros como Cl ⁻	: 12,92 mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	: 5,39 mg/L
Nitratos como NO ₃ ⁻	: NEGATIVO
Calcio como Ca ⁺⁺	: 4,92 mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	: 1,85 mg/L
Sólidos totales	: 31,99 mg/L
Turbidez	: 7 NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características físico-químicas Son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: **ES APTO** para el consumo humano.

Puno, C.U., 12 de abril de 2017.

vºBº



M. Sc. Edith Tello Palma
 M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.



Mg. M.Sc. Maria Rodriguez Melo
 Mg. M.Sc. Maria Rodriguez Melo
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



L.Q - 2017 N° 0052

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL - YURACUNO/M-02
PROCEDENCIA : Lugar Yuracuno, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno.
INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama.
MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar".
MUESTREO : 10/04/2017, por el interesado
ANÁLISIS : 10/04/2017
COD, MUESTRA: B - 2065/02

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 8,39

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO_3	: 55,46 mg/L
Alcalinidad como CaCO_3	: 80,22 mg/L
Cloruros como Cl^-	: 18,54 mg/L
Sulfatos como SO_4^{2-}	: 8,98 mg/L
Nitratos como NO_3^-	: NEGATIVO
Calcio como Ca^{++}	: 10,11 mg/L
Magnesio como Mg^{++}	: 6,62 mg/L
Sólidos totales	: 55,88 mg/L
Turbidez	: 7 NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características físico-químicas Son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano,
 Puno, C.U., 12 de abril de 2017.
 vºBº



[Signature]
 M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.



[Signature]
 Ing. MSc. Mario Pedriquez Melo
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA-PUNO

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 0053

L.Q - 2017

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL –
 CONDORHUACHANA /M-03

PROCEDENCIA : Lugar Condorhuachana, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno.

INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama.

MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar".

MUESTREO : 10/04/2017, por el interesado

ANÁLISIS : 10/04/2017

COD, MUESTRA: B - 2065/03

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7,89

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	: 30,79 mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	: 65,71 mg/L
Cloruros como Cl ⁻	: 8,39 mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	: 2,15 mg/L
Nitratos como NO ₃ ⁻	: NEGATIVO
Calcio como Ca ⁺⁺	: 5,89 mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	: 3,84 mg/L
Sólidos totales	: 31,00 mg/L
Turbidez	: 6 NTU

INTERPRETACIÓN

- 1,- Las características físico-químicas Son normales.
- 2,- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U., 12 de abril de 2017.

vºBº



[Signature]
 Ds. M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.



[Signature]
 M. Sc. María Rocío Torres Melo
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 - 352992.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0054

L.Q - 2017

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL – CHIARTITA/M-04
PROCEDENCIA : Lugar Chiantita, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno.
INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama.
MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar".
MUESTREO : 10/04/2017, por el interesado.
ANÁLISIS : 10/04/2017
COD, MUESTRA: B - 2065/04

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
 COLOR : Incoloro
 OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7,26

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	:	90,11	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	:	120,33	mg/L
Cloruros como Cl ⁻	:	39,02	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	:	16,84	mg/L
Nitratos como NO ₃ ⁻	:	NEGATIVO	
Calcio como Ca ⁺⁺	:	28,11	mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	:	3,54	mg/L
Sólidos totales	:	90,51	mg/L
Turbidez	:	7	NTU

INTERPRETACIÓN

- Las características físico-químicas Son normales.
- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U., 12 de abril de 2017.

vºgº



[Signature]
 Ing. M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.



[Signature]
 Ing. M.Sc. Maria Robinson Melo
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0004

Certificado de Análisis

L.Q - 2017

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL - UNOPATA/M-05
PROCEDENCIA : Lugar Escuela Pampa, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno
INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama
MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar"
MUESTREO : 15/01/2017, por el interesado
ANÁLISIS : 16/01/2017
COD. MUESTRA: B - 1943/05

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO + QUÍMICAS

pH : 7.09

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	:	33.80	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	:	90.90	mg/L
Cloruros como Cl ⁻	:	15.74	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	:	6.98	mg/L
Nitratos como NO ₃	:	NEGATIVO	
Calcio como Ca ⁺⁺	:	5.92	mg/L
Magnesio como Mg ^{**}	:	2.50	mg/L
Sólidos totales	:	35.80	mg/L
Turbidez	:	3	NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características físico-químicas Son normales
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 25 de enero de 2017.

VºBº



Edith Tello Palma
 M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



L.Q - 2017 N°0005

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: MANANTIAL-CHAQUIPATA/M-06
PROCEDENCIA : Lugar Iromocco, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar - Puno
INTERESADO : Bach. Deybi Adderly Quispe Ccama
MOTIVO : Ejecución de Tesis: "Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar"
MUESTREO : 15/01/2017, por el interesado
ANÁLISIS : 16/01/2017
COD. MUESTRA: B - 1943/06

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7.61

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	: 45.17 mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	: 96.60 mg/L
Cloruros como Cl ⁻	: 16.55 mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	: 6.11 mg/L
Nitratos como NO ₃	: NEGATIVO
Calcio como Ca ⁺⁺	: 6.21 mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	: 2.63 mg/L
Sólidos totales	: 47.40 mg/L
Turbidez	: 6 NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características físico-químicas Son normales
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 25 de enero de 2017.

VºBº



Edith Tello Palma
 Sc. Edith Tello Palma
 DECANA F.I.Q.