

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018

Por:

Shadith Kioko Tacora Mariaca

Asesores:

Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera
Dr. Felix Pompeyo Ferro Mayhua

Juliaca, diciembre de 2018

**DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS**

Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DEL AGUA POTABLE DE LA ZONA URBANA EN LA CIUDAD DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO, REGIÓN PUNO, 2018" constituye la memoria que presenta la Bachiller Shadith Kioko Tacora Mariaca para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 20 días del mes de diciembre del año 2018.



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera

Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable
de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia
de Chucuito, Región Puno, 2018.

TESIS

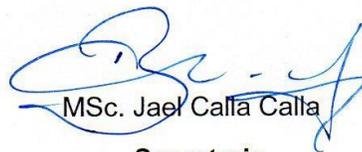
Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR



MSc. Rose Adeline Callata Chura

Presidenta



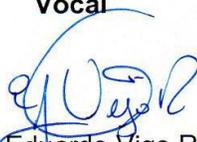
MSc. Jael Calla Calla

Secretario



Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

Vocal



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera

Asesor

Juliaca, 20 de diciembre de 2018

DEDICATORIA

A mis padres y
hermanas, por su apoyo absoluto y sincero

A mis docentes, por orientarme en cada
momento.

Al personal del área de
saneamiento ambiental de la Red de Salud
Chucuito Juli, quienes fueron pilares en el
desarrollo y consumación de este trabajo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por dirigirme y guiarme en cada paso de mi vida, por su fortaleza en los momentos más difíciles, por estar presente en cada decisión tomada y permitirme lograr una de mis metas trazadas.

A mi alma mater UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, en específico a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus excelsas enseñanzas y formación de una profesional integra.

A mis padres Nancy y Alberto, quienes me brindaron todo su apoyo incondicional durante el periodo de formación profesional.

Al Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera, mi asesor de tesis, por su constante orientación y su disponibilidad a ayudarme dándome seguridad y apoyo en todo el proceso de la investigación.

Al Dr. Felix Pompeyo Ferro Mayhua, mi asesor externo, por su confianza y apoyo incondicional, por orientarme y estar siempre disponible a ayudarme durante y después de la ejecución de este trabajo.

A todas las personas, que aportaron directa e indirectamente con el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	15
EL PROBLEMA	15
1.1 Identificación del problema	15
1.2 Justificación	17
1.3 Presuposición Filosófica	18
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO II REVISIÓN DE LA LITERATURA	21
2.1 Antecedