



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



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA
DE POZOS DE CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO
CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA-2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DUZELY SAMANTA AYLLON MOLLISACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Marleny Mollisaca y mi padre Jorge Ayllon, por todo el sacrificio, apoyo y esfuerzo que realizaron día a día desde que era pequeña para que yo pueda cumplir con todos mis objetivos y sueños.

Vanessa y Santiago, este trabajo también lo dedico a ellos, mis hermanos, por su ayuda, inspiración, compañerismo y soporte diario

A mis profesores, que a su lado transcurrí mis estudios en la Escuela profesional de Biología

A mi gran amigo Niels Fernando por su apoyo emocional, laboral, académico y confianza en mi persona para lograr mis metas y objetivos.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UNA-Puno, mi universidad, a la escuela profesional de Biología, quienes me recibieron en sus clases durante mi aprendizaje.

Con gratitud a mi asesora en este proyecto de investigación a la magister Ciria Ivonne Trigos Rondón, por su perspicacia, liderazgo y apoyo intelectual y ético en la elaboración de esta tesis.

Quiero expresar mi agradecimiento también a los jurados calificadores: Dra. Youri Teresa del Carpio Condori, Mg Naddy Valentine Jordán Romero y Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos, por su soporte y asesoramiento en mi investigación.

Agradezco profundamente al área de análisis Microbiológico de Alimentos de la E.P.B. y al Laboratorio de Agua y Alimentos "B Y C", por apoyarme con las pruebas biológicas, físicas y químicas por las 10 muestras de agua realizada.

A mis familiares que aportaron con su sacrificio y motivación para poder culminar este trabajo de investigación



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL 15

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA¹⁷

2.1 ANTECEDENTES..... 17

2.2 MARCO TEÓRICO 20

2.2.1 Definición y distribución del agua 20

2.2.2 La situación actual del suministro de agua para los seres humanos..... 21

2.2.3 Disposición correcta del agua para consumo humano 22

2.2.4 Condición y reglamento del agua consumible por el ser humano..... 22

2.2.5 Capa freática..... 22

2.2.6 Disposición microbiológica del agua de calidad..... 23

2.2.7 Parámetros físicos..... 24



2.2.8 Los parámetros químicos.....	27
2.2.9 Microorganismos bacteriológicos relacionados con la calidad de agua.....	31
2.2.11 La contaminación del agua.....	38
2.2.12 Fuentes de Contaminación	39
2.2.13 Principales agentes de contaminación del agua.....	40
2.2.14 Consecuencias del agua residual de pozos subterráneos.....	41
2.2.15 Situación actual de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Chilla	44

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO.....	46
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
3.4 MÉTODOS	49

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS: TEMPERATURA, SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS Y TURBIDEZ DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA EN EL AÑO 2020.	63
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS: PH, DUREZA TOTAL, CLORUROS, NITRATOS Y SULFATOS DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA EN EL AÑO 2020	70



4.3. DETERMINACIÓN DE LOS ESTÁNDARES BACTERIOLÓGICOS: COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y BACTERIAS HETEROTRÓFICAS DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO PARA LOS SERES HUMANOS DEL C.P CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA.	82
V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES	91
VII. REFERENCIAS.....	92
ANEXOS.....	104

ÁREA: Ciencias Biomédicas

LÍNEA: Diagnóstico y Epidemiología

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de julio 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tinción gram de Salmonella typhi vista al microscopio a 40x (OLIM, 2010).	33
Figura 2. Tinción gram de Vibrio Cholerae vista al microscopio a un aumento de 40x (OLIM, 2010).	34
Figura 3. Ciclo hidrológico del agua subterránea y su relación con zonas residuales, ganaderas e industriales (Barceló & López 2018).	39
Figura 4. Planta de tratamiento Chilla en el CP Chilla del distrito de Juliaca.	45
Figura 5. Ubicación de la planta de tratamiento de Chilla en el distrito de Juliaca (www.googlemaps.com).	47
Figura 6. Los 10 puntos de muestreo de pozos investigados a 50m y 200m de la planta de tratamiento Chilla en el distrito de Juliaca, (www.googlemaps.com).	47
Figura 7. Esquema de la determinación de cloruros en aguas subterráneas (Fundación Nacional de Salud, 2013).	55
Figura 8. Valores promedio de los Solidos Totales Disueltos (mg/l), en aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	66
Figura 9. Valores promedio de la turbidez (UNT), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	68
Figura 10. Valores promedio del pH (U pH), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	71
Figura 11. Valores promedio de los sulfatos (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	73
Figura 12. Valores promedio de los nitratos (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	75
Figura 13. Valores promedio de los cloruros (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	78
Figura 14. Valores promedio de la dureza total (mg/l), en aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	80
Figura 15. Valor promedio de los coliformes totales (NMP/100ml), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	82



Figura 16. Valores promedio de los coliformes fecales (NMP/100ml), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.	85
Figura 17. Valores promedio de las bacterias heterotróficas (UFC/100ml), en agua de pozo del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020. ...	88
Figura 18. Pozos ubicados a 50m y 200m de la planta de tratamiento Chilla.....	111
Figura 19. Preparación del medio del Cultivo (Caldo Lactosado), homogenizado de manera adecuada, bajo altos índices de calor.	112
Figura 20. Resultado obtenido de cloruros mediante el método de titulación.....	112
Figura 21. Zonas de Analisis a 200m de la Planta de tratamiento de Chilla	114
Figura 22. Cultivo en Agar APC (Agar Plate Count) para el conteo de colonias.	114
Figura 23. Agar caldo lactosado para los tipos de agua de pozos del C.P. Chilla. b) Medios de Cultivo APC para las 10 muestras de aguas de pozos del centro poblado Chilla en el distrito de Juliaca -2020.....	115
Figura 24. a) Esterilización del medio de cultivo agar levine o agar EMB Levine. b) Esterilización de agar caldo lactosado. c) Esterilización de tubos de ensayo y placas petri. d) Agua destilada.....	116
Figura 25. a) Caldo agar lactosado de la muestra 1 y sus tres diluciones. b) Caldo agar lactosado de la muestra 2-3 y sus diluciones. c) Caldo agar lactosado de la muestra 4 y sus tres diluciones. d) Caldo agar lactosado de la muestra 5 y sus tres diluciones.	117
Figura 26. Colocación de códigos a los tubos de ensayo para la realización de diluciones en agar caldo lactosado.....	117
Figura 27. Rotulación de tubos de ensayo y placas de 10 muestras de agua de pozos del centro poblado Chilla	118
Figura 28. a) Diluciones para APC, b) Esterilización de la asa de siembra y c) Cultivo en agar MB de las 10 muestras de agua de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca-2020.	118
Figura 29. Certificado de analisis bacteriologico de aguas en el Laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas ...	120
Figura 30. Certificado de análisis físico de aguas de pozo en el laboratorio B Y C SAC. (Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos).	121



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. LMP de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua con fines consumo, (DIGESA, 2015).....	24
Tabla 2. Relación de dureza del agua, (Mendoza, 2017).....	26
Tabla 3. LMP de parámetros físicos y de calidad organoléptica (DIGESA, 2015).....	27
Tabla 4. LMP de compuestos químicos inorgánicos y orgánicos (DIGESA, 2015)	30
Tabla 5. Propiedades y síntomas causados por algunas cepas de Escherichia coli patógenas, (FONTALVO, 2018).	37
Tabla 6. Número, lugar y mes de muestreo para estudio físico, químico y bacteriológico de aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca 2020.....	49
Tabla 7. Temperatura (°C), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.	63
Tabla 8. Sólidos Totales Disueltos (mg/l), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.....	65
Tabla 9. Turbidez (UNT), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.	68
Tabla 10. pH (UpH) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.....	70
Tabla 11. Sulfatos (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.	73
Tabla 12. Nitratos (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.	75
Tabla 13. Cloruros (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.	77
Tabla 14. Dureza total (mg/l) con fines de consumo humano en aguas de pozos del CP Chilla en el año 2020.	80
Tabla 15. Coliformes totales (NMP/100ml), en aguas de pozos con fines de consumo humano del centro poblado Chilla en el año 2020.....	82
Tabla 16. Coliformes fecales (NMP/100ml), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.....	84
Tabla 17. Bacterias heterotróficas (UFC/100ml) con fines de consumo humano en agua de pozos del CP Chilla en el año 2020.	87



Tabla 18. Resultados de los estándares físicos: temperatura, sólidos totales disueltos y turbidez en 10 muestras de aguas de pozos del centro poblado Chilla de la Ciudad de Juliaca-2020	104
Tabla 19. Resultados de los estándares químicos: pH, sulfatos, nitratos, cloruros y dureza total en 10 muestras de aguas de pozos en el centro poblado Chilla del distrito de Juliaca-2020 a).....	105
Tabla 20. Cantidad de muestras para el análisis bacteriológico	107
Tabla 21. Resultados promedio del análisis de coliformes totales, fecales y bacterias heterotróficas en las fases de inicio y final del centro poblado Chilla.....	108
Tabla 22. El estudio realizado de coliformes totales, fecales y heterotróficas en todo el proceso de las 5 muestras de pozos ubicados a 50 metros de la planta de tratamiento chilla de Juliaca-2020, muestra los siguientes resultados.....	109
Tabla 23. El estudio realizado sobre los coliformes totales, fecales y heterotróficas en todo el proceso de las 5 muestras de pozos ubicados a 200 metros de la planta de tratamiento chilla de juliaca-2020, muestra los siguientes resultados.	110
TABLA 24, Autorización sanitaria, sistemas de abastecimiento registrados según Ordenanza de calidad de agua que son aptas para el consumo del ser humano (DIGESA, 2011).	113
Tabla 25. Tabla número más probable para coliformes según CEPIS (2012).....	119



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANA:	Análisis Nacional del Agua.
CP:	Centro Poblado
DIGESA:	Dirección General de Saneamiento Ambiental.
DS:	Decreto supremo.
EE:	Error Estándar
EMSA:	Empresa municipal de saneamiento básico.
E.P.S:	Empresa Prestadora de Servicios.
l:	litro.
LMP:	Límites Máximos Permisibles.
MINAM:	Ministerio del Ambiente.
MINSA:	Ministerio de Salud.
m.s.n.m:	metros sobre el nivel del mar.
Nm:	nanómetro.
NMP:	Numero Más Probable.
ml:	mililitros.
mg:	miligramos.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
OPS:	Organización Panamericana de la Salud.
pH:	Potencial de Hidrogeniones.
SAQ:	Sociedad Americana para el Control de la Calidad
T:	Temperatura.
UFC:	Unidad Formadora de Colonias.
UNT:	Unidad Nefelometría de Turbiedad.
μS:	Microsiemens.



RESUMEN

El trabajo de investigación se efectuó en la región de Puno, entorno a la planta de tratamiento Chilla del distrito de Juliaca-San Román en el año 2020 entre los meses de enero a agosto. Teniendo como objetivo determinar la calidad bacteriológica, física y química del agua de pozos de consumo humano del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca- provincia San Román- departamento de Puno-2020. Se aplicó el método colorimétrico (temperatura y turbidez), conductímetro (STD); titulométrico (cloruros y dureza total), potenciométrico (pH), espectrofotométrico (NO_3), nefelométrico (SO_4), método del NMP por dilución en tubo múltiple (Coliformes fecales y totales) y placa fluida (bacterias heterotróficas). Para la estadística inferencial se utilizó T de student, software estadístico infostat y programa excel. Los resultados promedio de los parámetros, tomando en cuenta la distancia de 50 m y 200 m sin diferencia significativa fueron la temperatura 16.45 °C, turbidez 7.30 UNT y bacterias heterotróficas 509.6 UFC/100ml.; por el contrario, los sólidos totales disueltos 1 578 mg/l – 2 532 mg/l , pH 7.67 - 7.92 unidades, nitratos 79.48 mg/l - 105.6 mg/l, cloruros 374.95 - 499.14 mg/l, dureza total 101.68 mg/l - 364.68 mg/l; coliformes totales 11 000 NMP/100 ml, coliformes fecales 9 830 NMP/100ml- 1 724 NMP/100 ml UFC/100ml, si presentan diferencia significativa. En conclusión el CP Chilla no cuenta con agua de pozos idóneas para el consumo del ser humano acorde a las pruebas bacteriológicas, físico y químicas realizadas, ya que exceden los LMP dispuestos por el DS N° 031-2010-SA. Así mismo existe diferencia significativa α ($p < 0.05$), en relación a la distancia de 50 m y 200 m de la planta de tratamiento Chilla.

Palabras Clave: Calidad, parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y agua de pozos.



ABSTRACT

The research work was carried out in the Puno region, around the Chilla treatment plant in the Juliaca-San Román district in 2020 between the months of January to August. With the objective of determining the bacteriological, physical and chemical quality of the water from wells for human consumption in the Chilla town center in the district of Juliaca-San Román province-Puno department-2020. The colorimetric method (temperature and turbidity), conductimeter (STD) was applied; titrimetric (chlorides and total hardness), potentiometric (pH), spectrophotometric (NO₃), nephelometric (SO₄), NMP method by multiple tube dilution (faecal and total coliforms) and fluid plate (heterotrophic bacteria). For inferential statistics, Student's T test, Infostat statistical software and Excel program were used. The average results of the parameters, taking into account the distance of 50 m and 200 m without significant difference, were temperature 16.45 °C, turbidity 7.30 UNT and heterotrophic bacteria 509.6 CFU/100ml; On the contrary, total dissolved solids 1,578 mg/l – 2,532 mg/l, pH 7.67 - 7.92 units, nitrates 79.48 mg/l - 105.6 mg/l, chlorides 374.95 - 499.14 mg/l, total hardness 101.68 mg/l. 1 - 364.68mg/l; total coliforms 11,000 MPN/100 ml, fecal coliforms 9,830 MPN/100ml- 1,724 MPN/100 ml CFU/100ml, if there is a significant difference. In conclusion, CP Chilla does not have water from wells suitable for human consumption according to the bacteriological, physical and chemical tests carried out, since they exceed the LMP provided by Supreme Decree No. 031-2010-SA. Likewise, there is a significant difference α ($p < 0.05$), in relation to the distance of 50 m and 200 m from the Chilla treatment plant.

Keywords: Quality, physical, chemical, bacteriological parameters and well water.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los esfuerzos para lograr cobertura universal del servicio de agua son indispensables, por lo tanto, es prioritario que el servicio sea de bajo costo, continuo y de calidad OMS (2015). El agua de calidad genera una apta condición humana y es uno de los primeros niveles de intervención del ámbito salubre según Villena (2018), En el Perú, el más terrible riesgo para la salubridad de los seres humanos está vinculada con el consumo humano de agua en buenas condiciones, sin embargo en muchas ocasiones este líquido se encuentra microbiológicamente contaminado, en particularidad la contaminación fecal (Oxfam, 2019).

En la región Puno no se tiene acceso de agua en un 33.1% INEI (2017). Así mismo en el distrito de Juliaca con su población de habitantes de 276 110, no hay acceso del servicio de agua en un 30,0%, Pacheco (2004), es por esta razón que el centro poblado de Chilla, más conocido por ser el ex botadero de basura de la ciudad de Juliaca, es considerado un gran problema ambiental para los habitantes juliaqueños Según la OMS (2015) se encuentra una de las plantas de tratamiento, que no cumple, con las condiciones adecuadas para su funcionamiento y es donde habitan más de 900 familias. Sumándose a esto, los residuos sólidos de los pobladores de Juliaca, en un 90%, son trasladados a la planta de tratamiento Chilla. De igual forma 50 familias se encuentran a 50m y 200m, alrededor de esta planta INEI (2017). Asimismo es un infeccioso foco para la salubridad por el desarrollo de patologías infecto-contagiosas; que dañan a los ciudadanos vecinos de dicha planta de tratamiento; estos problemas se presentan a raíz de una disposición mala de los desechos y la ausencia de una educación ambiental a los pobladores.



Hay razones relevantes que agudizan dicho problema, mediante las acción humana, como son : incineración de la basura, producción de tóxicos contaminantes, y el desarrollo de vectores que se transforman en agentes de enfermedades diversas (Larios *et al*, 2015).

Los pobladores del centro poblado Chilla, en un 78% no cuentan con los servicios básicos puesto que, el 54.8% representa a los pobladores que residen alrededor de la planta de tratamiento Chilla según la DIGESA (2009), por lo que los pobladores cuentan con letrinas y consumo de agua de pozos, para reemplazar dichas carencias. La medida que presentaron las autoridades, fue el acceso de una nueva planta de tratamiento, sin embargo, esta área contaminada no fue debidamente tratada, y hay un elevado grado de contaminación en la actualidad.

La presente investigación nos dará a conocer el estado actual de las aguas de pozo del C P. Chilla, tomando en cuenta las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas, para que así se pueda tomar medidas preventivas y sanitarias que generen una excelente calidad de vida a los ciudadanos de Chilla.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la calidad bacteriológica, físico y química del agua de pozos de consumo humano del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca- provincia San Román- departamento de Puno-2020



1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros físicos: temperatura, sólidos totales disueltos y turbidez del agua de pozos de consumo humano del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca.
- Determinar los parámetros químicos: pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos del agua de pozos de consumo humano del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca.
- Determinar parámetros bacteriológicos: coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas del agua de pozos de consumo humano del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES.

Chávez (2000), declara que el contenido de agua en los reservorios no están calificados para que el ser humano pueda ingerirlos, debido al análisis físico y químico, pues resultaron ser superiores a los LMP, variando la dureza total de 500 a 600 mg/l y la alcalinidad varia de 351 a 290 mg/l, encontrando estas captaciones cerca de una hacienda. De igual forma Coaquira (2018), obtuvo valores más elevados aun, que resultaron ser no aptos para consumo humano MINAM (2015), como son la temperatura 12 °C, conductividad eléctrica 907 DE \pm 93 μ S/cm, cloruros 300 DE \pm 54 y pH 7.20, siendo estos análisis de los meses de enero y febrero. Aportando a esta conclusión Murillo (2015), mencionó que el residuo de cloro se encontraba con un control estadístico bajo DIGESA (2009), de calidad, debido a los ECAs de la planta de tratamiento SEDA Juliaca fue LIC: 1 897 mg/l, LCS: 2 872 mg/l mientras que los estándares de tolerancia son LIC: 1 643 mg/l, LCS: 3 856 mg/l. por lo que se muestra que las aguas pasan por un control de calidad estricto para considerarse apta, inclusive el cloro (MINAM, 2015).

En otros estudios, Vilca (2000), encuentra valores aptos para consumo humano en las pruebas físicas y químicas a excepción de la conductividad eléctrica que se encuentra en un rango de 2 448 μ S/cm a 301 μ S/cm en la parcialidad de Collana, siendo estas muestras de un ojo de agua. Sin embargo Bracho & Rodríguez (2017), en su artículo “ Control de las ECAs en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo” menciona que los pozos de las granjas los Cascabeles, Monte Santo, San Martín, la Estancia y la Zeta mostraron porcentajes superiores a la norma venezolana y de la OMS



(2015). De igual manera Robles *et al.* (2013), en su artículo “Estado bacteriológico, físico y químico realizado en las aguas del acuífero Tenancingo-México” aclara que, algunas de las pruebas bacteriológicas presentaron valores elevados de los coliformes totales, considerándose así, no aptas para consumo humano según MINAM (2015).

Según Severiche & González (2012), concluye que los coliformes fecales presentan un valor promedio alto de hasta 408 NMP/100 ml para Huanchaco en la estación Totorá de Trujillo- Perú, resultando ser inadecuada para los seres vivos según MINAM (2015), de igual manera Quispe (2013), indica en su artículo “Calidad bacteriológica, físico y química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa en Melgar”, concluye que se presentó un alto valor en Qayqu de los coliformes totales con 330 NMP/100ml y en Yuraq Unu muestra un valor inferior de 44 NMP/ 100ml, estas cifras aventajan los LMP, por esta razón son dañinas para el ser humano según DIGESA (2009). Aportando Aguilar (2017), aclara que las pruebas bacteriológicas realizadas en cada pozo analizado de las urbanizaciones de San Jacinto y San Isidro de Juliaca dieron el siguiente informe: coliformes termotolerantes 21 NMP/100 ml, , coliformes totales 4 925 NMP/100 ml y coliformes fecales 661 NMP/100 ml, valores que sobrepasan los LMP dispuestos por la (DIGESA, 2009).

Según Chambi (2015), concluyó que los pozos cuentan con un 54% de contaminación y las acequias con un 40%, además los coliformes totales y la bacteria *Escherichia coli* fueron superiores en pozos, en un promedio de 11.46 ± 3.36 ; estableciéndose así, que el agua de acequias, pileta y pozos son origen de la reserva acuífera potable perteneciente a los habitantes de Trapiche según DIGESA (2009) no son idóneas para el consumo humano. También Curo (2016), en su tesis sobre el estudio bacteriológico, físico y químico del agua de pozos con finalidad de consumo humano en



el distrito de Huata –Puno, menciona que se encontraron coliformes totales de 360 – 347 UFC / 100ml en la localidad de Collana, excediendo estas, los LMP, Apoyando a los resultados obtenidos Gastañaga (2007), pronuncia que las aguas de pozos en un 98% no cumplen con la disposición bacteriológica correcta para el consumo del ser humano, pero Barreto (2010) confirma que es en un 90%.

Según Apaza (2017), en su proyecto sobre el estudio bacteriológico en el río Torococha y su repercusión en el agua de pozo en la habilitación urbana de San Isidro y San Jacinto de Juliaca concluye que los coliformes totales fueron: coliformes termotolerantes 21 NMP/100 ml y coliformes fecales 661 NMP/100 ml, dichas cantidades sobrepasan los LMP, dispuestos por la DIGESA (2009) determinados por los ECAs para aguas subterráneas, al igual que Ramírez (2016), en su proyecto sobre el estudio bacteriológico, físico y químico de aguas subterráneas aptas para el ser humano en la zona urbana de Taparachi tercera- San Roman- Juliaca, concluyó que los parámetros bacteriológicos de aguas de pozos tubulares y artesanales exceden los LMP (DIGESA, 2009).

Según Tobón (2013) en la parcelación el Hato- Antioquia- Colombia, muestra una alta contaminación por coliformes totales de 161 000 NMP/100 ml y por *E. Coli* de 2 200 NMP/100 ml, indicando que es debido al estudio realizado cerca de la planta tratamiento del Hato, Sumándose León (2015), confirma que existen deficiencias en el depósito final y el manejo de la basura en el municipio de México, puesto que resultaron estar contaminadas las aguas de pozos ubicados a 200 m de la planta de tratamiento Nozomi-México. Otro estudio similar de Apaza (2017), concluye que, se han reconocido concentraciones altas de Pb, NO₃, Fe y Mn en las aguas subterráneas del río Chili-Arequipa – Perú, que sobrelleva una contaminación alta a causa del vertedero de residuos sólidos (basura) y aguas domésticas residuales (en su mayoría material fecal). De igual



manera Pellón *et al.* (2015), menciona que el destino de los residuos sólidos urbanos (RSU) en cloacas, produce los lixiviados con un poder contaminante alto en un 80%, provocando severos impactos ambientales en el agua subterránea, apoyando a dicha mención se encuentra la (OMS, 2011).

En otro estudio Mendoza & Nuñez (2012), aclaran que los elementos físico, químicos y bacteriológicos, en los valles de Majes en Aplao-Arequipa obtuvo medias aritméticas de: sulfatos, pH, cloruros, sólidos disueltos totales y temperatura aptas para consumo humano. Sin embargo Quispe (2013), en otro estudio bacteriológico de aguas de pozos de Aplao - Arequipa, encuentra valores altos de coliformes totales con 4 200 NMP/100 ml y coliformes fecales con 1 881 NMP/100 ml, dando como resultado que existe un 95% de contaminación bacteriana.

En una investigación microbiológica y física de aguas del río Llave- Perú, dio como resultado de coliformes totales 10 000 NMP/100 ml, coliformes fecales de 1 500 NMP/ 100 ml y mesófilos viables de 5 348 UFC / ml, pues estas no son idóneas para consumo del ser humano según la DIGESA (2009). De igual manera los estudios de la comunidad de Molloko –Acora, en un análisis bacteriológico, dio como resultado 3 046 NMP/100 ml resultando ser no apta para consumo humano (Custodio, 2019).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Definición y distribución del agua

Es considerado fuente de vida, importante y necesario para las personas SUNASS (2010), esencial para la existencia de los seres vivos, es una sustancia que comprende de un átomo de O y dos átomos de H, conocido como una sustancia incolora, inodora e insípida Gardey (2013), Aproximadamente el 70 % del planeta está compuesta por agua distribuyéndose: los océanos con 96.5 %, casquetes polares, glaciares y nieve en 1.74 %,



agua subterránea 1.69%, lagos 0.013 %, atmósfera 0.001 %, agua de pantanos 0.0008 %, ríos 0.0002 % y agua biológica 0.0001% Campos (2012). De igual manera el porcentaje del agua consumible que se encuentra en el planeta tierra es escasa y su calidad es preocupación constante. Dicha calidad está implicada por la ausencia o presencia de sustancias infecciosas, radiaciones o productos tóxicos (OMS, 2020).

2.2.2 La situación actual del suministro de agua para los seres humanos

Según Custodio (2019), en su revista menciona que “un tercio de la población mundial no cuenta con un abastecimiento correcto de agua potable”, da a conocer que a nivel internacional, los valores del informe conocido por la OMS y la UNICEF son preocupantes, pues a nivel mundial existen 2 200 millones de seres humanos que carecen del servicio básico de agua, 4 202 millones carecen del servicio de saneamiento y 3 006 millones no presentan las básicas instalaciones para un correcto lavado de manos. Sumándose a esto, Romero (2008), menciona que 143 millones de habitantes beben aún agua que no está tratada y anualmente unos 297 000 infantes pierden la vida por las EDAs relacionadas con los graves problemas de saneamiento y agua.

Según el Gobierno Regional Puno (2014), menciona que a nivel regional, el sistema hídrico está conformado por 316 ríos, 354 lagunas, siendo uno de los principales y más importantes “ el lago navegable más alto del mundo”, que está conformado por un área total de 8 685 km², perteneciendo al Perú 4 996 km². Así mismo en el departamento de Puno el servicio que se viene prestando de agua potable por medio de las distintas empresas municipales viene a ser deficiente, debido a que solo el 40% de viviendas tienen agua por una red pública (Madsen *et al*, 2018).

El CP Chilla en un 78 % no tiene los servicios básicos tales como, desagüe y agua potable ya que, el 54.8 % representa a los pobladores que residen alrededor de la planta de tratamiento Chilla según la DIGESA (2009), Los servicios de agua potable solo



benefician a los habitantes urbanos de la capital provincial en su totalidad, pero no resguarda a todos los ciudadanos, siendo los más afectados los que habitan en zonas urbano-marginal, quienes consumen agua de ríos, pozos y otras fuentes; poniendo en riesgo su propia salud, sumándose a esto, los pobladores cuentan con letrinas para sus necesidades básicas, que provocan contaminación a las aguas de pozos (Pradillo, 2020).

2.2.3 Disposición correcta del agua para consumo humano

La disposición correcta se detalla como un acumulado de propiedades del producto que tienen como finalidad satisfacer una necesidad y así hacer que el producto sea apropiado (Carot, 2012). De igual forma, la SAQ (cuestionario de autoevaluación), menciona que la calidad es el agregado de rasgos de un bien o servicio que le brindan la capacidad de llegar a complacer la necesidad de un interesado o cliente.

2.2.4 Condición y reglamento del agua consumible por el ser humano

El agua consumible por los seres humanos no debe estar contaminada, pues no debe ser medio de transmisión de enfermedades. En nuestro país contamos con el DS N° 031-2010-SA, dispuesto por el MINSA a través de la DIGESA, donde se establece en el Art. 3° y 3.1 dicho decreto y reglamento de higiene, para ser aplicadas por cualquier ser humano, perteneciente a una entidad pública o privada del espacio nacional, incurriendo con un compromiso legal en cualquier actividad que gestionen, operen, mantengan, controlen, monitoreen y verifiquen sobre el suministro acuífero, desde su origen hasta el acceso de este bien (Aqualia, 2019).

2.2.5 Capa freática

Se define como un recurso encontrado en profundidades internas de la superficie terrestre que ocupa vacíos y grietas en las rocas más duras, puede ser recolectada por



agujeros, túneles o zonas de drenaje, así como el agua discurre normalmente al área externa a través de arroyos o se filtra en los lechos de los ríos. En general, mantiene temperaturas muy cercanas al promedio anual de la región, razón por la cual las regiones árticas experimentan temperaturas muy bajas (Ambientum, 2012).

Pozos artesanos

Es una zanja, un corte o túnel vertical que atraviesa el suelo suficientemente profundo como para obtener los bienes que desea, ya sea agua subterránea o fluidos Artesianos (2012). De igual manera el CP Chilla cuenta con este tipo de pozo en un 95% (Aurazo, 2004).

2.2.6 Disposición microbiológica del agua de calidad

El agua, es uno de las primordiales fuentes de vida en el mundo. Sin embargo, puede ser un importante portador si se consume infectado según la OMS (1995), La OMS (2011), determina bacteriológicamente que este recurso es idóneo para el ser humano, si está libre de nocivos entéricos y parásitos intestinales. Empero, la existencia de bacterias en 100 ml de una muestra analizada, no confirma que tenga presencia de microorganismos patógenos, pero estadísticamente su concentración es una señal de advertencia de contaminación fecal y microbiológica causada por agentes patógenos (Madsen *et al* 2018). Los microorganismos que nos indican la calidad de este recurso acuífero son bacterias que pertenecen a la familia de *Escherichia coli*, considerándose el agente causal de enfermedades fecal-oral. Siendo los LMP del recurso acuífero, los siguientes:

Tabla 1. LMP de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua con fines consumo, (DIGESA, 2015).

Límite máximo permisible del parámetro microbiológico y parasitológico		
Parámetro	Unidad de medida	LMP
Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	0(*)
<i>E. coli</i>	UFC/100ml a 44.5°C	0(*)
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml a 44.5°C	0(*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/100ml a 35°C	500

LEYENDA

UFC: Unidad Formadora de Colonias

() Al analizar por NMP con tubos múltiples menores a 1,8/100ml

2.2.7 Parámetros físicos

Relación de la temperatura con el agua consumible

Las aguas residuales y los depósitos de agua presentan una temperatura, que es importante, debido a su influencia en la solubilidad del oxígeno y, por lo tanto, en las tasas de metabolismo, difusión, reacciones químicas y biológicas Bernache (2012). La temperatura se podrá medir, aunque muy poco, pues afectara el pH. El agua higiénica presenta el pH de 7 - 25 °C y si se tiene un aumento de temperatura acuífera, el pH disminuye. Por otro lado, el agua con temperaturas bajas presenta un pH elevado. Es decir, el cambio constante del pH afecta el crecimiento de bacterias. Además, las altas



temperaturas significan una descomposición acelerada, lo que aumenta la DBO y disminuye el oxígeno disuelto (ANA, 2015).

Relación de los STD con el agua consumible

Los STD pueden provenir de una variedad de fuentes, tanto naturales como humanas. Los manantiales minerales contienen agua con una alta concentración de sólidos disueltos porque fluye de áreas rocosas provistas de mucha sal, calcio o magnesio (Minaya, 2017).

Los altos niveles de STD son una indicación de que los contaminantes nocivos como el hierro, el manganeso, el sulfato, el bromuro y el arsénico también pueden estar presentes en el agua. Esto técnicamente no se considera un riesgo para la salud, aunque nos puede orientar para analizar el agua y ver si algunas de estas sustancias son peligrosas. Los STD elevados indican lo siguiente:

1) La concentración de iones disueltos puede hacer que el agua se vuelva ácida o salada, provocar así mismo la acumulación de cal y reducir el rendimiento de calentadores de agua, lavavajillas, lavadoras y accesorios. (Mendoza, 2017).

2) Muchos de ellos contienen altos niveles de iones que superan los estándares primarios o secundarios del agua potable, como el plomo, nitrato, aluminio, arsénico, cobre, etc (Mendoza, 2017).

Tabla 2. Relación de dureza del agua, (Mendoza, 2017).

ppm	Grado de dureza
0-50	Muy blanda.
50-140	Mineralización débil o blanda.
140-240	Mineralizada o ligeramente dura.
240-350	Bastante mineralizada o dura.
+ 350	Muy mineralizada y muy dura.

Relación de la turbidez con el agua consumible

La turbidez es un indicador importante del agua consumible por los seres humanos, que no solo afecta la estética del agua para los consumidores, sino también indica una contaminación alta por microorganismos y compuestos tóxicos que se adhieren a las partículas sólidas en el agua. Cuanto mayor es la turbidez, mayor es la cantidad de partículas suspendidas en el medio acuoso, por lo tanto se incrementa la viabilidad de virus, bacterias y protozoos patógenos en el micro espacio de los átomos suspendidos, no logrando así, eliminar físicamente a un organismo patógeno específico Baños (2018). Esta turbiedad del agua es medida en UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) (Minaya, 2017).

Tabla 3. LMP de parámetros físicos y de calidad organoléptica (DIGESA, 2015).

Límites máximos permisibles de parámetros físicos y de calidad organoléptica		
Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Turbidez	UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)	5
pH	Valor de Ph	6.5 a 8.5
Solidos Totales Disueltos	Mg / l	1000
Cloruro	mgCl ⁻ / l	250
Sulfatos	MgSO ⁴⁻ / l	250
Dureza total	MgCaCO ₃ / l	500

2.2.8 Los parámetros químicos

Relación del pH con el agua consumible

Dicho pH tiene una escala de 0-14 y hace referencia a la alcalinidad o acidez de la porción acuífera, estableciéndose de 0 -7 ácidos y de 7-14 básico y el pH de 7 indica neutralidad. El agua natural puede tener un pH ácido debido a los gases SO₂ y CO₂ disueltos en ella. El agua contaminada por la descarga de aguas residuales a menudo tiene un pH muy ácido (Navia & Torres, 2012).

La contaminación altera el pH normal del agua. Así mismo cuando llueve se genera un pH bajo, que es conocida como lluvia ácida, que causa malestares de origen ambiental dañando así a las plantas, animales, humanos y también la acidificación originada por la lluvia. Hoy en día, existen diversas leyes y reglamentos establecidos para



el medio ambiente que gestionan y controlan las sustancias nocivas de la contaminación del agua (Pacheco, 2004).

Relación de los sulfatos con el agua consumible

El sulfato en el agua puede formarse debido al roce con superficies terrestres ricas en yeso y también por el efecto contaminante de las aguas residuales de origen industrial; Sus niveles no suelen plantear problemas en el agua potable humana, pero los niveles superiores a 300 mg/l pueden causar molestias digestivas en infantes. Los sulfatos de Na y Mg presentan unos efectos laxantes, así que no es necesario una abundante cantidad de sulfatos en el agua consumible. El agua de lluvia tiene un amplio rango de concentración y analizarlo genera significativa información sobre los fenómenos ambientales, la contaminación acuífera y también puede proporcionar información sobre el ácido sulfúrico del dióxido de azufre presente en la atmósfera. (OMS, 2016).

Relación de los nitratos con el agua consumible

Los nitratos son contaminantes comunes encontrados en el medio acuoso que provocan consecuencias nocivas si llega a ingerirse en grandes cantidades Wáter Boards (2013). Por otro lado, la alta cantidad de nitratos en el medio acuoso está asociado con los contaminantes acuíferos subterráneos como son: estiércol animal, escorrentías de ganado, granjas lecheras, el uso excesivo de fertilizantes o la intrusión de agua de desechos domésticos del tanque séptico. Los microorganismos en el suelo, el agua y los sistemas de drenaje convierten los nitratos en nitritos. (Wohl, 2006).

Las cantidades excesivas de nitritos representan un riesgo particular para la salubridad puesto que transforman la hemoglobina sanguínea en metahemoglobina. Esta metahemoglobina disminuye el oxígeno que se transporta en la sangre y así las células no



cuentan con oxígeno suficiente para realizar su función correcta en el cuerpo. A ese estado se le denomina metahemoglobinemia (Wohl, 2006).

Cloruros

Las aguas naturales tienen un contenido en cloruros muy variable según la naturaleza del terreno por el que discurren, pero en todos los casos esta concentración es siempre inferior a la de las aguas residuales porque el Cl Na que se distribuye ampliamente en la dieta y no modifica el tracto gastrointestinal. El aumento de cloruro en el agua puede provenir de muchas fuentes diferentes, por ejemplo, si es un área costera, es debido a la intrusión de las aguas marinas y si son regiones áridas generara un aumento en el contenido de cloruro del agua que está relacionada con la lixiviación del suelo debido a las fuertes lluvias. Finalmente, el aumento en el contenido de cloruro se puede atribuir a una acción contaminante de aguas de origen residual Trujillo & López (2015). El LMP de cloruro en el medio acuoso natural no debe superar los 50-60 mg/l. (OMS, 2011).

Relación de la dureza total con el agua consumible

Cuando la durabilidad del agua es mayor, hay un incremento Ca y Mg que se disuelven en el agua, ya que llevan carga positiva; por lo tanto, el ion cargado positivamente tiene una disminuida solubilidad en las aguas duras, a diferencia, de las que no tienen Ca o Mg que si presentan solubilidad en dichas aguas (OMS, 2006). Esta dureza acuífera también refleja la formación geológica natural con la que ha estado relacionada el medio acuoso, y si presenta una concentración superior a 200 mg/l causa el origen de incrustaciones. Una cantidad pequeña de dureza acuífera no representa un

peligro salubre, sin embargo en cantidades excesivas causan problemas terribles a los consumidores (Sawyer, 2000).

Tabla 4. LMP de compuestos químicos inorgánicos y orgánicos (DIGESA, 2015)

Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos e inorgánicos		
Compuestos inorgánicos	Medicion	LMP
Sb	mgSb /l	00.02
As	mgAs /l	00.01
Ba	mgBa /l	00.7
B	mgB /l	1 500
Cd	mgCd /l	00.003
Cl	mgCl /l	00.07
Mg	Mg /l	5
Cr total	mgCr /l	0.05
F	mgF /l	1 000
Hg	mgHg /l	00.001
Ni	mgNi /l	00.02
NO ₃	mgNO ₃ /l	50
Pb	mgPb /l	00.01
Se	mgSe /l	00.01
Mo	mgMo /l	00.07
U	mgU /l	00.015
Compuestos orgánicos	Medicion	LMP
Aceites y grasas	mg/l	0.5
Benceno	mg/l	0.01
Gamma HCH	mg/l	0.002
Metaxicloro	mg/l	0.02



2.2.9 Microorganismos bacteriológicos relacionados con la calidad de agua

Las bacterias coliformes en el agua

Las bacterias más comunes en las sustancias acuosas, denominadas bacterias entéricas, residen en los intestinos del sistema digestivo y se expulsan en la materia fecal. Cuando estos microorganismos ingresan al medio acuoso, la condición ambiental es diferente a la del cuerpo humano, así que, su reproducción y sobrevivencia es limitada. Dado que la detección y el conteo en el laboratorio demoran mucho en realizarse y son trabajosos, se encontró una agrupación alternativa que es más rápida y de detección sencilla, siendo esta agrupación la de las bacterias coliformes que son adecuadas como indicadores de una contaminación bacteriológica (CYTED, 2016).

- Las bacterias coliformes se encuentran normalmente en el tracto digestivo de humanos y animales.
- En el tracto gastrointestinal se encuentran en cantidades superiores.
- Las bacterias coliformes resisten mucho más tiempo que otras bacterias dañinas en el agua.
- Resistencia de similar manera que los patógenos en los medios desinfectados (CYTED, 2016).

Bacterias coliformes totales en el agua

Denominadas como bacterias intestinales lactosa-positivas, determinándose más con el fin de aislarlas que por razones taxonómicas. Se caracteriza la capacidad que tiene de realizar el proceso de fermentación de la lactosa a ácidos y gases rápidamente en 48 horas y a temperaturas de incubación entre 30 - 37 °C. En la familia de las bacterias gram (-) son denominados como bacilos anaerobios facultativos y aerobios, que no generan esporas teniendo varios géneros: *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Citrobacter*, etc.



Estas bacterias se desarrollan en el sistema digestivo del ser humano y animales, sin embargo también en otros ambientes como son el suelo, plantas, cascara de huevo, agua, etc. La existencia elevada de bacterias coliformes en los sistemas de abastecimiento de agua potable o tratada, no se debe a la deficiencia de la planta de tratamiento, sino al desarrollo y proliferación nueva de estas bacterias. Debido a que es muy dificultoso diferenciar el resurgimiento de bacterias coliformes con los nuevos contaminantes, se admite que todas tienen un desarrollo nuevo (Giles, 2009).

Las bacterias *Escherichia* son una población común de bacterias evidentemente sanas sin embargo los géneros de *Shigella* y *Salmonella* se encuentran relacionadas con diversos tipos de enfermedades. Por ejemplo *E. coli*, se caracteriza por ser un simbiote que le brinda a su huésped la vitamina K, que este no puede sintetizar TYCA (2008). En condiciones normales, *Escherichia coli* no causa enfermedad, aunque pueden aparecer diferentes tipos de esta bacteria y causar serios problemas intestinales. Como por ejemplo la diarrea en niños en regiones desfavorecidas, que es considerada una principal causa de mortandad infantil en los países bajos y la aparición actual de un nuevo serotipo de *Escherichia coli* (O157:H7), que ha causado epidemias intestinales en países desarrollados no genera aun mayor preocupación.

Genero *Salmonella*

Son comunes en los intestinos de los seres humanos, animales granjeros, aves y a veces los reptiles. La patogenicidad al ser humano, generalmente se transmite a través del consumo de comida contaminada, especialmente de los huevos, pollos y sus derivados (TYCA, 2008). En el caso de *Shigella*, las principales bacterias de esta variedad son las causantes de graves enfermedades intestinales.

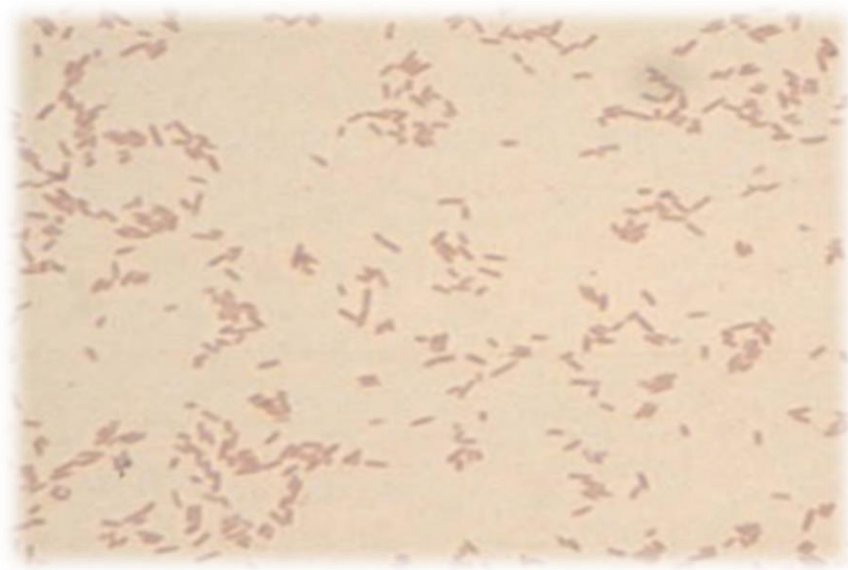


Figura 1. Tinción gram de *Salmonella typhi* vista al microscopio a 40x (OLIM, 2010).

a) Bacterias del genero *Vibrio*

Las bacterias están incluidas en la agrupación gamma de las proteo-bacterias. La mayoría de este género son dañinas para los seres vivos, causando diversos males del sistema digestivo, especialmente *Vibrio cholerae*, causante del cólera. Es común encontrarlos en agua con un alto contenido de cloruros y también en superficies acuosas suspendidas, encontrándose en mayor cantidad los que no resultan tener patogenicidad. Las bacterias del genero *Vibrio*, en su mayoría son bacilos Gram (-) de 2-3 μm de longitud, presentan una curvada forma y están proporcionados de solo un flagelo polar,

permitiéndole su movilidad. Sobrellevan en zonas de alcalinidad, no forman ninguna espora, anaerobias facultativas y son oxidasas positivas (TYCA, 2008).

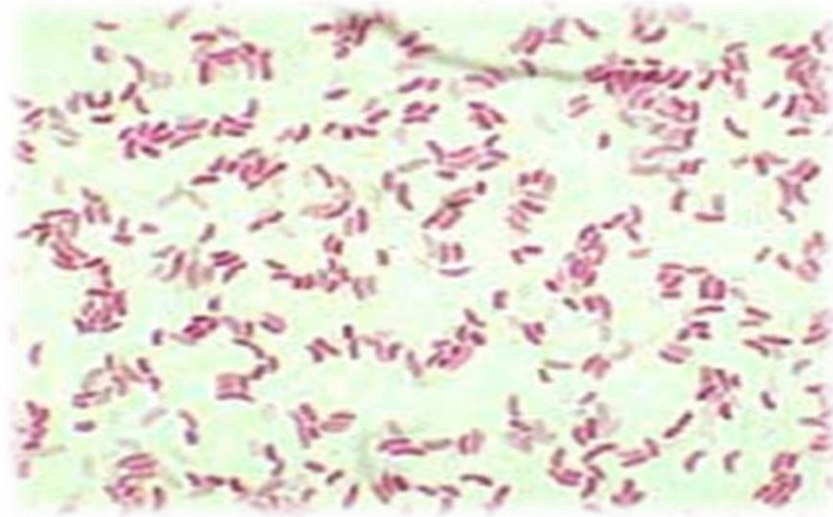


Figura 2. Tinción gram de *Vibrio Cholerae* vista al microscopio a un aumento de 40x (OLIM, 2010).

Bacterias coliformes fecales en el agua

Estas bacterias, especialmente *Escherichia coli*, son relacionadas con el índice de contaminación fecal, a causa de emparentarse con el grupo tifoidea-paratifoidea y su elevada cantidad en diversas muestras. Estas bacterias son un subgrupo de los coliformes totales, que tienen la capacidad de realizar fermentaciones de la lactosa a 44,5 °C. Alrededor del 95% este grupo se encuentra en los excrementos como la *Escherichia coli* y algunas especies de *Klebsiella*. Dado a que las bacterias de este grupo se hallan en su mayoría en las heces de los animales, son el mayor indicador de una contaminación de tipo fecal (CYTED, 2016).

Se cree que los coliformes fecales son termofílicos debido a su tolerancia a altas temperaturas. Este culto está ganando cada vez más adeptos, ya que sería una forma más conveniente de identificar este subgrupo para distinguirse de los macro-coliformes por



sus características de crecer a temperaturas más altas. La coliformes fecales que se encuentran externamente de los intestinos de los seres humanos o animales, pueden desarrollarse en zonas con un adecuado pH, humedad, etc. (Madsen, 2017).

Escherichia coli se encuentra formada por estas cepas: *Escherichia coli* enterotoxigénica, enterohemorrágica, enteroinvasiva, enteropatógena, enteroagregativa y adherente difusa. Sin embargo hay otras cepas que no se han detallado correctamente (Fontalvo, 2018).

a) Bacteria *E. coli* enterotoxigénica

Se le conoce como uno de los causantes de la diarrea del viajero, que se llama así debido a su acuosidad, con ausencia o presencia de fiebre. Esta enfermedad se da en países del tercer mundo y causa daño principalmente a los infantes. La patogenicidad consiste en que los microorganismos son capaces de generar dos formas toxigenicas. Un denominado termo degradable de 89 kDa que es similar en secuencia antigénica y función a la toxicidad del virus del cólera, la otra es producida por ella misma, denominada termoplástica teniendo peso de 4 kDa que puede resistir a la temperatura de ebullición hasta 30 minutos. La infección se puede propagar al comer alimentos como verduras crudas y agua. La proporción infecciosa para adultos se calcula en 10⁸ bacterias; Sin embargo, en personas jóvenes y los de tercera edad, la proporción infecciosa es menor. (Mandigan, 2018).

b) Bacteria *E. coli* enteropatógena.

Esta bacteria es la razón por la que los lactantes tienen EDAs, en especial en países de bajos recursos. Esta bacteria se llega a adherir a la mucosa del intestino delgado, así sus desarrollos virulentos pueden generar mayor adhesividad, e incluso llegan a perforar



a las células mucosas que se encuentran en el intestino. Esta infección bacteriana causa EDAs acuosas que suele curarse por sí solas, aunque a veces puede ser crónica.

La patogenicidad ocurre cuando el microorganismo produce dos proteínas: el gen original y el factor de adhesión generado por un plásmido, dos proteínas que le aseguren unirse a las células intestinales y así destruir las microvellosidades intestinales. Estos brotes se producen por el acto de consumir derivados de carnes o aguas contaminadas. En los análisis prácticos se halló la proporción infecciosa de 106 MOs (Mandigan, 2018).

c) Bacteria *E. coli* enteroinvasiva.

Esta bacteria se encuentra relacionada con el grupo del género *Shigella*, causando un mal parecido a la *Shigellosis*. Esta enfermedad se encuentra presente de manera general en niños de países económicamente bajos, y también en los turistas que viajan a dichos lugares, Esta enfermedad causa (disentería invasiva) al rodear las células del epitelio de la mucosidad intestinal Aunque la cantidad infecciosa para esta bacteria es de 10 – 100 (Food y Drugs, 2017).

d) Bacteria *E. coli* enterohemorrágica EHEC

Este tipo de bacteria fabrica verotoxinas, existiendo dos variantes anti-genéticas de dicha toxina. La ECEH se ha vinculado con la inflamación del colon acompañado de sangre, debido a la sangre se puede provocar la insuficiencia renal aguda, microangiopática y trombocitopenia. Esta verotoxina es parecida a la toxina shiga que es fabricada por *Shigella dysenteriae* tipo 1 (Food y Drugs, 2017).

Se muestra en la tabla 5, la propiedad y el síntoma de cada cepa de *E. coli* que fueron explicadas anteriormente.

Tabla 5. Propiedades y síntomas causados por algunas cepas de *Escherichia coli* patógenas, (FONTALVO, 2018).

Propiedades y síntomas causados por algunas cepas de <i>Escherichia coli</i> patógenas				
Tipo	ETEC	EPEC	EHEC	EIEC
Toxina	Lábil	Negativo	Shiga o vero	Negativo
Invasiva	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo
Intiminas	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo
Enterohemolisina	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo
Aspecto De Las Heces	Aguadas	Aguadas Sanguinolentas	Aguadas Muy Sanguinolentas	Mucoides Y Sanguinolentas
Presencia De Leucocitos En Las Heces	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo
Fiebre	Baja	Si	No	Si
Intestino Involucrado	Delgado	Delgado	Colon	Colon Y Parte Baja Del Delgado
Dosis Infecciosa	Alta	Alta	Baja	Alta
Serotipos	Varios	026,O111 Y Otros	0157 H7, 026, O111 Y Otros	Varios

Bacterias heterotróficas

Como no tienen clorofila, no pueden sintetizar su propio alimento, por lo que obtienen su energía química de los alimentos que tienen otros organismos, obviamente dependen de otros organismos para vivir. Las células procariotas en su mayoría son heterótrofas, por lo que se alimentan de la inclusión de material orgánico producida por otros organismos vivos. Caracterizados por realizar el catabolismo aerobio o anaerobio, a través de la fermentación, siendo la mayoría necesarias industrialmente. Existen bacterias heterótrofas que sobreviven a expensas de otros microorganismos, con beneficio mutuo, denominados así simbioses (Cáceres, 2018).



2.2.11 La contaminación del agua

El recurso acuífero es muy necesario para poder existir, es considerada básica para todos los seres vivos, por lo tanto debería considerarse como derecho humano básico. Actualmente el agua es el oro azul, muy valioso debido a la cantidad limitada de este bien, existente en el mundo. Sin embargo el desgaste inadecuado de este recurso natural viene desde antiguos tiempos, incrementándose con el tiempo (Veler, 2018).

La aparición de elementos dañinos y de transición en las agrupaciones conformantes comunes, lleva su origen el llamado "ciclo del agua". Este converge de diversas áreas de calidad ambiental y la acción humana, en la que se desarrollan los contaminantes del agua, De acuerdo con dicho ciclo, las más importantes vías de acceso contaminantes, es debido a las aguas de origen residual, zonas industriales, y las aguas provenientes de la agricultura o ganadería.

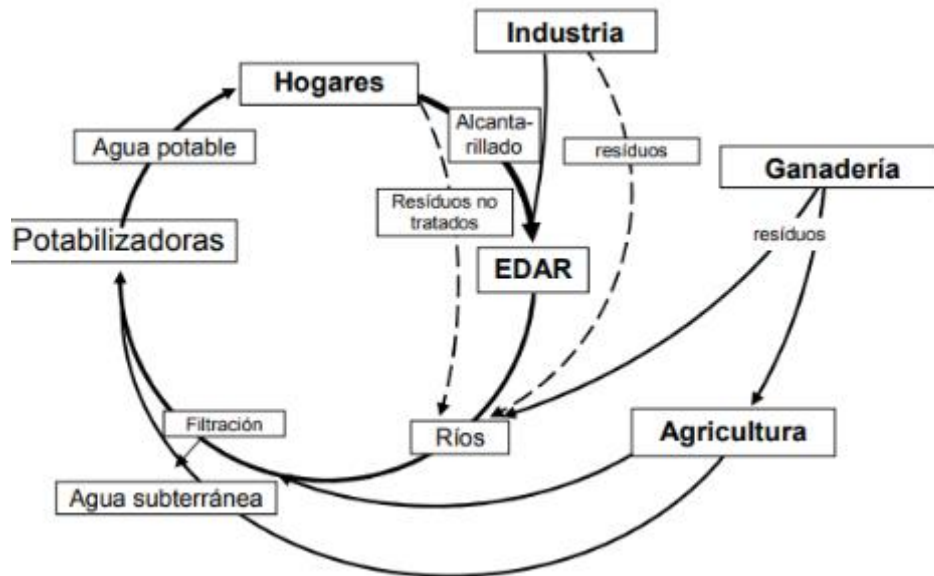


Figura 3. Ciclo hidrológico del agua subterránea y su relación con zonas residuales, ganaderas e industriales (Barceló & López 2018).

2.2.12 Fuentes de Contaminación

Fuentes naturales: Dependiendo del terreno por donde discurra el medio acuoso, puede contener ingredientes naturales, debido a la exposición atmosférica y subterránea que pueden llegar a ser perjudiciales salubrementemente.

Fuentes artificiales: Son productos antrópicos y su desarrollo industrial lo conduce a ser peligroso para el medio ambiental y para los microorganismos dificultosos de extinguir (Fernández & Rodríguez, 2017).



2.2.13 Principales agentes de contaminación del agua

Clasificados en los siguientes:

a. Los microorganismos patogénicos. Hace referencia a todos los microorganismos ya sean bacterias, virus, protozoos y otros microorganismos que nos provocan cólera, el tifus, la gastroenteritis y la hepatitis. Aquellos países subdesarrollados cuentan con una mayor probabilidad de presentar ciertas enfermedades por diversos agentes generando así la muerte temprana principalmente en los infantes. Por lo general, estas bacterias ingresan al agua junto con la materia fecal y diversos desperdicios orgánicos liberados por un ser humano enfermo. Por esta razón, una buena medida de la salud del agua para estos patógenos viene a ser el análisis de coliformes en este medio acuoso, de igual forma la OMS indica que el agua potable debe contener 0 colonias de *E. coli* (Trujillo & López, 2015).

b. Desperdicios orgánicos. Se le llama así a todos los residuos de origen orgánico, que son producidos por los seres humanos, animales, etc. incluyendo así mismo a la materia fecal y a las diferentes sustancias que son descompuestas por bacterias anaerobias. Al encontrarse estos desechos excesivamente, la multiplicación de bacterias extingue el O_2 , por lo que no será posible la existencia de los pescados y otros seres vivos en dicha agua y ya no logran existir peces y otros seres vivos en esta agua, debido a la ausencia oxígeno (Trujillo & López, 2015).

c. Las sustancias químicas inorgánicas. En las sustancias inorgánicas se incluyen las sustancias ácidas, salinas y el metal tóxico, tales como el Hg y el Pb. Pues si son grandes cantidades nos causan un terrible daño a los seres humanos (HACH, 2004).

d. Los nutrientes de origen vegetal inorgánicos. Se denomina así a los nitratos y fosfatos, solubles en sustancias acuíferas para su desarrollo, pero si estas sustancias se



encuentran en exceso provocan el un desarrollo acelerado de algas y diferentes organismos provocándose así la contaminación del agua. Cuando las algas y los vegetales se descomponen por MOs, se desaparece el O_2 y ya no es posible la existencia de seres vivos. En consecuencia es un agua inutilizable y maloliente (Trujillo & López, 2015).

e. Los compuestos orgánicos. Se le llama así a las materias orgánicas tales como el plástico, el detergente, la gasolina, etc que terminan en el medio acuoso y se quedan, en algunas situaciones, extenso tiempo, debido a que, al ser sustancias hechas por el hombre, presentan moléculas con difíciles estructuras, que resultan laboriosas para ser degradadas por los microorganismos (Barreto, 2010).

f. Los sedimentos y material suspendido. Una gran cantidad de partículas provenientes del suelo son desviadas al medio acuoso, acompañado de otra materia que se encuentra sin movimiento, son la fuente de mayor contaminación del medio acuoso. Pues esta turbidez que provoca en medio acuoso no facilita la existencia de algunos organismos (Barreto, 2010).

g. Las sustancias radiactivas. Son radiactivos isótopos sencillos que están en el medio acuoso y en algunas ocasiones se llegan a acumular por la cadena trófica, llegando a tener concentraciones cuantiosamente elevadas (Barreto, 2010).

2.2.14 Consecuencias del agua residual de pozos subterráneos.

La contaminación tecnológica de las aguas subterráneas está asociada al forma de tratar a los desechos (alcantarillado de instalaciones privadas, desechos en vertederos, aguas residuales municipales, lodos, salmueras industriales aceitosas, etc.) residuos mineros (descarga de residuos líquidos a pozo profundo, desechos animales, desechos de origen radiactivo) y no está relacionado directamente con la descarga de desechos (malas



maniobras, ciertas actividad agrícola, minera, derretimiento del agua de caminos, lluvia ácida, construcción y conservación) (Lenntech, 2018).

Características de las aguas residuales

- Se encuentran en estado disuelto, suspendido o intermedio.
- Son llamadas también coloides.
- Son de una naturaleza ya sea orgánica o mineral.
- Confieren propiedades no deseables a los líquidos remanentes.
- Presentan malos olores.
- Se desarrollan todo tipo de enfermedades graves.(Solarte & Rodriguez, 2015).

Bacterias en las aguas residuales

Los organismos que se encuentran en las aguas residuales son la razón de presentar diversos tipos de enfermedades en niños menores de 5 años. Existen bacterias entéricas, que nos provocan una enfermedad de tipo acuática ya sea la fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería, cólera y otras. También existen en las aguas residuales enfermedades causadas por virus, tales como la poliomielitis, la hepatitis infecciosa y otras. (Rodríguez, 2017).

Las aguas residuales y sus componentes dañinos

- **Malos olores:** Provenientes de las sustancias en descomposición derivados de otras sustancias, que presentan un despliegue anaeróbico de sus complejos orgánicos que llegan a producir gases.
- **Trabajo tóxico:** Se debe a la composición del agua residual (composición mineralizada y composición orgánica), perjudicando a la fauna y flora en su desarrollo.



- **Potencialmente infeccioso:** Se encuentra debido a las recepciones de agua que permiten la transmisión de patógenos y se transforman en un grave peligro para las personas expuestas.
- **Cambio de la apariencia física:** Son las distintas áreas de recreación en la cual se desembocan sustancias contaminantes.
- **Polución térmica:** La polución es debido a la industria, pues sus desechos químicos y físicos tienen temperaturas elevadas.

Modos de contaminación de las aguas residuales a los pozos subterráneos

Las aguas subterráneas no se encuentran de forma directa expuesta a las consecuencias de los actos antrópicos, desarrollándose de manera normal en las superficies terrestres. Debido a los medios de contaminación que se producen en la zona acuosa, se nombran los siguientes principales modos contaminantes (Valls *et al*; 1979):

- Filtración de agentes contaminantes provenientes de la lluvia.
- Desarrollo de agentes contaminantes debajo de la tierra, por la dilución normal de las aguas subterráneas
- Desarrollo de patógenos por ríos y caudales existentes
- Maniobras o accidentes de la conducción, depósito o enterrados de los desechos orgánicos e inorgánicos
- Provenientes desde la superficie terrestre a la captación desalojada o construida erróneamente
- Provenientes de un acuífero que contamina a otro por los medios de captación que se encuentran relacionados
- Maniobras con sentido experimental de ciertas personas



2.2.15 Situación actual de abastecimiento de agua potable en el centro poblado

Chilla

El C.P Chilla se ubica en el distrito de Juliaca- San Román, departamento Puno, presentando una latitud Sur: 15° 29' 44.8" S (15.49578492000), longitud Oeste: 70° 6' 12.1" W (-70.10334952000), Altitud: 3 826 msnm. La clasificación que se le da, es de zona rural, categoría caserío, y se encuentran un total de 500 familias viviendo en este centro poblado Chilla (Aponte, 2012).

Chilla cuenta con servicio educativo, en inicial y primaria, también cuentan con un cementerio denominado “Cementerio de Chilla”, sin embargo, un 78% no presentan con los servicios básicos de saneamiento, y la zona más afectada es la adyacente a la planta de tratamiento de Chilla. Los domicilios en su mayoría presentan letrinas, como reemplazo al servicio de desagüe; y consumen agua de pozos, en vez de agua potable.

Situación de las viviendas adyacentes a la planta de tratamiento Chilla

La situación mucho más crítica se vive alrededor de la planta de tratamiento Chilla, donde cierto estudio realizado por la escuela profesional de ingeniería ambiental de la UNAJ nos confirma que las aguas de los pozos que consumen los moradores están contaminadas con materia fecal. Sin embargo, no se determinó si la contaminación proviene de la laguna de oxidación, de la planta de tratamiento Chilla o de los silos o letrinas de la zona.

De un total de 115 personas, cuentan con el servicio de recojo de basura un 43.1% del total de persona encuestadas y el 56.9% no cuentan con este servicio (Huamaní, 2017).



Figura 4. Planta de tratamiento Chilla en el CP Chilla del distrito de Juliaca.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

La investigación se realizó alrededor de la planta de tratamiento Chilla – provincia San Roman- departamento Puno, que se encuentra localizado con latitud sur de 15°29'44.8”, longitud oeste 70°6'12.1" y a una altura sobre el nivel del mar de 3 826 m. Así mismo linda hacia el lado norte con el rio Torococha, lado sur con el centro poblado Ayabacas, este con Av. Juliaca y oeste con el centro poblado Santa María. Está a una distancia de 8 km desde el centro de la ciudad de Juliaca y a 48 Km del departamento Puno (Turpo, 2018).

El centro poblado Chilla cuenta con una planta de tratamiento y laguna de estabilización, que se encuentran a 7 km de la Av Modesto, siendo estaba avenida zona céntrica del CP y a 2 km de la escuela primaria e inicial de Chilla.

Las pruebas bacteriológicas se realizaron en el laboratorio de “Microbiología de los Alimentos” de la facultad de Ciencias Biológicas - UNAP en la ciudad de Puno y las pruebas físico-químicas en el laboratorio B & C S.A.C (Laboratorio de Análisis Químicos y Microbiológicos) de la ciudad de Juliaca.



Figura 5. Ubicación de la planta de tratamiento de Chilla en el distrito de Juliaca
(www.googlemaps.com).



Figura 6. Los 10 puntos de muestreo de pozos investigados a 50m y 200m de la planta de tratamiento Chilla en el distrito de Juliaca, (www.googlemaps.com).



3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada es tipo descriptiva, debido a que se analizó y represento mediante el programa estadístico infostat y excel, los datos obtenidos de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas de los 10 puntos de muestreo entorno a la planta de tratamiento Chilla, también se realizó la diferencia significativa entre aguas de pozos ubicadas a 50 m y a 200 m de la planta, mediante la prueba T de student.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se realizaron los estudios bacteriológicos, físico y químicos, tomando 10 puntos de muestreo entorno a la planta de tratamiento Chilla - Juliaca con sus 3 repeticiones cada una; siendo en total 30, entre los meses enero - julio se tomó 15 muestras a 50 m entre marzo – agosto y 15 muestras a 200 m, como se representa en la tabla 6.

Las muestras para estudio bacteriológico, físico y químico estaban contenidas de 500 mililitros, resultando un total de 1 500 mililitros para cada muestra, según el manual de análisis de agua HACH (2004), esta cantidad es la apropiada.

La muestra fueron homogéneas, representativas, rotuladas y se recolectaron en un frasco esterilizado, de igual manera no debe excedieron más de 6 horas para su análisis respectivo, tomando en cuenta al manual práctico de análisis de agua de calidad para bebida (Fundación Nacional de Salud, 2013)



Tabla 6. Número, lugar y mes de muestreo para estudio físico, químico y bacteriológico de aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca 2020.

		Pozos de muestreo /Repeticiones										
Lugar muestreado	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
50 m de la planta	enero - julio	3	3	3	3	3						15
200 m de la planta	marzo- agosto						3	3	3	3	3	15
TOTAL		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Determinación de los parámetros físicos: temperatura, sólidos totales disueltos y turbidez del agua de pozos de consumo de los seres humanos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca.

a) Procedimiento para toma de muestra

Se procedió según las indicaciones del manual de análisis de agua HACH (2004) y el manual práctico de análisis de agua de calidad para bebida (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Se recolectaron las muestras en recipientes de vidrio enroscados boquilla amplia y tapa rosca con una capacidad portante de 500 mililitros cada uno, previamente esterilizados. Se utilizó pabilo de 5 m para sujetar el frasco, sumergiéndolo después hasta una profundidad de 2 m, una vez obtenida la muestra, se retiró el frasco del pozo, realizando un secado con papel absorbente, luego se rotuló colocando la procedencia del



agua, el tiempo exacto en el que se realizó el muestreo y su código de muestra, después los frascos fueron trasladados en cooler Laboratorio de Análisis Químicos y Microbiológicos B & C S.A.C para su respectivo análisis físico (HACH, 2004).

b) Determinación de los parámetros físicos en aguas de pozos del CP Chilla

Análisis para determinar la temperatura

Método: Colorimétrico.

Fundamento: El método colorimétrico requiere del contacto de la muestra con el aparato de medición, que al interactuar estas dos, se reconocen los sensores colorimétricos del agua, que marcan los resultados de manera digital en el termómetro de agua (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Procedimiento: Se colocó 50 ml de la muestra, en un matraz tipo Becker de 250 ml; enseguida se sumergió un termómetro acuático al matraz, Se esperó que el mercurio tome una forma estable; luego se realizó la prueba con el bulbo del termómetro que aún se mantenía en el agua, anotando después el valor adquirido en el cuaderno de control (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Análisis para determinar los Sólidos Totales Disueltos

Método: Conductímetro

Fundamento: Este método es eléctrico basado en las propiedades de las soluciones conductoras de corriente que tiene el conductímetro, analizando la temperatura y concentración y/o existencia de iones de la muestra analizada, dando un valor en unidades ohms (Fundación Nacional de Salud, 2013).



Procedimiento: Dentro de una probeta se trasladó 50 ml de la muestra de agua, luego se procedió a introducir el electrodo perteneciente al conductímetro, para después anotar el valor adquirido en el cuaderno de control (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Análisis para determinar la turbidez

Método: Colorimétrico.

Fundamento: Este método determina la cantidad energética absorbida que genera radiación por las diferentes partículas de la muestra analizada, en relación a la longitud de onda específica que son medidas con el turbidímetro digital (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Procedimiento: Se colocó 50 ml de agua muestreada dentro de un frasco Erlenmeyer de 250 ml, se adicionó 5 ml de un compuesto Buffer estabilizador y 5 ml de cloruro de bario al 5%, analizándolo en un turbidímetro digital, dándonos así un valor que fue registrado en el cuaderno de control (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Las parámetros estudiados son la temperatura, STD y turbidez de 5 muestras de pozos ubicadas a 50 m comparándolas con las 5 muestras ubicadas a 200 m, así mismo se analizó si cumplen los LMP del reglamento de calidad de agua de consumo de los seres humanos mediante el Software estadístico InfoStat, programa Excel y la prueba T de Student ($P < 0.05$) con la finalidad de obtener la estadística inferencial.



3.3.2 Determinación de los parámetros químicos: pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos del agua de pozos de consumo humano del CP Chilla del distrito de Juliaca.

a) Procedimiento para toma de muestra

Se trasladó el cooler a una temperatura de 5°C contenido de los frascos de vidrio, tapa enroscada de 1 litro de capacidad. Luego se procedió a sujetar con pabilo de 5m, cada frasco, de la parte superior. Enseguida se desinfectó alrededor del pozo con alcohol al 70% y se introdujo el frasco por un costado del pozo, se extrajo con cuidado el frasco, totalmente lleno sin dejar cámara de aire. Después la muestra se rotuló y se trasladó al cooler al Laboratorio de Análisis Químicos y Microbiológicos B & C S.A.C para el respectivo análisis (HACH, 2004).

b) Determinación de los parámetros químicos en aguas de pozos del CP Chilla

Análisis para determinar el pH

Método: Potenciométrico.

Fundamento: El método potenciométrico se resume en el hecho de que entre dos disoluciones con distinta $[H^+]$ se presenta una diferencia del potencial. Esta misma establece que cuando las dos soluciones reaccionan se produce una corriente eléctrica la cual es medida con el phmetro (HACH, 2004).

Procedimiento: Se puso 50 ml de la muestra en un vaso precipitado de 200 ml de capacidad; después se introdujo el phmetro que midió la corriente eléctrica producida en la reacción, en una escala de 0 a 14, anotando después el resultado (Fundación Nacional de Salud, 2013).



Análisis para determinar la dureza total

Método: Titulométrico.

Fundamento: Este procedimiento calcula la dureza del agua, establece la concentración de Ca y Mg, usando una solución de la sal etilendiaminotetraacética Ca o su sal de sodio como valorante, que forma un complejo quelato soluble de iones de Ca y Mg. Las guías utilizadas con coloración negra eriocromo T muestran que en el momento que la totalidad los iones Ca y Mg forman complejos con EDTA, pH 10, adquieren una coloración parecida al tono rojo vino (Sunass, 2010).

Procedimiento: Para obtener el valor de la dureza total se utilizó el procedimiento con EDTA, donde, se colocó 50 ml del agua muestreada a un matraz erlenmeyer de 250 ml, luego se aumentó 2 ml del compuesto amortiguador (buffer) con pH 10, se removió la muestra llegando a formar un tono rosa claro, inmediatamente se añadió un par de gotas de eriocromo T y al concluir se tituló con la solución EDTA sacudiendo la muestra fuertemente (adquiriendo un tono azul) apuntando el volumen de gasto (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Análisis para determinar cloruros

Método: Titulométrico

Fundamento: El método titulométrico es usado en la valoración química de cloruros usando como guía el cromato potásico. La conformación de Ag_2CrO_4 , de tono rojo, dará a conocer el punto final de la valoración. En el periodo de valoración, los escenarios que deberían presentarse pueden ser que el cloruro precipite de manera cuantitativa como cloruro de plata antecediendo a la conformación del precipitado de Ag_2CrO_4 . Por otro lado, los indicadores deben ser lo suficientemente perceptivos que puedan lograr dar un



cambio de tono en su coloración altamente notable, con una cantidad disminuida de Ag (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Procedimiento: Se utilizó 50 ml un matraz Erlenmeyer de 250 ml, en el que se agregó 0.5 ml del agua muestreada y 2 ml de compuesto indicador de K_2CrO_4 (cromato de potasio), se tituló con solución de nitrato de plata, donde cambió el tono amarillento a un tono ladrillo rojizo y luego se evaluó el desgaste. Se registraron los datos resultantes siendo estos reemplazados por la siguiente fórmula (Fundación Nacional de Salud, 2013):

Cálculos:

$$\text{mg/L Cl} = \frac{(A - B) \times N \times 35.45}{\text{mL de la muestra}}$$

Donde:

A = Gasto de la muestra del titulante en mililitros

B = Gasto del blanco del titulante en mililitros

N = La normal del titulante

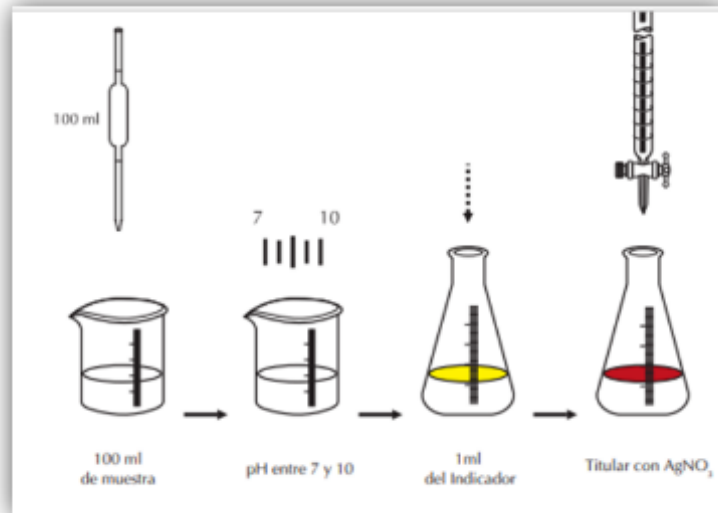


Figura 7. Esquema de la determinación de cloruros en aguas subterráneas (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Análisis para determinar los nitratos

Método: Espectrofotométrico.

Fundamento: Los nitratos se reducen cuantitativamente a nitrito, por lo que el nitrito desarrollado hace reacción con la sulfanilamida formando así la sal de diazonio que hace reacción al clorhidrato de N-1- naftiletildiamina y a si conformar dos átomos de nitrógeno unidos entre sí por un doble enlace compuesto, la cual tiene una absorbancia de tamaño 540 nm (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Procedimiento: Se agregó 2,5 ml del agua muestreada y se disolvió alcanzando la marca de 5 ml con 0,1 g de reactivo ácido mixto para agregar 0,1 g de colorante. El reactivo de crecimiento se tapó y se mezcló durante 1 min. Esperamos 5 min. para colocar inmediatamente el tubo en el visor octa-slide 2, y al concluir se informó la cantidad de partes por millón de nitratos (Fundación Nacional de Salud, 2013).



Análisis para determinar los sulfatos

Método: Nefelométrico

Fundamento: El compuesto SO_4^{2-} llega a precipitarse, en un determinado compuesto acético ácido, con el ión positivo Ba^{2+} de manera que reacciona a cristales de sulfato de bario BaSO_4 de dimensión uniforme, los que de alguna manera tienen que conservarse en suspensión uniforme por un lapso que sea considerable para calcular la absorbancia que ésta origine. Cada muestra originará un contenido de SO_4^{2-} que se obtendrá partiendo de la curva de calibrado que se obtuvo ya con anterioridad en la prueba (Coaquira, 2018).

Procedimiento: Dentro de un frasco erlenmeyer de 250 ml de capacidad máxima, se puso 50 ml del agua muestreada, adicionándose 5 ml de la solución Buffer, después 5 ml de cloruro de bario al 5%, luego se removió enérgicamente e introducir el turbidímetro, dándonos a si un resultado que fue apuntado en la ficha de controles. (HACH, 2004).

Las variables analizadas fueron pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos de 5 muestras de pozos ubicados a 50 m comparándolas con las 5 muestras ubicadas a 200 m, así mismo se analizó si cumplen con los LMP del reglamento de calidad de agua de consumo de los seres humanos mediante el Software estadístico InfoStat, programa Excel y la prueba T de Student ($P < 0.05$), con la que se realizó la prueba de estadística inferencial.



3.2.3) Determinación de los parámetros bacteriológicos: coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas del agua de pozos de consumo humano del CP Chilla del distrito de Juliaca.

a) Procedimiento para toma de muestras:

Se procedió según las indicaciones que da el manual práctico de análisis de agua (Fundación Nacional de Salud, 2013) y el manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida (Aurazo, 2004).

Cada una de las muestras fueron almacenadas en frascos de vidrio blanco, boquilla amplia, con tapa de vidrio esmerilado, totalmente sellado y esterilizado, con las cuales se extrajo 125 ml para cada muestra de agua de pozo, luego se procedió a la codificación de cada frasco y colocación en un cooler para su mantenimiento, trasladándolas después al laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas en la UNAP del departamento Puno (Fundación Nacional de Salud, 2013).

b) Determinación de los parámetros bacteriológicos en aguas de pozos del CP Chilla.

Determinación de coliformes totales.

Método: Técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)

Fundamento: La Técnica de dilución por tubo múltiple se basa en las capacidades que posee el conjunto de microorganismos para fermentar lactosa con formación de ácido y gas cuando se incuba a $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ por un periodo de 48 h en sales biliares. Cuya definición incluye dos etapas: la parte de presuntiva y la fase confirmativa (Giles, 2009).

En la primera etapa presuntiva se maneja el medio de cultivo del caldo lauril sulfato de sodio que nos permitirá el rescate de aquellos microorganismos que se



encontraban deshechos en la muestra analizada y que a su vez tengan la cualidad de utilizar lactosa como origen del carbono. En la fase confirmativa se utiliza el caldo lactosado bilis verde brillante, el cual es un medio de selección que nos posibilita la multiplicación de microorganismos que tienen la capacidad de tolerar tanto el verde brillante bilis y las sales biliares (Giles, 2009).

Procedimiento: Se aplicó la prueba de presunción y confirmación que se muestran:

a) Prueba presuntiva

Se aisló una bacteria en 15 tubos de ensayo que fueron ordenados de 5 en 5; en los 5 tubos iniciales se colocó los que contenían caldo lactosa de doble concentración inoculándose con pipeta estéril, se proseguía colocando 10 ml del agua muestreado en cada tubo (Dilución 1:1). Enseguida a los 10 tubos sobrantes (que contenían caldo lactosa simple concentración), se inoculó en las primeras 5, 1 ml de la muestra (Dilución 1:10) y en los últimos 5 tubos, se inoculó 0.1 ml de la muestra (Dilución 1:100). Finalmente se homogenizó cada tubo y se llevó a incubarlos a 35 ± 0.5 °C durante 24/48 horas. Se tuvo en cuenta que, si en el transcurso de 24 a 48 horas existía la conformación de gas al interior del tubo de Durham, significaba que la muestra presuntiva es positiva, por esta razón se realizó la prueba confirmativa (Fundación Nacional de Salud, 2013).

b) Prueba confirmativa

Se tomó la cantidad de tubos que resultaron positivos del ensayo presuntivo (formación de gas) en sus 3 diluciones, ya sea de 1:1; 1:10 y 1:100. Se utilizó la misma cantidad de tubos contenidos del medio de cultivo verde brillante bilis a 2 %; con un asa de platina, preliminarmente esterilizada, se retiró de cada tubo con resultado positivo a la prueba presuntiva, una cantidad de las muestras y se inoculó en el tubo que le correspondía guardando este, el medio verde brillante. Dicho proceso toma la



denominación de trasplante. Enseguida se identificó los tubos e incubó por un periodo de 24 a 48 horas a temperaturas de 35 ± 0.5 °C. Si al final de este lapso de tiempo se produce formaciones de gas al interior del tubo de Durham, la prueba es estimada como positiva. En el caso de que las formaciones de gas sean nulas, la prueba es estimada como negativa, Los datos obtenidos se expresaron en N.M.P (Número Más Probable) /100 ml de las pruebas y para establecer este N.M.P, se verificó la mezcla conformada a partir de cada uno de los tubos con resultado positivo que mostraron las diluciones 1:1; 1:10; y 1:100 en la prueba afirmativa (Fundación Nacional de Salud, 2013).

Determinación de coliformes fecales.

Método: Técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)

Fundamento: El recuento de coliformes fecales más probable se ejecuta partiendo de tubos de ensayo positivos y depende de la suficiencia de la bacteria para descomponer la lactosa y crear gas cuando se incubaba a temperatura ambiente de $44,5 \pm 0,1$ °C durante 24 a 48 horas (Giles, 2009).

Procedimiento:

Todos los tubos presuntamente positivos (generación de gas) y todos los tubos negativos que mostraban incremento después de 48 h se usaron en las disoluciones (1:1; 1:10 y 1:100) para el análisis de bacterias coliformes fecales. A continuación, la fracción se transfirió con un asa de siembra a los tubos de ensayo que contenían medio EC. Se mezclaron todos los tubos y fueron colocados en baño maría durante 30 min, siendo después incubados en un baño maría a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 ± 2 h; y finalmente, si la formación de gas ocurre dentro de las 24 horas o menos, esto indica la presencia de bacterias coliformes. (Fundación Nacional de Salud, 2013).



Los datos obtenidos se expresaron en N.M.P (Número Más Probable) /100 ml de muestra.

Determinación de bacterias heterotróficas.

Método: Placa fluida, difusa o filtración por membrana (FM).

Fundamento: Este método se basa en el conteo de "unidades formadoras de colonias" o UFC por gramo o mililitro de muestra. Cada colonia cultivada en el medio seleccionado seguidamente del período de incubación especificado a la temperatura idónea se considera que proviene de microorganismos, o combinaciones de los mismos, de la muestra de prueba; puesto que los microorganismos son capaces de formar colonias (Giles, 2009).

Procedimiento:

Se transfirió con pipeta estéril, 1 ml de la prueba hacia una placa de petri esterilizada con anterioridad, se entreabrió la placa y adicionó el medio de cultivo que fue fundido previamente y estabilizado a baño maría a 44 - 46 °C, contenido en el tubo de ensayo. Se homogenizó al contenido de la placa con movimientos radiales en forma moderada representando el número (8), aproximadamente 10 repeticiones seguidas y en el instante en el que el medio de cultivo tome una forma sólida, se incuba la placa en posición inversa a 35 ± 0.5 °C por un periodo de 48 ± 3 horas. Al concluir el tiempo de incubación, se realizó el conteo de las colonias con el auxilia de un contador de colonias. Los datos que se obtuvieron se presentaron como número de colonias de bacterias/ml o Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/ml (Fundación Nacional de Salud, 2013).



3.2.3. Pruebas estadísticas para los resultados

Programa Excel

La tabulación de cada uno de los 10 resultados obtenidos y la obtención de los promedios de las tres repeticiones de cada muestra, que se realizó en el programa Excel, para facilitar el procedimiento en el Software estadístico y la prueba de T de Student.

Prueba T de Student

Se aplicó para dos muestras independientes, es decir se analizó los promedios, de las 5 muestras ubicadas a 50m comparándolas con las 5 muestras ubicadas a 200m, para identificar si presentan diferencia significativa o no y si la variable de espacio es imprescindible en la investigación (Neuwirth, 2007).

El cálculo de la prueba T de Student se da utilizando la siguiente formula:

$$T = \frac{Z}{\sqrt{\frac{V}{v}}}$$

Donde:

- $Z \sim N(0, 1)$, es decir, Z es una variable aleatoria distribuida según una normal típica (de media nula y varianza.
- $V \sim \chi^2_v$, es decir es V es una variable aleatoria que sigue una distribución χ^2 con v grados de libertad.
- z y v son variables aleatorias independientes.



Software estadístico InfoStat

Software estadístico InfoStat se utilizó para obtener un análisis estadístico descriptivo y gráfico, que nos dio una representación concreta de los promedios de las 10 muestras. Así mismo la sencillez de su interfaz para cálculo y manejo de datos resulta muy útil. (Neuwirth, 2007).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS: TEMPERATURA, SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS Y TURBIDEZ DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA EN EL AÑO 2020.

4.1.1. TEMPERATURA

Tabla 7. Temperatura (°C), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio ± EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	15 a 35 °C	15.11°C ±3.28°	14.22 °C	17.46 °C
200m	5	15 a 35 °C	15.29°C ±3.33°	14.22 °C	16.46 °C

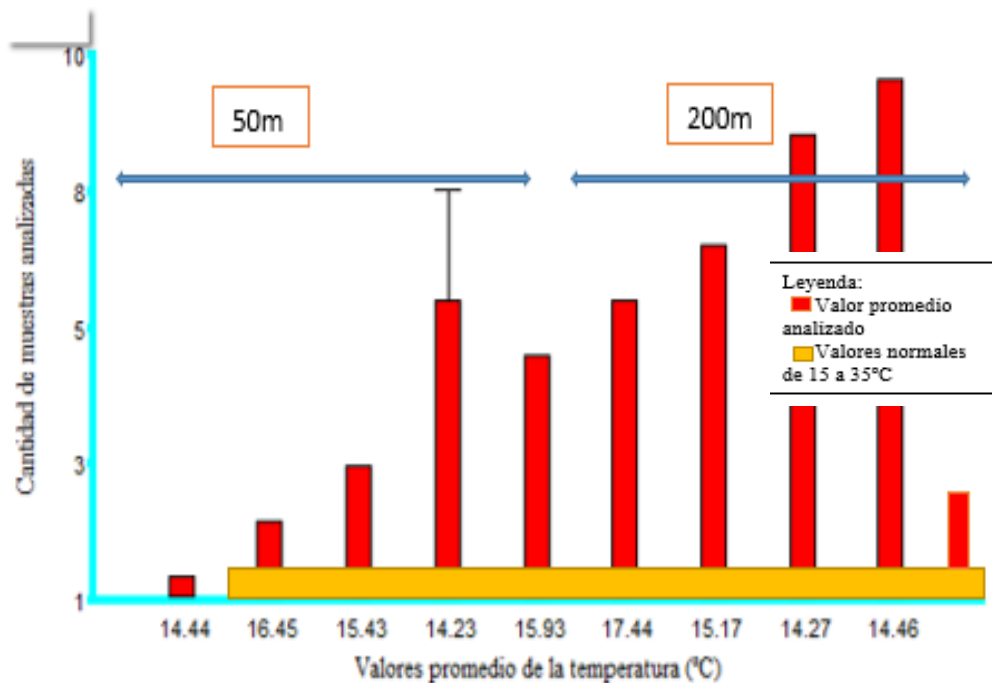


Figura 8. Valores promedio de los temperatura (°C) en aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.



En la tabla 7 y la figura 8, se presentan las temperaturas promedio de 10 muestras de agua de pozo en el CP Chilla de la ciudad de Juliaca que fueron de 15.11 ± 3.28 °C en pozos ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla y en pozos ubicados a 200 m fue de 15.29 ± 3.33 °C, según T de Student ($P > 0.05$), demostrando que no presento un contraste significativo para dicho parámetro, ya que los pozos ubicados a 50 m y 200 m de la planta, presentan similares resultados.

La temperatura es el mejor indicador para lograr medir el estado de calidad del agua, pues influye en la cantidad de oxígeno que logra trasladar el agua. El agua de pozos cuando tiene una temperatura menor transporta más oxígeno según Tobón *et al.* (2017). Por lo tanto, a un radio de 50 m de la planta de procesamiento se transporta más oxígeno que a 200 m. La temperatura del agua influye directamente, incrementando el pH, provocando la pérdida de O₂, aumenta la conductividad eléctrica y los nitratos.

Valores inferiores a los obtenidos, se encontraron en la investigación de Ramirez (2016), pues en su análisis de la temperatura de agua de pozos de Taparachi III, del distrito de Juliaca, fueron de 14.50 ± 0.30 °C en pozos ubicados a 200 m y a 50 m fue de 14.52 ± 5.36 °C, de la misma manera Melcaft & Eddy (2009), en su estudio de aguas de pozos la temperatura no excedió los LMP siendo de 0.40 °C, lo cual no fue representativo para el desarrollo de microorganismos. Sumándose Quispe (2013), menciona que temperatura varía de 8.70 a 10.34 °C en los manantiales Ch'akipata, Cóndor Wachana y Qayqu, también reporta que la temperatura es influyente en varios parámetros como son la conducción eléctrica y el pH de la calidad de agua.

Valores similares, fueron de Vilca (2000), donde obtuvo las temperaturas promedio de Yasín (16.7 - 16.5 °C) y Faón (15.6 - 14.5 °C) provenientes de dos zonas del distrito de Huata del departamento de Puno.

. Valores superiores, se encontraron en la investigación de Olivares (2000) en Samán- Azángaro donde el valor de temperatura es de 19.1 °C que correspondió al meses de febrero – abril, siendo el valor menor de 18.1 °C en los días de abril y una superior en el mes de marzo de 18.6 ± 0.4 °C, así que comparándolo el estudio realizado, que fue en los meses de enero-agosto del año 2022 presentó 3°C menos.

La temperatura influye en la proliferación de bacterias como la *Escherichia coli* también en el retraso o multiplicación de la precipitación de compuestos y según los datos obtenidos de coliformes fecales en la tabla 16 y la figura 17, muestran valores que exceden los LMP, así que es probable que la temperatura haya influido en su desarrollo. Sin embargo, acorde a los datos de la temperatura del agua de pozos, ubicados a 50 m y 200 m de la planta de tratamiento Chilla, no sobrepasan los límites máximo permisibles, que son de 15 a 35 °C, establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.1.2. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Tabla 8. Solidos Totales Disueltos (mg/l), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	0-1000 mg/l	1715.8mg/l \pm 3.02 ^a	617 mg/l	2533 mg/l
200m	5	0-1000 mg/l	814.66mg/l \pm 0.95 ^a	369 mg/l	1580 mg/l

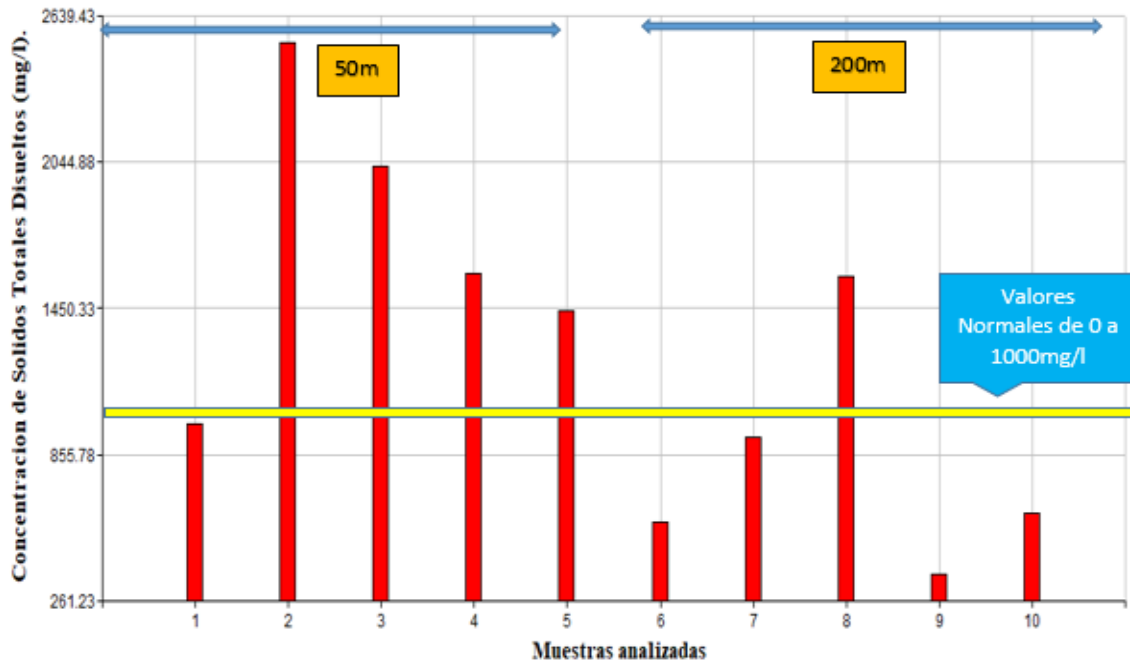


Figura 8. Valores promedio de los Sólidos Totales Disueltos (mg/l), en aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 8 y la figura 9 se representan los sólidos totales diluidos en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020 que fueron de $1715.8 \text{ mg/l} \pm 3.02^\circ$ en los pozos ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla y a 200 m $814.66 \text{ mg/l} \pm 0.95^\circ$, según T de Student ($P < 0.05$), presentó una diferencia considerada, teniendo alta concentración de STD en pozos ubicados a 50 m comparados con pozos ubicados a 200 m.

Los pozos ubicados a 50 m tienen un olor, color, sabor, turbidez y reacción fisiológica en el consumidor, no favorable, y son mucho más perjudiciales que los pozos que se encuentran a 200 m de la planta de tratamiento Chilla. Los sólidos afectan denegadamente el estado del agua o a su fuente de abastecimiento en distintas formas. El agua que presenta una gran cantidad de STD son de menor potabilidad y llegan a incitar una renuencia fisiológica poco favorable en el consumidor ocasional (DIGESA, 2009).



Valores inferiores al estudio realizado, se encontró en la investigación de Coaquira (2018), en el distrito de Cabanillas - Samán donde se obtuvo 1 224 a 1 045 mg/l, siendo estas no aptas para consumo humano según la DIGESA- MINSA.

Valores similares, fueron dadas por Falcón *et al* (2018), donde la concentración de STD fue de 350 mg- 6200 mg, siendo esta no apta para consumo de los seres humanos según los parámetros de calidad del ambiente que esta investigación uso. De la misma manera según Vilca (2000), en la parcialidad de Collana II obtuvo valores de 1 000 mg/l- 1 691 mg/l, que también son consideradas no aptas para consumo humano.

Por lo tanto, el resultado obtenido en nuestro estudio, muestra la relación de los STD con la temperatura, pues el motivo de que existe baja temperatura, es que, en pozos ubicados a 50 m, se encontraron mayores concentraciones de STD.

Se infiere que un índice alto de STD le da al agua un aspecto turbio y reduce el sabor en ésta, así mismo cuando el ser humano ingiere una gran cantidad de esta agua, experimentan irritación gastrointestinal según nuestro marco teórico. Por lo tanto los valores promedio que se obtuvieron de STD muestran que no es apta para consumo humano, puesto que se ubican por encima de los LMP (1 000 mg/l) emitidos por el DS N° 0312010-SA.

4.2.3 TURBIDEZ

Tabla 9. Turbidez (UNT), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	5 UNT	5.27 UNT \pm 2.55°	0.52 UNT	7.30 UNT
200m	5	5 UNT	4.29 UNT \pm 3.48°	0.95 UNT	7.83 UNT

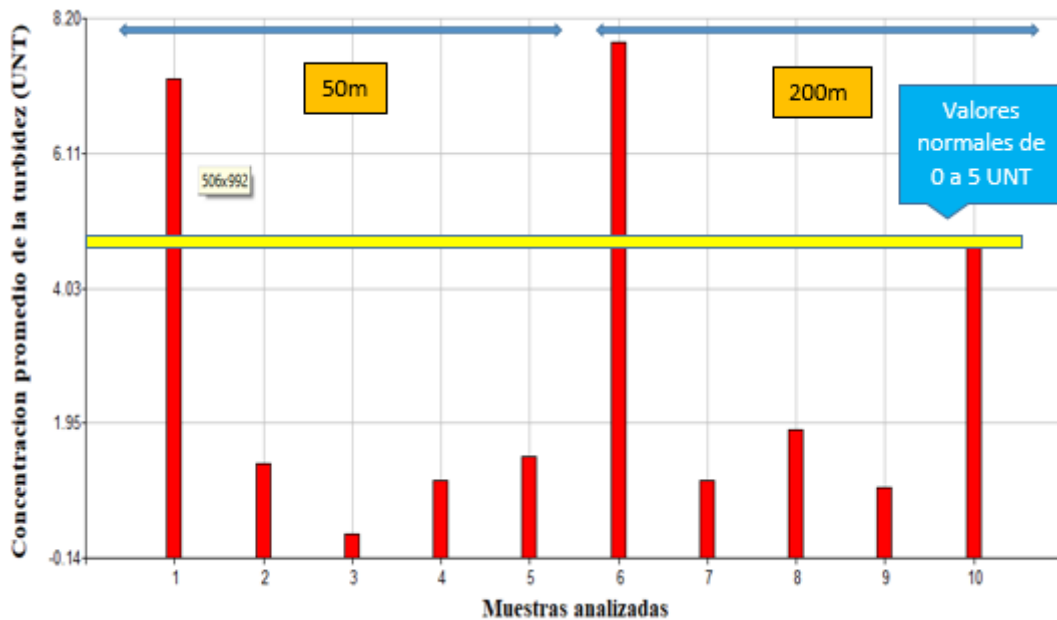


Figura 9. Valores promedio de la turbidez (UNT), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 9 y la figura 10 representan la turbidez de agua de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca fueron de 5.27 UNT \pm 2.55° ubicadas a 50 m de la planta de tratamiento Chilla y de las muestras que se encontraban a 200 m fueron 4.29



UNT \pm 3.48 °, T de Student ($P > 0.05$), no muestran diferencia significativa para este parámetro.

La turbidez se relaciona directamente con los sólidos totales disueltos, pues tanto en pozos ubicados a 50 m, como a 200 m se encuentran partículas suspendidas, como arcilla, cieno o materia orgánica e inorgánica que se encuentran suavemente divididas, por componentes orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentaciones que provienen de la erosión y microorganismos, las dimensiones que presentan las partículas difieren desde 0,1 a 1 000 nm de diámetro, esta se usa para mostrar el estado del agua y la eficacia de la infiltración para establecer si presenta o no la existencia de algún cuerpo que pueda provocar algún tipo de enfermedad.

Valores inferiores a la investigación realizada, se encontraron según Ramirez (2016), en Taparachi III del distrito de Juliaca, donde la turbidez fue de 2.15 ± 0.39 UNT en agua de pozos ubicados a 200 m y a 50 m fue de 3.09 ± 0.42 UNT, ANDEVA ($P > 0.05$). Sin embargo, Quispe (2013), encontró valores similares, en las pruebas realizadas del agua de manantial del área distrital de Santa Rosa -Melgar, pues presento los siguientes promedios: Unu Pata 3.83, Ch'íartita 7.67 UNT, Cóndor Wachana 5.67 UNT, Yuraq Unu 7.00 UNT, Ch'ákipata 6.00 UNT y Qayqu 5.67 y UNT, siendo todas, sin excepción, no aptas para consumo humano.

La turbidez elevada que presentan las 10 muestras de la investigación, es debido a la presencia de materias orgánicas e inorgánicas, que derivan de la planta de tratamiento que está cerca a los pozos muestreados, por lo que incrementan las posibilidades de contraer coliformes totales y fecales. Así mismo conversando con los pobladores el agua de pozos al ser ingerido, provoca cierto dolor estomacal y Enfermedades Diarreicas



Agudas dos veces por semana y hasta la mortandad en niños pequeños de 0 a 5 años de edad. Entonces, debido a los resultados obtenidos, la turbidez muestra que las aguas de pozos de Chilla no son idóneas para consumo de los seres humanos según DS N° 031-2010-SA.

4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS: PH, DUREZA TOTAL, CLORUROS, NITRATOS Y SULFATOS DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA EN EL AÑO 2020

4.2.1. pH

Tabla 10. pH (UpH) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	6.5 a 8.5 UpH	7.28UpH \pm 0.67°	6.40 UpH	8.10 UpH
200m	5	6.5 a 8.5 UpH	7.55UpH \pm 1.38°	7.01 UpH	7.92 UpH

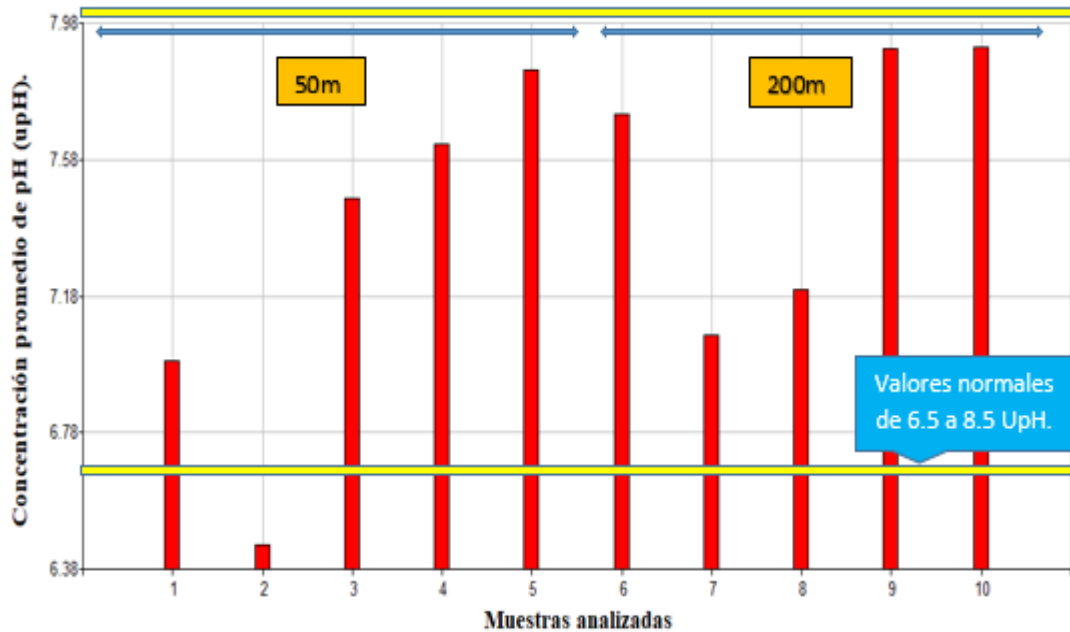


Figura 10. Valores promedio del pH (U pH), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 10 y figura 11 se representan el pH total en aguas del centro poblado Chilla de la ciudad de Juliaca ubicadas a 50 m de la planta de tratamiento Chilla que fue de $7.28 \text{ UpH} \pm 0.67^\circ$ y a 200 m fue de $7.55 \text{ UpH} \pm 1.38^\circ$. Donde la prueba T de Student ($P > 0.05$), no revela diferencia considerable para este parámetro, pues ambas distancias de los pozos muestreados dieron resultados similares.

El pH del agua influye en algunos fenómenos tales como las incrustaciones y el deterioro en los ramales de distribución. En su mayoría, las aguas naturales que no están descompuestas presentan un pH que varía de 6 a 9 (Pradillo, 2020).

Los resultados de la investigación realizada, son similares a los propuestos por Yana con pH óptimo entre 6,5 y 8.5 Coaquira (2018), comparados con los parámetros de la calidad del ambiente, considerada apta para consumo de los seres humanos. Así mismo en la investigación de Campos (2012), se analizó el agua y su calidad en 74 pozos



subterráneos para fin del consumo humano en la ciudad de Puno, por ende se determinó el pH, de los cuales sus valores fluctuaron entre 7.1 a 7.6, considerándose no apta para consumo de los seres humanos según el DS N° 031-2010-SA. (0 UFC/100 ml) dispuesto por la DIGESA. Sin embargo valores superiores se encontraron en la investigación de Ramírez (2016), en la ciudad de Juliaca, zona Taparachi III, donde su estudio de pozos ubicados a 200 m y a 50 m, no resulto apto para consumo humano según el DS N° 031-2010-SA.

Se infiere que el pH influye en los resultados de los procesos químicos, físicos y biológicos (crecimiento y desarrollo de diferentes especies bacterianas), así mismo en los procesos de oxidación y reducción según nuestro marco teórico. El consumo alto de pH puede provocar una disminución de la actividad realizada por el sistema inmunológico, osteoporosis, calcificación vascular, cansancio crónico, irritación en órganos internos y hasta procesos de ulceración. Según los pobladores cuentan con un cansancio irregular a veces y también con problemas intestinales. Por lo tanto, en relación a los datos obtenidos, el pH indica que el agua de pozos ubicados a 50 m y 200 m son parcialmente aptos para consumo, ya que se encuentran entre los valores de 6.5 a 8.5 UpH, establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.2.2. SULFATOS

Tabla 11. Sulfatos (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP

Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	250 mg/l	380.20 mg/l \pm 12.32°	269 mg/l	530 mg/l
200m	5	250 mg/l	315.27 mg/l \pm 15.11°	173 mg/l	545 mg/l

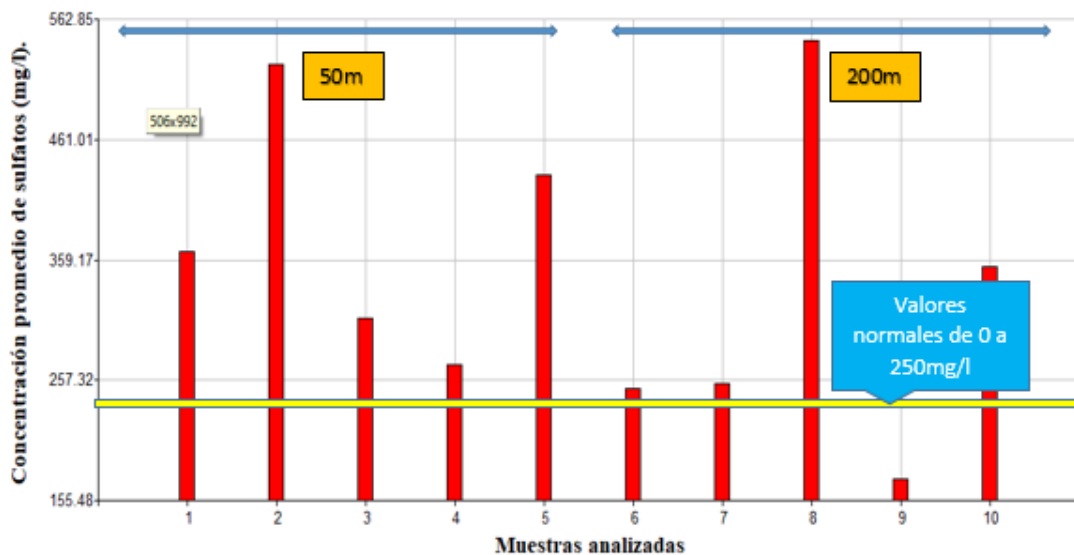


Figura 11. Valores promedio de los sulfatos (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 11 y la figura 12 se representan las concentraciones promedio de los sulfatos (mg/l), en aguas de pozos del CP Chilla, ubicados a 50 m de la planta de tratamiento Chilla fueron de 380.20 mg/l \pm 12. 32° y a 200 m 315.27 mg/l \pm 15. 11° en el distrito de Juliaca-2020, la prueba T de Student ($P > 0.05$), no demostró variabilidad



significativa para la distancia, puesto que, tanto a 50 m, como a 200 m de la planta de tratamiento, presentaron resultados similares.

Valores inferiores a la investigación realizada, fueron dados por Ramirez (2016), que en aguas de pozos ubicados a 50 m de la zona de Taparachi III del distrito de Juliaca, se encontró sulfatos de 324.00 ± 35.75 mg/l a 50m y los que estaban ubicados a 200 m fueron de 226.18 ± 34.16 mg/l demostrando la diferencia significativa puesto que tuvo mayor valor de sulfatos, los pozos ubicados a 50 m comparándolos con los de 200 m, consideradas ambas no aptas para consumo humano. De la misma manera, Chávez (2000), en sus seis áreas de reserva analizadas en Hercca- Sicuani obtuvo índices de sulfatos promedio; primera 70.29 mg/l, segunda: 65.21 mg/l, tercera 71.54 mg/l, cuarta 67.66 mg/l, quinta : 58.85 mg/l, sexta: 64.80 mg/l, al igual que, Quispe (2013), en su estudio concluyó que los manantiales estudiados de la zona distrital de Santa Rosa - Melgar, presentó los siguientes valores promedio de sulfatos Yuraq Unu 5.25 mg/l, Unu Pata 10.08 mg/l, Ch'íartita 14.60 mg/l, 7.38, Qayqu 2.81, Ch'ákipata 9.45 mg/l y Cóndor Wachana 1.91 mg/l, teniendo como promedio máximo el manantial de Ch'íartita y promedio mínimo Cóndor Wachana, consideradas todas aptas para consumo.

Los resultados obtenidos son debido a la existencia de los residuos industriales y también a la materia orgánica e inorgánica según el análisis realizado en Chilla. El consumo del agua de los pozos muestreados con un alto índice de sulfatos provoca un efecto laxante acompañado de deshidratación e irritación gastrointestinal, debido a que el intestino no logra absorber altas cantidades de sulfatos según nuestro marco teórico. Estas aguas, además, tienen un sabor amargo rechazable inmediatamente por los consumidores entorno a la planta de tratamiento Chilla. Por lo tanto, acorde a los datos analizados de

sulfatos es considerada no idónea para consumo de los seres humanos ya que son mayores a 250 mg/l, siendo estos los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.2.3. NITRATOS

Tabla 12. Nitratos (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	50 mg/l	73.42 mg/l \pm 6.2°	61.37 mg/l	79.96 mg/l
200m	5	50 mg/l	60.58 mg/l \pm 5.8°	35.67 mg/l	105.6 mg/l

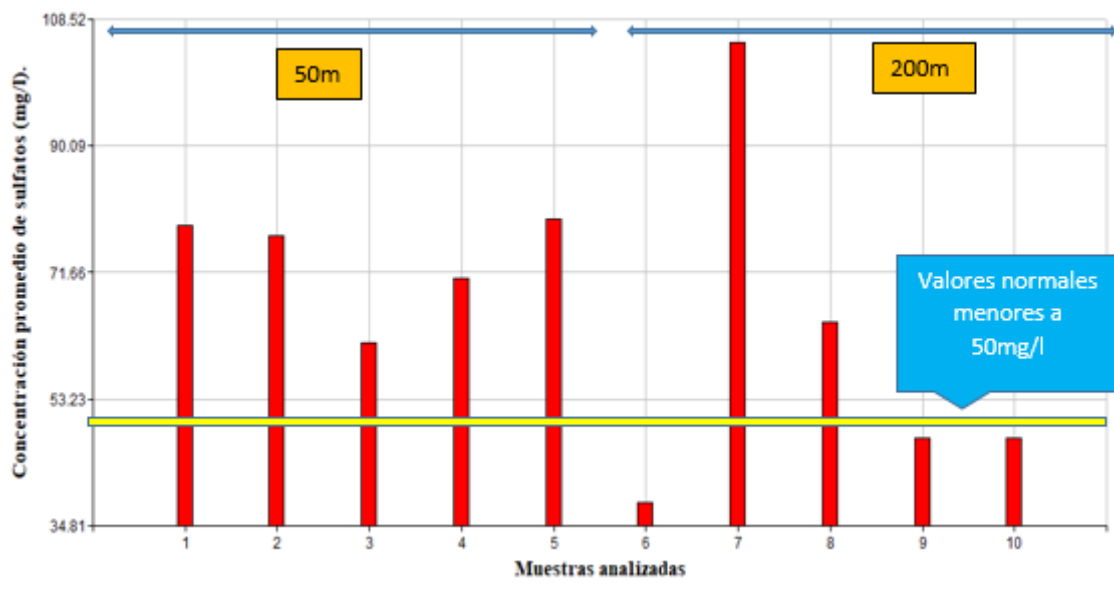


Figura 12. Valores promedio de los nitratos (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 12 y la figura 13 se representan las concentraciones promedio de nitratos en aguas de pozos del centro poblado Chilla - Juliaca, de los pozos que se encontraban a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla fueron de 73.42 mg/l \pm 6. 2° y



a 200 m $60.58 \text{ mg/l} \pm 5.8^\circ$, según la prueba T de Student ($P < 0.05$), estos datos estadísticos revelan un contraste significativo para la presente variable, ya que las distancias de 50 m y 200 m, no presentaron resultados similares.

El valor reportado es a causa de la constante contaminación provocada por el exceso de excrementos de personas y animales, pues estos elevaron la cantidad de nitratos existente en el agua Muñoz et al. (2004). En nuestra investigación, la presencia alta de nitratos es debido a la contaminación producida por desechos de basura de la ciudad de Juliaca, puesto que es ahí donde se encuentra la planta de tratamiento Chilla. De la misma manera las contaminaciones con desechos de excreta también producen nitratos, debido a estas razones, el análisis de nitratos fue indispensable en nuestra investigación.

Valores inferiores al que obtuvo en el estudio, fueron los de Pérez *et al* (2003) y Robles *et al* (2013) con valores que oscilan entre $0.04 - 3.17 \text{ mg/l}$ y $0.81 - 2.20 \text{ mg/l}$ respectivamente, Pacheco et al. (2004) reportó cifras de 45 mg/l hasta 96 mg/l en aguas de pozos ubicados a 2 km de una granja. Valores similares obtuvo Ramírez (2016), que mencionó que la concentración de nitratos en aguas de pozos ubicados a 50 m de la zona de Taparachi III del distrito de Juliaca fueron de $50.10 \pm 3.22 \text{ mg/l}$ y en pozos ubicados a 200 m fueron de $53.40 \pm 3.70 \text{ mg/l}$, donde no mostraron diferencia considerable para esta variable, sin embargo ambas son consideradas no aptas para consumo humano. De igual manera Pérez (2004) reportó valores de 224.63 mg/l , que fue debido al incremento de nitrogenados fertilizantes comerciales usados en la zona agricultora y al reingreso de desechos provenientes de la zona agropecuaria explotada, por lo tanto, en su estudio, las muestras de agua fueron consideradas no aptas para consumo.

El valor obtenido en ambas distancias es debido a los residuos inorgánicos municipales y a la oxidación de los desechos orgánicos que proviene de la planta de

tratamiento Chilla. Así mismo ingerir el agua de los pozos muestreados que presentan un alto índice de nitratos puede provocar un trastorno sanguíneo totalmente letal para recién nacidos hasta los seis meses de edad, denominado metahemoglobinemia o síndrome del “bebé azul”; el cual presenta deficiencias en la circulación de oxígeno de la sangre y también afecta a nivel funcional a las personas adultas según nuestro marco teórico. Por lo tanto, de acuerdo a los análisis de nitratos nos indica que las aguas de pozos ubicados a 50 m y a 200 m son dañinas para los seres humanos que la consumen ya que muestra valores mayores a los LMP establecidos en el DS N° 031-2010-SA.

4.2.4. CLORUROS

Tabla 13. Cloruros (mg/l) en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	250 mg/l	304.48 mg/l \pm 17.42°	89.85 mg/l	499.15 mg/l
200m	5	250 mg/l	151.83 mg/l \pm 18.35°	35.9 mg/l	437.25 mg/l

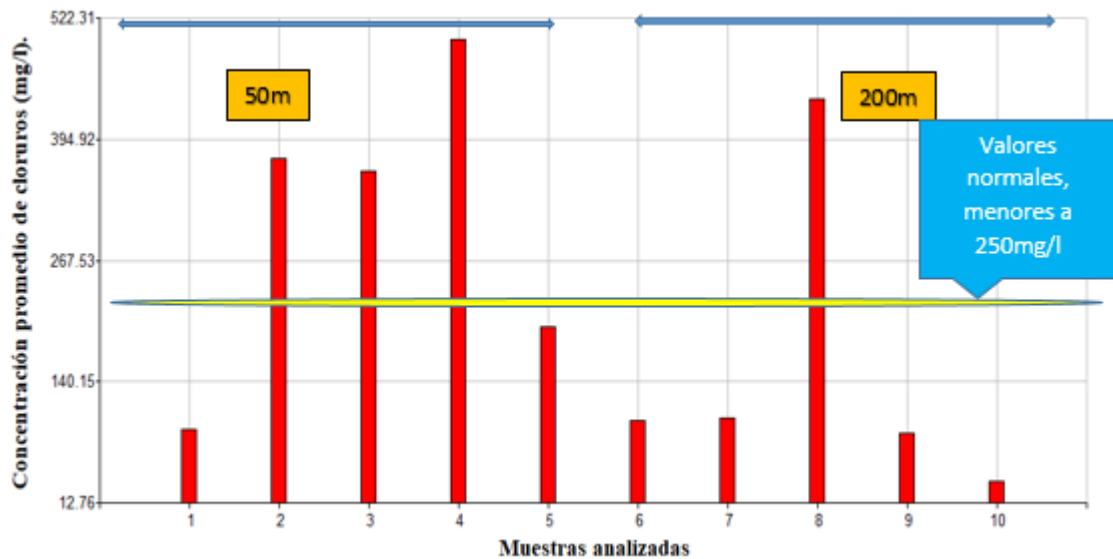


Figura 13. Valores promedio de los cloruros (mg/l), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 13 y la figura 14 se representan los cloruros totales en aguas de pozos del centro poblado Chilla de la ciudad de Juliaca, ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla fueron de $304.48 \text{ mg/l} \pm 17.42^\circ$ y a 200 m $151.83 \text{ mg/l} \pm 18.35^\circ$, según la prueba T de Student ($P < 0.05$), estos datos estadísticos si presentan diferencia considerable para dicha variable, ya que las distancias de 50 m y 200 m, no presentaron resultados similares.

Los promedios de las aguas de los pozos ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla presentan una cantidad superior de concentración que las aguas de los pozos ubicados a 200 m de esta, sin embargo, ambas exceden los LMP, debido a los desechos de lixiviados que provienen de la planta de tratamiento Chilla.

Valores inferiores a los resultados obtenidos, se encontraron, según Ramirez (2016), en los pozos ubicados a 50 m en la zona de Taparachi III del distrito de Juliaca,



pues los cloruros fueron de 256.50 ± 21.34 mg/l y en pozos ubicados a 200m fueron de 134.31 ± 19.77 mg/l, ANDEVA ($P \leq 0.05$) consideradas no aptas para consumo humano. De la misma manera, Quispe (2013), concluye que los resultados de los cloruros de 6 áreas de recolección analizadas en Hercca- Sicuani presentando valores promedio; Captación 1: 278.34mg/l, Captación 2: 96.76mg/l, Captación 3: 79.94mg/l, Captación 4: 60.02mg/l, Captación 5: 72.6mg/l, Captación registrado en la captación 4, siendo la captación 1, no idónea para consumo de los seres humanos. Así mismo como concluye Vence et al. (2009) acerca de los manantiales del distrito de Santa Rosa - Melgar, presentaron los siguientes valores de cloruros, estos oscilaron entre Qayqu 5.94 mg/l., Ch'ákipata 22.64 mg/l, Unu Pata 17.52 mg/l, Cóndor Wachana 18.96 mg/l, Yuraq Unu 10.70 y Ch'íartita 32.89 mg/l. Por otra parte, reportó valores de 0.0035 – 0.600 mg/L, considerándose aptos para consumo humano.

Los cloruros provienen del desemboque de aguas servidas de viviendas, del área agrícola e industrial a aguas de la superficie y las excretas humanas según los análisis del centro poblado Chilla. De tal forma que el consumo del agua de pozos muestreados con un alto índice de cloruros provoca hipertensión arterial, puesto que el órgano del riñón no es capaz de eliminar este elemento. Este mal empeora con el tiempo ocasionando problemas en el corazón y las arterias, otro factor de riesgo es el sobrepeso según el marco teórico. Por consiguiente, acorde a los resultados de cloruros nos muestra que el agua de pozos ubicados a 50 m y a 200 m de la planta de tratamiento de Chilla no son idóneas para ser consumidas por los seres humanos ya que son superiores a los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.2.5. DUREZA TOTAL

Tabla 14. Dureza total (mg/l) con fines de consumo humano en aguas de pozos del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	250 mg/l	268.70mg/l \pm 3.02°	203.75 mg/l	364.28 mg/l
200m	5	250 mg/l	192.48mg/l \pm 3.90°	101.78 mg/l	64.56 mg/l

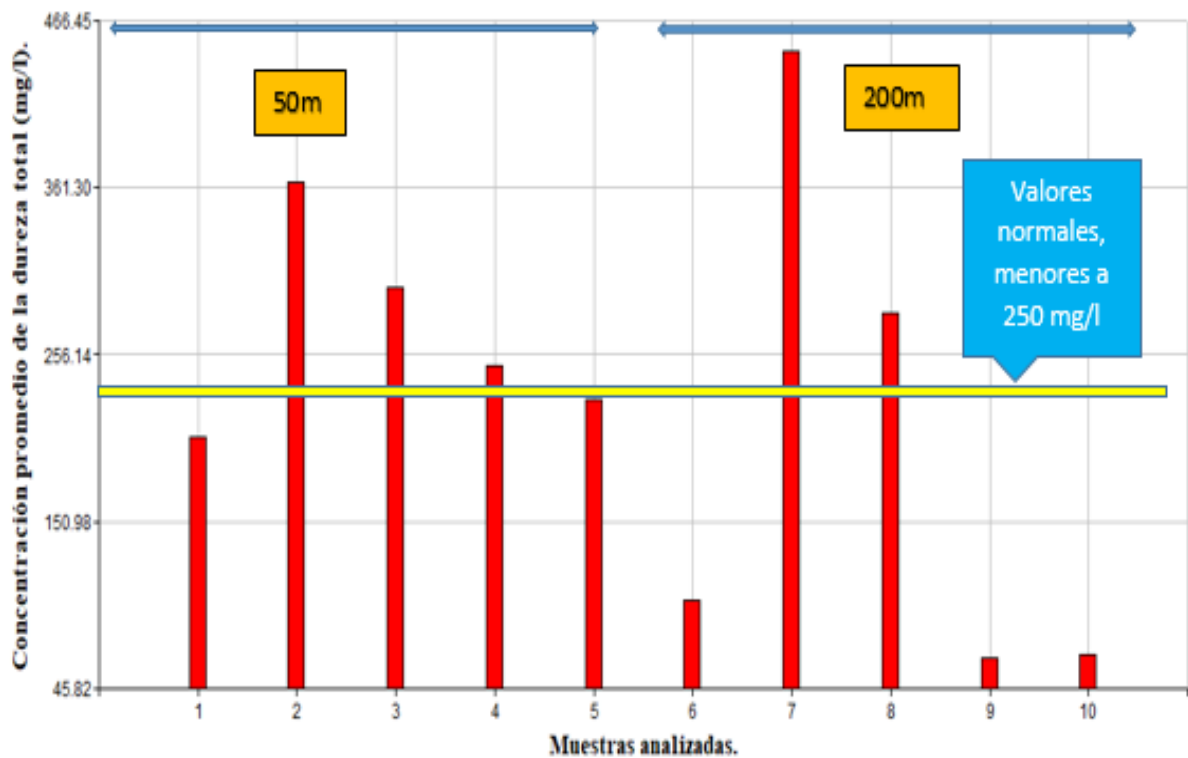


Figura 14. Valores promedio de la dureza total (mg/l), en aguas de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 14 y la figura 15 se representa la dureza total en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca, de pozos ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla que fueron de 268.70 ± 3.02 mg/l y a 200 m 192.48 ± 3.90 mg/l,



según la prueba T de Student ($P < 0.05$), estos análisis presentan diferencia significativa, puesto que las distancias de 50 m y 200 m, no presentaron resultados similares.

Valores inferiores a la investigación se dieron por Santos (2000), en Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México, de acuerdo a la NOM 127-SSA1-1994 pues la mayoría de los pozos muestreados cumplía con las tipologías físico y químicas requeridas, sin embargo, en una de sus muestras la dureza total (736 mg/l) excede los LMP, muy significativamente, es por esta razón que es considerada no idónea para consumo de los seres humanos.

Valores similares fueron dados por Pacheco (2004), que menciona que el agua del subsuelo de las municipalidades localizadas en Yucatán, reveló que, en las zonas sur, noreste y noroeste del estado, se obtuvieron altos índices de dureza total que sobrepasaron los 250 mg/l dispuestos por la Norma (NOM, 1994). Así mismo Zamora (2009), en el análisis de calidad de agua en el distrito de Cabanillas del departamento de Puno, mencionó que presenta una dureza total $394.13 \text{ DE} \pm 31.29 \text{ mg/l}$ que excede los LMP dispuesta por la DIGESA.

Se infiere que la alta cantidad de dureza total encontrada en la investigación es debida principalmente a los minerales de calcio y magnesio, provenientes de la contaminación encontrada en los 10 pozos muestreados. El consumo del agua de pozos muestreados con un alto índice de dureza total provoca problemas en la salud principalmente en niños menores de 5 años. Por ende, acorde a las respuestas obtenidas del estudio de la dureza total, nos indica que el agua encontrada dentro de los pozos ubicados a 50 m y 200 m de la planta de tratamiento, no son idóneas para consumo humano por ser mayores a los LMP permitidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.3. DETERMINACIÓN DE LOS ESTÁNDARES BACTERIOLÓGICOS: COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y BACTERIAS HETEROTRÓFICAS DEL AGUA DE POZOS DE CONSUMO PARA LOS SERES HUMANOS DEL C.P CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA.

4.3.1. COLIFORMES TOTALES

Tabla 15. Coliformes totales (NMP/100ml), en aguas de pozos con fines de consumo humano del centro poblado Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	0	11.000NMP \pm 95.56°	10 530	11.000
200m	5	0	11.000NMP \pm 79.80°	10 530	11.000

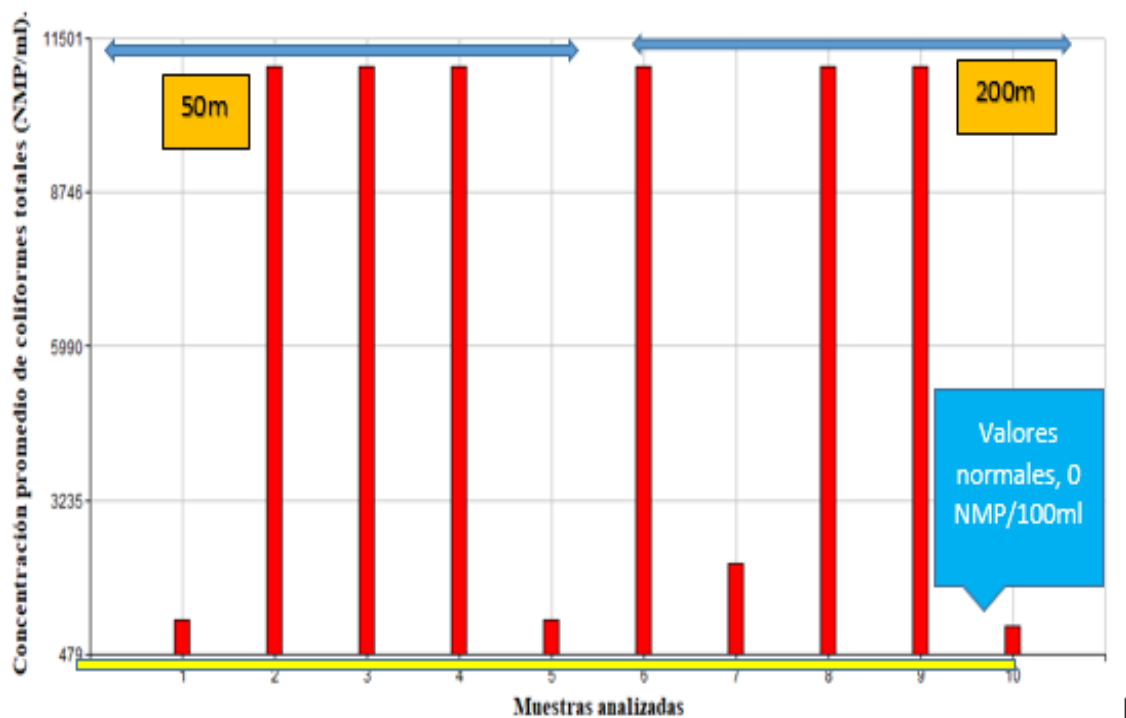


Figura 15. Valor promedio de los coliformes totales (NMP/100ml), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.



En la tabla 15 y la figura 16 se representan los coliformes totales en el agua de pozos del CP Chilla del distrito de Juliaca, ubicados a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla que fueron de $11.000 \pm 95.56^\circ$ NMP/100 ml y a 200 m $11.000 \pm 79.80^\circ$ NMP/100 ml, según la prueba T de Student ($P > 0.05$), estos resultados muestran escasas diferencia puesto que las distancias de 50 m y 200 m, presentaron resultados similares.

La razón por la cual se excedieron los LMP es debido a que los pozos se encuentran a 50 m y 200 m de la planta de tratamiento Chilla, por lo tanto, hay contaminantes de desechos inorgánicos y orgánicos como también los desemboques directos de aguas servidas, que son factores influyentes en los parámetros estudiados.

Valores inferiores a la investigación realizada, mencionó Vilca (2000), puesto que los coliformes totales en reservorios de Ccopa exceden los LMP para consumo de los seres vivos, transmitiendo el valor máximo en la reserva con $303.33 \text{ DE} \pm 136.50$ y el valor mínimo en las redes residenciales con $8.33 \text{ DE} \pm 4.62$, índices hallados que exceden los LMP, según MINAM (2015), de la misma forma, en las aguas de pozos en el distrito de Huata se evidenció un elevado valor de $360.0 - 347.3 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ en Collana. Así mismo Chavez (2000), en Taparachi III del distrito de Juliaca concluyó que sus parámetros bacteriológicos reportan un promedio de coliformes totales que son de 140 000 NMP/100 ml, superando los LMP establecidos por el MINAM (2015), Sumándose a esto Chambi (2015), encontró valores inferiores en un análisis bacteriológico con la cantidad promedio de coliformes totales que provienen del agua de los pozos de Sappico-Reservorio, esto determinó que los índices promedio que se obtuvieron fueron de $11.46 \pm 3.36 \text{ NMP coliformes}/100 \text{ ml}$ de agua, siendo no idóneo para consumo de los seres

Sin embargo, Aguilar (2017), obtiene valores exactamente iguales al estudio realizado que se encuentran en río Torococha del distrito de Juliaca, oscilando



promediamente entre 11 000 NMP/100 ml para coliformes totales, estas respuestas, establecen que el agua existente en el río Torococha en las dos áreas, presentan elevada cantidad de bacterias coliformes resultando ser no apta para consumo.

La causa de los coliformes totales puede ser debido a la descarga de lixiviados, que se encuentra en la misma planta de tratamiento de Chilla Así mismo ingerir el agua de pozo que presente un elevado índice de coliformes totales provoca malestar gastrointestinal y síntomas generales iguales a los resfriados, como fiebre, calambre abdominal y diarrea. Por lo tanto, de acorde a las respuestas que se obtuvieron de coliformes totales podemos saber que el agua de pozo ubicados a 50 m y a 200 m de la planta de tratamiento de Chilla- Juliaca no son idóneas para consumo de los seres vivos por ser mayores a los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA. (0 UFC/100 ml).

4.3.2. COLIFORMES FECALES

Tabla 16. Coliformes fecales (NMP/100ml), en aguas de pozos con fines de consumo humano del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	0	9 830NMP \pm 103.46°	8 800	11 000
200m	5	0	1 724NMP \pm 95.80°	60	11 000

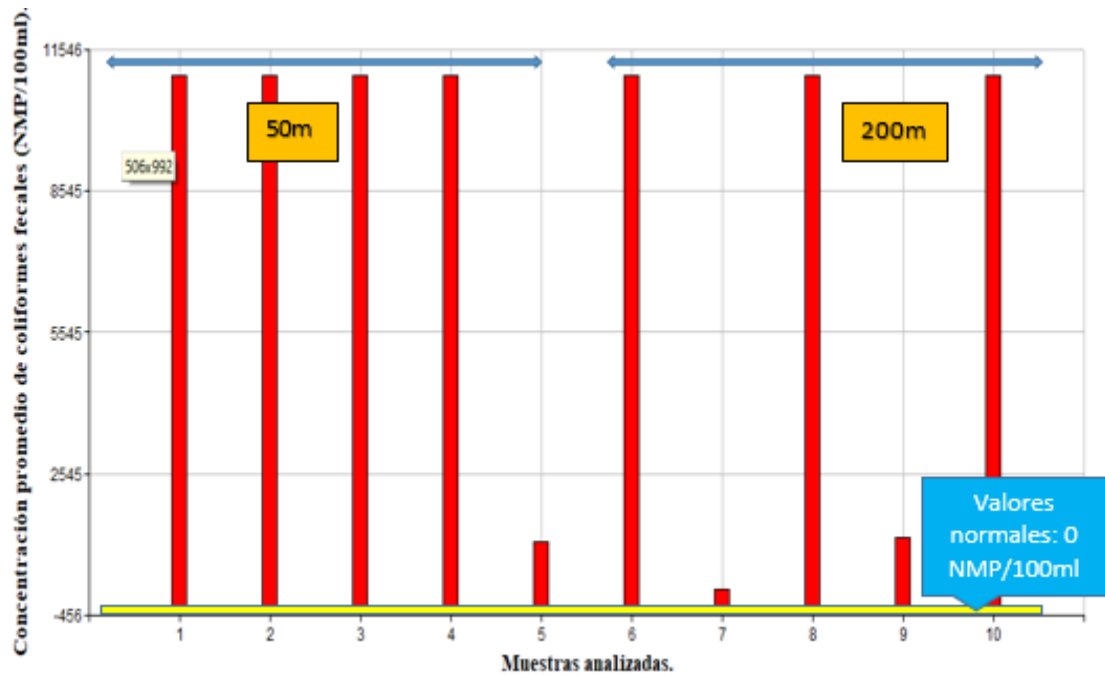


Figura 16. Valores promedio de los coliformes fecales (NMP/100ml), en aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 16 y la figura 17 se muestran los valores de coliformes fecales existentes en el agua de pozo, ubicados a 50 m de distancia de la planta de tratamiento de Chilla del distrito de Juliaca los cuales son de $9\ 830 \pm 103.46^\circ$ NMP/100ml y de los pozos ubicados a 200 m fue de $1\ 724 \pm 95.80^\circ$ NMP/100 ml, según la prueba T de Student ($P < 0.05$), estos análisis tienen gran diferencia significativa, ya que las distancias de 50 m y 200 m, no presentaron resultados similares.

En estudios realizados del agua de pozo en el distrito de Ananea en la región de Puno, según Chambi (2015), reportó índices inferiores a la investigación realizada, pues presenta un promedio de 14.85 UFC/100 ml, siendo la temperatura influyente en la calidad de agua, en esta zona debido a que la temperatura es muy baja, por otro lado Aurazo (2004) indica que la existencia de coliformes como *Escherichia coli* son indicios de contaminación fecal o polución. Este resultado es similar al que brindó Artesianos



(2012), quien manifestó la existencia de coliformes fecales de 200 UFC/100 ml, valores mínimos de 280 UFC/100 ml de coliformes y máximos de 599 000 UFC/100 ml. De igual manera Castro & Medina (2009), indicaron que, según a los resultados que obtuvieron en el análisis microbiológico de agua subterránea, en el estado de Yucatán-México, la calidad microbiológica de las muestras consiguen catalogarse como admisibles en un 45%; descompuestas en un 23%; peligrosas en un 18%, muy contaminadas en un 14% y que la contaminación podría ser a causa del manejo inadecuado de los desechos domésticos, el mal hábito de higiene en la zona, el manejo inadecuado que existe con los desechos en las granjas, etc. de igual forma Quispe (2013), en muestras de agua de manantiales en la provincia de Melgar en el distrito de Santa Rosa, se obtuvo los siguientes valores promedios de coliformes fecales: Qayqu 30 NMP/100ml, Ch'akipata 13.33 NMP/100ml, Cóndor Wachana 10.00 NMP/100ml, donde se encontró en mayor cantidad en el manantial de Qayqu y en los manantial Yuraq Unu, Ch'íartita y Unu Pata los estudios demostraron que no se halló ningún indicio de la existencia de coliformes fecales. Sin embargo Chavez (2000), en el distrito de Juliaca en el barrio Taparachi tercera etapa, mencionó que los coliformes fecales son de 200 NMP/100ml, por lo que comprueba la existencia de carga bacteriana en las muestras de agua que son de consumo para los seres humanos, esta sobrepasa los LMP señalados por el reglamento de la calidad del agua para consumo de los seres vivos (MINAM, 2015), por esta razón el agua no es idónea para consumo de los seres vivos. Valores aún superiores, reporto Aguilar (2017), en los caudales del río Torococha del distrito de Juliaca, pues el promedio de coliformes fecales analizados fue de 3 350 NMP/100 ml. Este análisis, determinaron que el agua estudiada del río Torococha presentó una gran cantidad de bacterias coliformes siendo no aptas para consumo.



El consumo de agua existente dentro de los pozos analizados muestra un alto índice de coliformes fecales que provoca intoxicaciones alimentarias graves y enfermedades como fiebre tifoidea, el cólera, disenterías, poliomielitis, hepatitis, salmonelosis según estudios anteriores mencionados en el marco teórico. Por lo tanto, acorde a los resultados obtenidos de coliformes fecales muestran que el agua existente dentro de los pozos localizados a 50 m y 200 m no son idóneas para consumo de los seres humanos por ser mayores a los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

4.3.3. BACTERIAS HETEROTRÓFICAS

Tabla 17. Bacterias heterotróficas (UFC/100ml) con fines de consumo humano en agua de pozos del CP Chilla en el año 2020.

Ubicación de Pozo	N	LMP	Promedio \pm EE	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
50m	5	500 UFC	509.6 UFC \pm 98. 46°	250 UFC	800 UFC
200m	5	500 UFC	346.5 UFC \pm 60. 80°	60 UFC	260 UFC

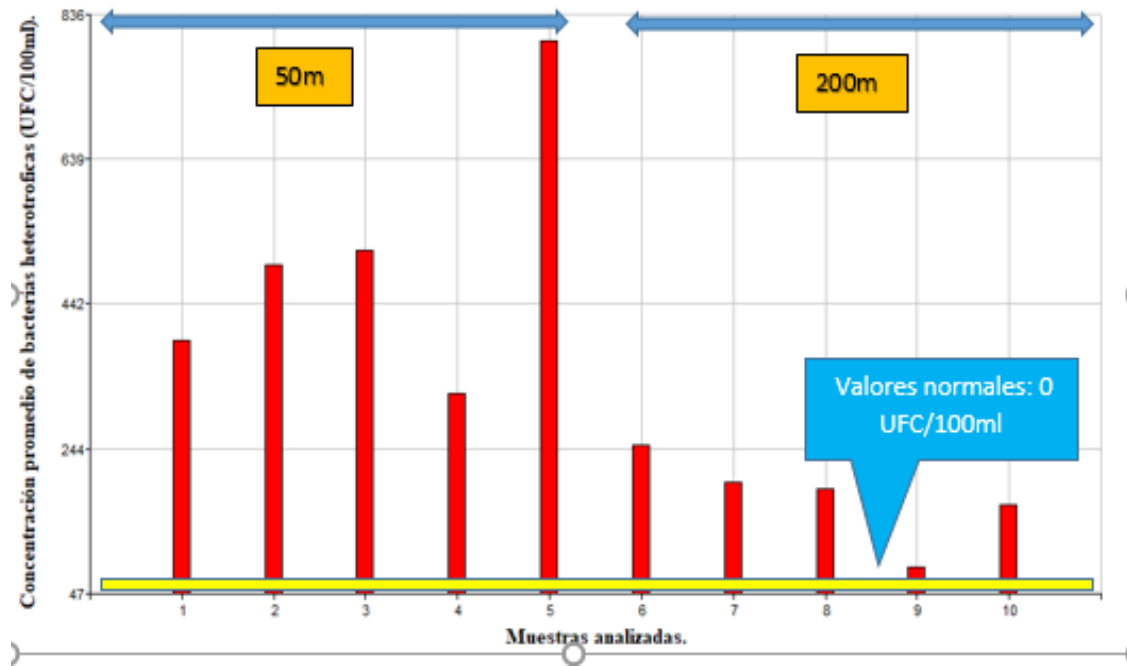


Figura 17. Valores promedio de las bacterias heterotróficas (UFC/100ml), en agua de pozo del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca en el año 2020.

En la tabla 17 y figura 18 se representan las bacterias heterotróficas en aguas de pozos ubicados en el distrito de Juliaca, a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla, son de $509.6 \text{ UFC} \pm 98.46^\circ$ y de los pozos ubicados a 200 m fue de $346.5 \text{ UFC} \pm 60.80^\circ$, según la prueba T de Student ($P < 0.05$), los resultados presentan diferencias significativas para esta variable, ya que las distancias de 50 m y 200 m, no presentaron resultados similares.

En otros análisis similares, según Mendoza *et al* (2002), reportó que la aglomeración de bacterias heterótrofas muestra un esquema de orden horizontal con escalas que varían entre 30 y $56 \times 10^3 \text{ UFC/ml}$, con una aglomeración media de $11.2 \times 10^3 \text{ UFC/ml}$ en la Habana – Cuba, así mismo según Montañaño *et al.* (2013), la estación más baja de bacterias heterotróficas se encontró en la estación lluviosa y solo se observó un incremento de UFC al inicio de dicha estación.



Valores inferiores se dieron según Abarzúa *et al.* (1995), en el Golfo de Arauco-Chile, el conteo de bacterias heterótrofas reveló discrepancias entre los dos meses, variando de 3.4×10^7 UFC/ ml en marzo a 4.6×10^5 UFC/ml en agosto. Valores similares se encontraron en un estudio de Miño *et al.* (2003), en un estudio realizado en Lima-Perú, el resultado de bacterias heterótrofas presentó una media geométrica de 7.55×10^4 UFC/ml en pozos artesanales, teniendo en cuenta que todos los resultados fueron inferiores a nuestro estudio realizado.

Las bacterias heterótrofas desempeñan un papel importante en el reaprovechamiento del carbono y el nitrógeno (que se encuentran en la materia orgánica) en la biodisponibilidad de los nutrientes, la mejora de la calidad del agua, la lucha contra las enfermedades y el suministro de alimentos para los seres humanos. (Baeza *et al.* , 2015).

El consumo de agua de pozos con un alto índice de bacterias heterotróficas provoca Enfermedades Diarreicas Agudas, debido a la existencia de bacterias patógenas oportunistas debido a la planta de tratamiento Chilla, que cuenta con desechos orgánicos e inorganicos productores de nitratos. Por lo tanto, el resultado obtenido acorde al estudio de las bacterias heterotróficas en pozos ubicados a 50 m y 200 m de la planta de tratamiento de Chilla. Los pozos ubicados a 200 m de la planta de tratamiento están calificados para el consumo de los seres humanos ya que son inferiores a los LMP, sin embargo, las ubicadas a 50 m de la planta no son idóneas para consumo de los seres humanos como lo estipula el DS N° 031-2010-SA.



V. CONCLUSIONES

- El promedio de los parámetros físicos del agua de los pozos que se localizan en el centro poblado de Chilla fueron: temperatura 16.45 °C (50 m) - 17.46 °C (200 m), sólidos totales disueltos 1 578 mg/l (50 m) - 2 532 mg/l (200 m) y turbidez 7.30 UNT (50 m) - 7.82 UNT (200 m) de acuerdo a los resultados encontrados y según el DS N° 031-2010-SA, los STD y la turbidez exceden los LMP. Para un $P < 0.05$ $\alpha = 3.05$, existe diferencia significativa entre los pozos de 50 m y 200 m solo en el parámetro de Sólidos Totales Disueltos.
- Los promedios de los parámetros químicos de aguas de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca fueron: pH 7.67 (50 m) - 7.92 (200 m) UpH, nitratos 79.48 mg/l (50 m) - 105.6 mg/l (200 m), cloruros 374.95 (200 m) - 499.14 mg/l (50 m) y de dureza total 101.68 mg/l (200 m) - 364.68 mg/l (50 m); por lo tanto la norma 031-2010-SA establece que los parámetros químicos exceden los LMP, es a causa de esto, el agua existente en los pozos, no es apta para el consumo humano. Para un $P < 0.05$ $\alpha = 3.05$, existe diferencia significativa entre los pozos de 50 m y 200 m.
- Los promedios de los parámetros bacteriológicos de pozos del centro poblado Chilla fueron: coliformes totales 11 000 NMP/100ml (50 m y 200 m), coliformes fecales 9 830 NMP/100ml (50 m) - 1 724 NMP/100ml (200 m) y bacterias heterotróficas 509.6 UFC/100ml (50 m) - 346.5 UFC/100ml (200 m) de acuerdo a los resultados encontrados todos exceden los LMP emitidos por el DS N° 031-2010-SA esto indica que las aguas de pozos no son aptas para consumo humano. Para un $P < 0.05$ $\alpha = 3.05$, existe diferencia significativa entre los pozos de 50 m y 200 m.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la población realizar trabajo conjunto con la DIGESA, para el monitoreo y tratamiento de las aguas de pozos ubicadas a 50 m y 200 m de la planta de tratamiento de Chilla.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación de los parámetros químicos como son el pH, dureza total, nitratos y fosfatos en los meses de agosto a diciembre a una distancia de 100 m y 200 m de la planta de tratamiento de Chilla.
- Se recomienda a las autoridades de nivel local (municipalidad y MINSA) desarrollar la capacitación, educación y sensibilización a los pobladores de Chilla sobre saneamiento básico.



VII. REFERENCIAS

- Abarzúa R, M., Basualto M, S., & Urrutia B, H. (1995). Relación entre la abundancia y biomasa de fitoplancton y bacterioplancton heterotrófico en aguas superficiales del Golfo de Arauco, Chile. *Investigaciones Marinas*, 23(January 1995). <https://doi.org/10.4067/s0717-71781995002300004>. Pagina web.
- Aguilar, A. (2017). Calidad bacteriológica del río Torococha y su influencia en las aguas de pozos de los barrios San Isidro y San Jacinto de la Ciudad de Juliaca. Ciudad de Juliaca. Departamento de Puno. Repositorio de tesis UNA-PUNO.
- Ambientum (2012). Características de los parámetros físico y químicos en aguas de pozos. Ciudad de Lima. Departamento Lima. Boletín informático.
- ANA. (2012). Análisis de Agua. Estandares de Calidad Ambiental- Modos de tomas de muestras de aguas de pozos. Ciudad de Juliaca. Departamento Puno. Boletín informático.
- ANA (2015). Análisis de Agua. Estandares de Calidad Ambiental- Modos de tomas de muestras de aguas de pozos. Ciudad de Juliaca. Departamento Puno. Boletín informático.
- Apaza (2017). Modos de tomas de muestras de aguas de pozos. Ciudad de Puno. Departamento Puno. Boletín informático.
- Aponte, Francisco, E., & C. (n.d.). Acceso de saneamiento básico en el Perú. 1–69. Retrieved from https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf. Boletín informático



- Aqualia (2019). Características y definición de aguas de pozos y de la calidad de agua. Ciudad de Lima. Departamento Lima. Boletín informático.
- Artesianos (2012). Formación, Creación y Estructura de los pozos tubulares y artesanales con fines de uso diario. Ciudad de Cusco. Departamento de Cusco. Boletín Informático.
- Aurazo. Zumaeta, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Centro Panamericano de de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, 1–147. Retrieved from <http://www.cepis.ops-oms.org>. Pagina web.
- Baeza, A., Orozco-Medina, C., Rivas-Vega, M. E., & Luna-González, A. (2015). Evaluation of the heterotrophic bacteria and vibrio load in an integrated shrimp-mollusc-macroalgae culture system. *Hidrobiologica*, 25(2), 311–314. PDF.
- Baños, A. (2018). La turbidez sobre la calidad del agua potable | Higiene Ambiental. <http://www.cepis.ops-oms.org>. Departamento de Puno. Pagina web.
- Barceló, L. D., & López, J. (2018). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Departamento de la Libertad. Boletín informático.
- Barreto, P. (2010). Protocolo De Monitoreo De Agua. *Revista Mexicana De Ingenieros Químicos*, 1, 1–39. Ciudad de Mexico. Pagina web.
- Bernache, G. (2012). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. *Ciesas*, (1), 97–105. Pagina web.
- Bracho Fernández, I., & Fernández Rodríguez, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín,



- Maracaibo. *Minería y Geología*, 33(3), 339–349.
- Cáceres, B. J. R. (2018). Uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano. 139. <http://www.cepis.ops-oms.org>. Departamento de Puno. Pagina web.
- Campos. (2012). Centro poblado Chilla, situacion actual de los pobladores y de su acceso a agua potable (pp. 1–20). pp. 1–20. Retrieved from <https://peru21.pe/peru/agua-tercera-parte-poblacion-acceso-agua-potable-486109-noticia/>. Pdf.
- Castro, G., Medina, P., & V, A. C. P. (2009). Origen de los sulfatos en el agua subterránea del sur de la sierrita de Ticul, Yucatán. *Ingeniería*, 13(1), 49–58.
- Chavez, K. P. (2000). Calidad fisico, químico y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca- Sicuani-Canchis-Cusco. Universidad Nacional del Altiplano. 2006–2011.Repositorio de tesis UNA.PUNO.
- Coaquira, M. B. (2018). Estudio De La Calidad De Agua Potable Para Consumo Humano En El Distrito De Cabanillas, Provincia San Roman, Departamento De Puno.
- Custodio, Z. (2019). La tercera parte de la población no tiene acceso al agua potable (pp. 1–20). pp. 1–20. Retrieved from <https://peru21.pe/peru/agua-tercera-parte-poblacion-acceso-agua-potable-486109-noticia/>. Pdf.
- Curo (2016). Analisis de aguas de Pozos en zonas de alta contaminacion ambiental. Retrieved from <https://sin fronteras.pe/peru/agua-tercera-parte-poblacion-acceso-agua-potable-486109-noticia/>.
- CYTED. (2016). Capítulo 20 Indicadores De Contaminacion Fecal En Aguas. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración Del Agua, 224–229. Retrieved from



http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf

DIGESA. (2009). Digesa Gesta Agua. Retrieved from [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO_DE_USO_1.pdf)

Cruz Falcón, A., Troyo Diéguez, E., Murillo Jiménez, J. M., García Hernández, J. L., & Murillo Amador, B. (2018). Familias de agua subterránea y distribución de sólidos totales disueltos en el acuífero de La Paz Baja California Sur, México. *Revista Terra Latinoamericana*, 36(1), 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i1.316>

Fernandez M. & RodriguezE. (2017). Calidad de agua Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627689002>. 4, 19–28. Pagina web.

Fontalvo, J. L. (2018). Análisis Microbiológico Del Agua. *Manual de Practicas de Laboratorio de Microbiología*, 73–80. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1zk0mfb.13>. pagina web.

Food and Drugs. (2017). *Manual Analitico Bacteriologico*. Laboratorio de Microbiología, 73–80. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1zk0mfb.13>. pagina web.

Fundación Nacional de Salud. (2013). *Manual Practico De Analisis De Agua*. 1–150. Ciudad de Lima. Departamento de Lima. Archivo pdf.

Gastañaga Ruiz; Maria del Carmen. (2007). Vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. 26. Retrieved from [ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/Transparencia/09GestionIns/PresxRes/2007/Febrero/Taller_PresPorRes/VigilanciaControlDeLaCalidadDeAgua\(DIGESA-MINSA\).pdf](ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/Transparencia/09GestionIns/PresxRes/2007/Febrero/Taller_PresPorRes/VigilanciaControlDeLaCalidadDeAgua(DIGESA-MINSA).pdf)

Gardey N. (2013). Características físico-químicas. de aguas de manantiales, pozos, agua



potable, de consumo humano. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32835b5700>.

Pagina web.

Giles, C. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes , coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). 1–17.

Gobierno Regional Puno. (2014). Gestion de Mauricio Rodriguez. (2014). PRAA- Puno. Presidente Del Gobierno Regional de Puno. Proyectos y Situacion actual de acceso de agua potable. pagina web.

Google maps (2012). Mapas del centro poblado Chilla en la Ciudad de Juliaca, Departamento Puno.

HACH. (2004). No Title. Manual de Analisis Del Agua.

Huamaní, C. (2017). Análisis socioeconómico y ambiental del reaprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos en la ciudad de Juliaca. (Trabajo de Grado) Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de ingeniería económica. Puno, Perú.

INEI (2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática . Estadística de los pobladores con acceso de agua potable. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32835b5700> Pagina web.

Larios- Meoño, J. F., González Taranco, C., & Morales Olivares, Y. (2015). Aguas residuales Y Sus Consecuencias En El Desarrollo Y La Produccion. Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL, 2(1991), 9–25. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S187004622011000200002&script=sci_arttext. Pagina web.



- Lenntech. (2018). Fuentes de contaminacion de agua subterranea. Retrieved from <https://www.lenntech.es/agua-subterranea/fuentes-contaminacion.htm>.Pagina web.
- Leon (2015). Contaminacion de agua subterranea con bacterias heterotroficas Retrieved from <https://www.lenntech.es/agua-subterranea/fuentes-contaminacion.htm>.Pagina web
- Manual Practico de Analisis de agua (2013). Procedimientos de parametros quimicos, fisicos y bacteriologicos.Pagina web.
- Madsen, L. B., L  v  que, C., Omiste, J. J., & Miyagi, H. (2018). CHAPTER 11: Time-dependent Restricted-active-space Self-consistent-field Theory for Electron Dynamics on the Attosecond Timescale. RSC Theoretical and Computational Chemistry Series, 2018-Janua(13), 386–423. <https://doi.org/10.1039/9781788012669-00386>
- Mandigan. (2018). Coliformes Totales, Coliformes fecales. <https://doi.org/10.1039/9781788012669-00386>. Pagina web.
- Mendiselo, N. (2000). Algunos constituyentes minoritarios Características físico-químicas. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32835b5700>.Pagina web.
- Mendoza, S. (2017). Solidos Totales Disueltos en el agua de pozos y su influencia en los consumidores (p. 19). p. 19. Retrieved from <https://aguapuraysana.com/tds-que-importancia-tiene-y-como-medirlo/>
- Mendoza, Y., Pérez, G., & Lugioyo, G. M. (2002). Bacterioplancton De Aguas Oceanicas Al Norte De Cuba: Distribucion Espacial. Revista de Investigaciones Marinas, 23(1), 27–34. Retrieved from



<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=18428444&lang=es&site=ehost-live>

MINAM. (2015). 569076 Normas Legales. 569076–569082.. boletin informatico.

Minaya, R. (2017). Universidad Nacional De La Amazonia Peruana Facultad De Agronomia Para Optar el Título Profesional de. Universidad Nacional de La Amazonía Peruana, 87. Retrieved from http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4690%0Ahttp://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4690/Reynaldo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1

Miño, M., Barzola, C., Lazcano, C., Ponce, M., & León, J. (2003). Colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 133–144. <https://doi.org/10.15381/rpb.v10i2.2495>

Montaño, N., Lidia Sandoval-Pérez, A., Nava-Mendoza, M., Manuel Sánchez-Yañez, J., & García-Oliva, F. (2013). Variación espacial y estacional de grupos funcionales de bacterias cultivables del suelo de un bosque tropical seco en México. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 61, pp. 439–453. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i1.112411-100>.

Murillo Cuevas, Y. B. (2015). Control estadístico de la Calidad del Agua respecto al Cloro Residual y Turbidez en la Planta de Tratamiento Seda Juliaca de 2015. Universidad Nacional Del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2378>

Muñoz , E., Hernández-Garciadiego, L., Gómez-Ruíz, H., & Cañizares-Macías, M. del P.



- (2004). Revista de la Sociedad Química de México. Revista de La Sociedad Química de México, 1946 47(1), 88–92. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583
- Navia, S. L. Á., & Torres, S. M. E. (2012). Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(2), 163–168.
- Neuwirth, T. B. and E. (2007). Introducción al InfoStat - Métodos estadísticos para el mejoramiento del frijol (p. 67). p. 67. Pagina web.
- NOM (1994). Procedimientos de toma de muestra y experimental de aguas de pozos para análisis químico, físico y microbiológico, Archivo pdf.
- OLIM (2010). Género Salmonella. Fundación IO. Retrieved from http://fundacionio.org/img/bacteriology/cont/Genero_salmonella.html. Archivo pdf.
- OMS (1995). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú.
- OMS (2020). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú.
- OMS (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Organización Mundial de La Salud, 608. Retrieved from <http://apps.who.int/>
- OMS. (2015). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú.



- Oxfam. (2019). Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable | Oxfam en Perú. Retrieved from <https://peru.oxfam.org/qué-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>
- Pacheco Ávila, J. C. S. A. P. C. R. (2004). Ingeniería revista académica. Ingeniería, 8(2). Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/467/46780214/>
- Pellon Y U. Espinoza. & Diaz . Indicadores de contaminación fecal en aguas. Analisis de Parametros físicos, químicos y bacteriológicos, 224–229. Retrieved from http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Pradillo. (2020). Parámetros de control del agua potable. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Quispe Ccama, A. (2013). Calidad bacteriológica y físico - química de agua de 6 manantiales del distrito de Santa Rosa - Melgar.
- Ramirez, B. K. V. C. (2016). Calidad de agua de pozos de consumo humano para los pobladores de Trapiche Ananea.Repositorio de tesis UNA-PUNO.
- Robles Esperanza S.; Ramírez, Elizabeth;Durán, Àngel;Martinez, María E.;González, M. E. (2013). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627689002>. 4, 19–28.
- Reglamento para la calidad de agua de Consumo Humano (2015). Analisis Procedimental y experimental de agua de consumo humano, y sus Limites Maximos Permisibles. Archivo pdf.
- Rodríguez Zamora., J. (2009). Parámetros físicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto



- con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Pensamiento Actual*, 9(12), 125–134.
- Romero, M. (2008). Estudio-Agua-Ozono. *Ingeniero, Segundo*(08), 1–12. *Boletín informático*.
- Santos H. T. (2000). Calidad bacteriológica de agua de manantiales y pozos. *Boletín informático*. Formato pdf.
- Sawyer(2000). Calidad bacteriológica y físico química de aguas de pozos. pag 6–11. <https://doi.org/10.21500/20275846.269>. Pagina web.
- Severiche, C. A., & González, H. (2012). Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. *Ingenierías USBMed*, 3(2), 6–11. <https://doi.org/10.21500/20275846.269>
- Solarte, G., Rodríguez Buitrago, O., & Solarte Martínez, P. (2015). Residuos sólidos y líquidos en el deterioro del ambiente y la salud de la comunidad educativa de la escuela Los Toldos, Popayán, Cauca. *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, 10(19), 25–41.
- Sunass. (2010). Análisis de Agua Parte 2: Alcalinidad. 45. <https://doi.org/http://bvspers.paho.org/texcom/cd048437/sunassal.pdf>
- Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Trujillo-López, G. . (2015). Caracterización físico-química y bacteriológica del agua



- marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito , Trujillo , Perú
Physico-chemical and bacteriological characterization of seawater in. *Rebiol*,
35(002), 23–33. Retrieved from
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/872/801>
- TYCA. (2008). Análisis multivariado en la definición de sistemas de flujo de agua
subterránea en San Luis Potosí, México _ Hergt _ Tecnología y ciencias del agua.
- Turpo O. P. (2018). Análisis situacional de salud Local 2018. Lima. Boletín informático.
pdf.
- Valls V, M., Gálvez Sanz, M., & Sanfeliu Montolío, T. (1979). Contaminación de aguas
subterráneas. *Millars*, (6), 167–206.
- Veler. (2018). La contaminación del agua por residuos solidos 1–5.
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/872/801>
- Vence A. U.; Valenzuela; Svartz & Elvira (2009). Elección del sustrato y manejo del
riego utilizando como herramienta las curvas de retención de agua.
- Villena (2018). Analisis fisicoquimico en aguas a 500m de una planta de tratamiento en
Buenos Aires, México _ Hergt _ Tecnología y ciencias del agua.
- Vilca, M. C. (2000). Universidad Nacional Del Altiplano. 2006–2011.
- Water boards (2013). Informacion y estadistica porcentual del abastecimiento de agua
potable. Boletin informatico.
- Wohl, L. H. (2006). Posibles Efectos en la Salud Relacionados con Nitratos y Nitritos en
Agua de Pozos Privados. Retrieved from <http://cchealth.org/eh/small->



water/pdf/nitrate_fact_sheet_pww_es.pdf

Zamora (2009). La región, la regionalización y el desarrollo regional de Puno. Situación de abastecimiento de agua. boletín informático.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 18. Resultados de los estándares físicos: temperatura, solidos totales disueltos y turbidez en 10 muestras de aguas de pozos del centro poblado Chilla de la Ciudad de Juliaca-2020

PARÁMETROS	TEMPERATURA			SOLIDOS TOTALES DISUELTOS			TURBIDEZ		
UNIDAD	°centigrados			mg/l			UNT		
N ^{ra}	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	14.44	14.43	14.44	580	574	590	7.82	7.8	7.83
2	16.45	16.46	16.45	926	926	926	1	1	1.2
3	15.43	15.43	15.43	1579	1578	1580	1.84	1.86	1.85
4	14.23	14.22	14.25	370	369	369	0.96	0.95	0.96
5	16.2	16.2	15.4	618	617	618	4.8	4.7	4.8
6	17.45	17.46	17.4	980	980	980	7.3	7.2	7.3
7	15.2	15.1	15.2	2530	2531	2533	1.35	1.3	1.34
8	14.23	14.22	14.23	2030	2030	2031	0.2	0.23	0.3
9	14.27	14.27	14.27	1594	1595	1594	1	1	1.2
10	14.46	14.46	14.47	1440	1445	1444	1.42	1.45	1.43
TOTAL	152.36	152.25	151.54	12647	12645	12665	27.69	27.49	28.21
MEDIA ARITMETICA	15.23	15.22	15.15	1264.7	1264.5	1266.5	2.76	2.74	2.82
VALOR MAXIMO	17.45	17.46	17.4	2530	2030	2031	7.82	7.8	7.83
VALOR MINIMO	14.23	14.22	14.23	370	369	369	0.2	0.23	0.3

ANEXO 2

Tabla 19. Resultados de los estándares químicos: pH, sulfatos, nitratos, cloruros y dureza total en 10 muestras de aguas de pozos en el centro poblado Chilla del distrito de Juliaca-2020 a)

PARAMETROS	PH			SULFATOS			NITRATOS		
Unidad	Valor de pH			mg/l			mg/l		
Nº	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	7.51	7.86	7.76	245.5	250	255	35.67	38.7	40.1
2	7.06	7.01	7.11	255.5	255.1	254	105.6	104.7	105.2
3	7.23	7.2	7.15	545.1	543.3	544.6	65.47	63.6	64.2
4	7.9	7.91	7.89	175	173	174	47.36	48.33	47.1
5	7.92	7.9	7.89	355	354	350	47.36	48.33	47.1
6	6.99	6.97	7	365	363	369	78.6	78.5	78.6
7	6.48	6.47	6.4	520	524	530	76.96	76.96	76.95
8	7.46	7.45	7.48	300	310	320	61.37	61.38	61.37
9	7.64	7.62	7.6	270	269	271	70.8	70.8	70.7
10	7.67	7.75	8.1	430	432	430	79.48	79.48	79.47
TOTAL	73.86	74.14	74.38	3461.1	3473.4	3499.6	668.67	669.8	671.05
MEDIA ARITMETICA	7.38	7.41	7.43	346.11	347.34	349.96	66.87	66.98	67.1
VALOR MAXIMO	7.92	7.91	7.89	545.1	543.3	544.6	105.6	104.7	105.2
VALOR MINIMO	6.48	6.47	6.4	175	173	174	35.67	38.7	40.1



b)

PARÁMETROS	CLORUROS			DUREZA TOTAL		
Unidad	mg/l			mg/l		
N°	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	99.83	98.7	99.65	101.68	100.67	101.78
2	101.1	102.1	101.3	449	446	447
3	437.25	436.3	437.1	281.4	280.8	283.9
4	85.85	84.67	85.88	64.56	65.66	64.61
5	35.94	35.93	35.9	66.76	66.7	66.75
6	89.85	89.85	89.85	203.76	203.76	203.75
7	374.36	374.35	374.4	364.28	364.28	364.28
8	361.38	361.38	361.39	298.68	298.67	298.68
9	499.14	499.15	499.15	249.36	249.36	249.36
10	197.66	197.65	197.66	227.4	227.4	227.5
TOTAL	2285.36	2280	2282.28	2306.79	2303.3	2307.6
MEDIA ARITMETICA	228.53	228	228.2	230.6	230.3	230.76
VALOR MAXIMO	437.25	436.3	437.1	449	446	447
VALOR MINIMO	35.94	35.93	35.9	64.56	65.66	64.61



ANEXO 3

Tabla 20. Cantidad de muestras para el análisis bacteriológico

Muestra	Inicio										Final	Total
Repeticiones	1										2	3
Pozos												
Distancia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
50m						3	3	3	3	3		15
200m	3	3	3	3	3							15
TOTAL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		30

En la tabla 20 se presenta el análisis del agua con respecto al nivel bacteriológico en el CP Chilla del distrito de Juliaca-2020, para lo cual se colectaron de dos zonas, La zona 1, que se encuentra a 50 m de la planta de tratamiento de Chilla y la zona 2, que se encuentra a 200 m de esta, se colectaron muestras de cinco pozos, en cada zona, teniendo 3 repeticiones cada una.



ANEXO 4

Tabla 21. Resultados promedio del análisis de coliformes totales, fecales y bacterias heterotróficas en las fases de inicio y final del centro poblado Chilla

CENTRO POBLADO CHILLA-JULIACA				
		Coliformes fecales	Coliformes Totales	Bacterias heterotróficas
Inicio	50m	948 NMP	983 NMP	509.6 UFC
	200m	732 NMP	253.6 NMP	567.8 UFC
Final	50m	955.6NMP	>1100NMP	567.8 UFC
	200m	922 NMP	447.2 NMP	170.4 UFC

ANEXO 5

Tabla 22. El estudio realizado de coliformes totales, fecales y heterotróficas en todo el proceso de las 5 muestras de pozos ubicados a 50 metros de la planta de tratamiento chilla de Juliaca-2020, muestra los siguientes resultados.

ANÁLISIS DE AGUAS DE POZOS A 50M

N° de pozos	Coliformes Totales		Coliformes Fecales		Bacterias heterotróficas	
	Inicio	final	Inicio	Final	Inicio	Final
01	1100 NMP-	>1100 NMP	>11000 NMP-	>11000NMP	370 UFC	– 420 UFC
02	> 1100 NMP-	>1100 NMP	1500 NMP-	>11000NMP	480 UFC-	500 UFC
03	>1100 NMP-	> 1100 NMP	>11000 NMP-	>11000NMP	500 UFC-	530 UFC
04	>1100 NMP-	> 1100 NMP	>11000 NMP-	>11000NMP	250 UFC-	530 UFC
05	>1100 NMP-	>1100NMP	>11000 NMP-	11000 NMP	698 UFC	– 800 UFC

La Tabla 22 da a conocer la respuesta que se obtuvo de principio a fin del análisis, perteneciente al número total de coliformes, fecales y heterótrofos de cinco pozos separados 50 m, respectivamente de la planta de tratamiento del centro poblado Chilla en Juliaca-2020

ANEXO 6

Tabla 23. El estudio realizado sobre los coliformes totales, fecales y heterotróficas en todo el proceso de las 5 muestras de pozos ubicados a 200 metros de la planta de tratamiento chilla de juliaca-2020, muestra los siguientes resultados.

ANÁLISIS DE AGUAS DE POZOS A 200M

N° de pozos	Coliformes Totales		Coliformes Fecales		Bacterias heterotróficas	
	Inicio	final	Inicio	Final	Inicio	Final
01	>1100 UFC-	>1100 NMP	2100 UFC-	2100 NMP	248 UFC	– 260 UFC
02	>1100 UFC-	>1100 NMP	60NMP-	120NMP	175 UFC	- 250 UFC
03	>1100 UFC-	>1100 NMP	60NMP	– 120NMP	80 UFC	– 86 UFC
04	150 NMP-	>1100 NMP	60NMP-	120NMP	60 UFC-	96 UFC
05	>1100 UFC-	>1100 NMP	1500 NMP-	>11000 NMP	145 UFC-	160 UFC

La tabla 23, presenta los resultados que se obtuvieron al principio y al final del análisis, para conteos de E. coli común, fecal y heterotrófica, respectivamente en cinco pozos que se encontraban a 200m desde la planta de tratamiento del centro poblado Chilla en Juliaca-2020

ANEXO 7



Figura 18. Pozos ubicados a 50m y 200m de la planta de tratamiento Chilla

ANEXO 8



Figura 19. Preparación del medio del Cultivo (Caldo Lactosado), homogenizado de manera adecuada, bajo altos índices de calor.

ANEXO 9



Figura 20. Resultado obtenido de cloruros mediante el método de titulación

ANEXO 10

TABLA 24, Autorización sanitaria, sistemas de abastecimiento registrados según Ordenanza de calidad de agua que son aptas para el consumo del ser humano (DIGESA, 2011).

Componente del Sistema de Abastecimiento	Registro		Autorización Sanitaria		Aprobaciones	
	¿Requiere?	Entidad que registra	¿Requiere?	Entidad que autoriza	¿Requiere?	Entidad que autoriza
Fuente de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Sistemas de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Plantas de tratamiento de agua potable			SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS		
Plan de control de calidad (PCC)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Planes de Adecuación sanitaria (PAS)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Surtidores de agua			SI	DIRESA, GRS, DISA		
Camiones cisterna			SI	DIRESA, GRS		
Desinfectantes de agua	SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS				

ANEXO 11



Figura 21. Zonas de Analisis a 200m de la Planta de tratamiento de Chilla

ANEXO 12

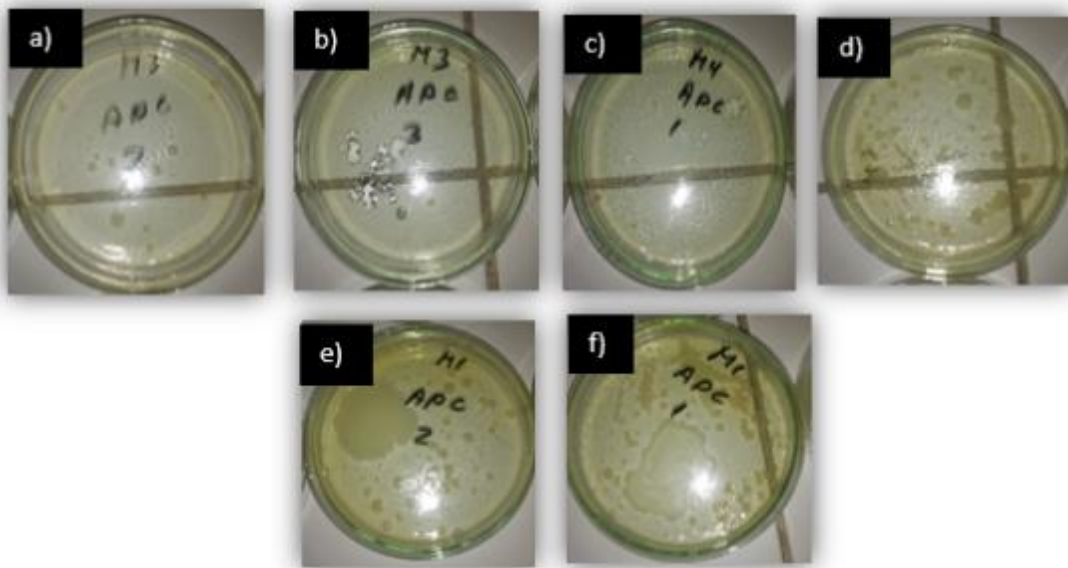


Figura 22. Cultivo en Agar APC (Agar Plate Count) para el conteo de colonias.

ANEXO 13

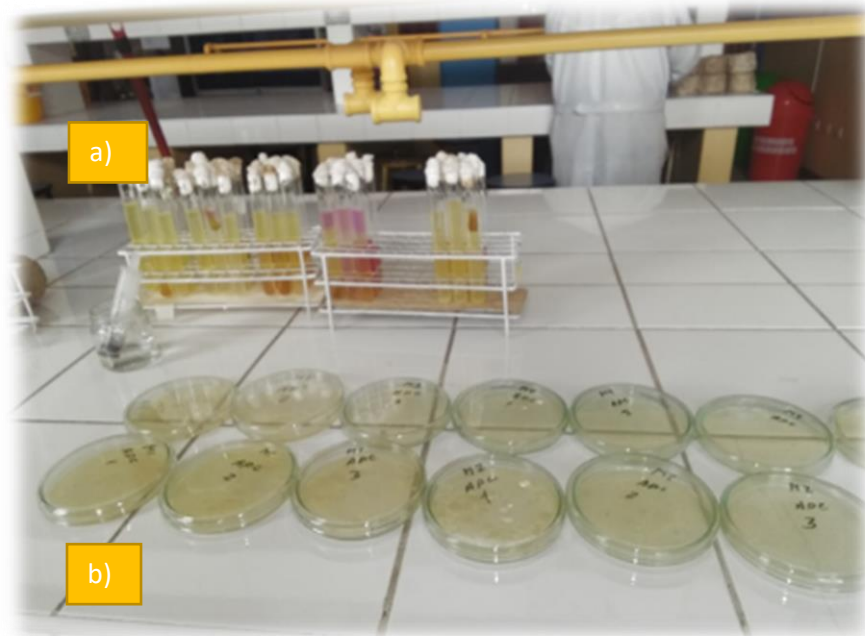


Figura 23. Agar caldo lactosado para los tipos de agua de pozos del C.P. Chilla.

b) Medios de Cultivo APC para las 10 muestras de aguas de pozos del centro poblado Chilla en el distrito de Juliaca -2020.

ANEXO 14

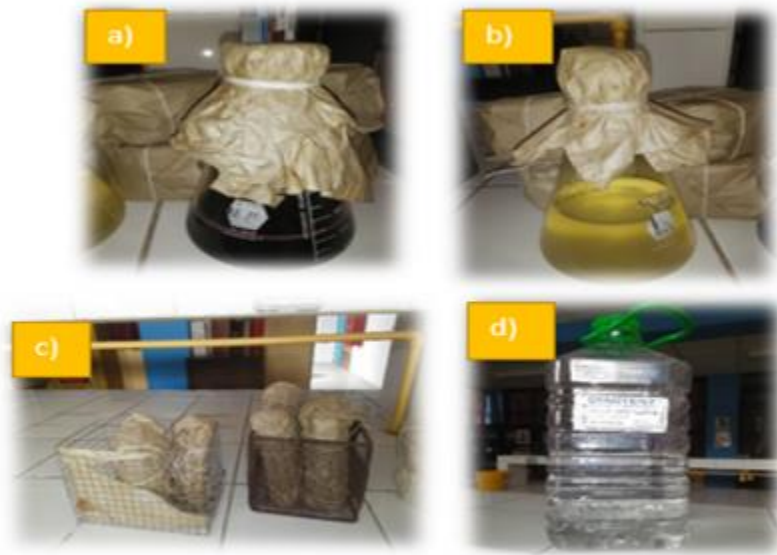


Figura 24. a) Esterilización del medio de cultivo agar levine o agar EMB Levine. b) Esterilización de agar caldo lactosado. c) Esterilización de tubos de ensayo y placas petri. d) Agua destilada

ANEXO 15

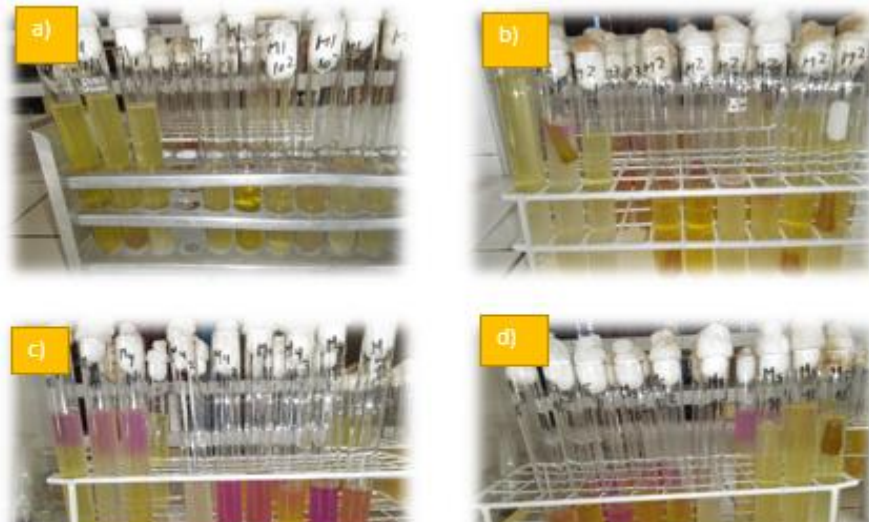


Figura 25. a) Caldo agar lactosado de la muestra 1 y sus tres diluciones. b) Caldo agar lactosado de la muestra 2-3 y sus diluciones. c) Caldo agar lactosado de la muestra 4 y sus tres diluciones. d) Caldo agar lactosado de la muestra 5 y sus tres diluciones.

ANEXO 16



Figura 26. Colocación de códigos a los tubos de ensayo para la realización de diluciones en agar caldo lactosado

ANEXO 17



Figura 27. Rotulación de tubos de ensayo y placas de 10 muestras de agua de pozos del centro poblado Chilla

ANEXO 18



Figura 28. a) Diluciones para APC, b) Esterilización de la asa de siembra y c) Cultivo en agar MB de las 10 muestras de agua de pozos del centro poblado Chilla del distrito de Juliaca-2020.

ANEXO 19

Tabla 25. Tabla número más probable para coliformes según CEPIS (2012).

Tubos positivos			NMP	Tubos positivos			NMP
10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
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
0	3	2	16	2	3	2	44
0	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 +



ANEXO 20



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



CONSTANCIA

LA JEFE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO (UNA) PUNO

HACE CONSTAR:

Que el Srta. Bachiller, **DUZELY SAMANTA AYLÓN MOLLISACA** egresada de la Escuela Profesional de Biología, ha realizado su trabajo experimental y/o de laboratorio en el análisis de aguas de pozo de su tesis intitulada "CALIDAD BACTERIOLOGICA Y FISICO-QUÍMICO DEL AGUA DE POZO DE CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE CHILLA DEL DISTRITO DE JULIACA-2020". Desempeñándose con responsabilidad, dedicación y puntualidad bajo la supervisión de esta jefatura, durante los meses de Enero a Marzo del 2020.

Se expide el presente, a solicitud del interesado y para los fines convenientes.

Puno, 30 de Marzo del 2020



Blgo. Msc. EVA LAURA CHAUCA
JEFE DE LABORATORIO

Figura 29. Certificado de analisis bacteriologico de aguas en el Laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas

ANEXO 21

**LABORATORIOS B&C S.A.C.**
"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"
RUC. 20443241880

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOS DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 8712-2020

Datos del Solicitante
Solicitante : **DUZELY SAMANTA AYLLON MOLLISACA**
Dirección : **Jr. Mexico 1423- San Roman- Puno**
Proyecto : **"Calidad bacteriológica y Físico-química del agua de pozos de consumo humano en el Centro Poblado Chilla del distrito de Juliaca-2020"**

II. Datos del muestreo
Descripción del Producto : **Agua subterránea**
Punto de muestreo : **Alrededor de la Planta de Tratamiento Chilla- San Roman**
Procedencia : **Centro Poblado Chilla, Provincia San Roman, Dept. Puno**
Ubicación UTM : **-----**
Fecha y Hora de muestreo : **20- febrero-2020/ 5:30 hrs**
Presentación : **400ml aproximadamente en envase de polietileno**
Tipo de muestra : **Puntual**
Muestreado por : **Bach. Duzely Samanta Ayllon Mollisaca**
Fecha de recepción : **20- febrero- 2020**

III. Resultados Parámetros Físicoquímicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		MUESTRA N° 01
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	580
Turbidez	NTU	7,8

Grado:
mg/L: Miligramos por litro.
NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos es válido únicamente para la muestra analizada.
- No debe utilizarse a la muestra otros parámetros que no estén especificados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (INPC-2708625 182) no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado de calidad de calidad.

Juliaca, 28 de febrero del 2020


Bijo Herbert Paz Nebra
JEFE DE LABORATORIO
CRP. 3887


.....
Duzely S. Ayllon Mollisaca
BACH. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Página 7 de 7

OFICINA: Galería Megacentro Pacifico, Jr. Lima N° 162, Ofic. 312
Arequipa, Puno - Perú
Telf. (051) 707801 / 851 46233 / 857 708555
E-mail: bclaboratorios@gmail.com

Figura 30. Certificado de análisis físico de aguas de pozo en el laboratorio B Y C SAC. (Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos).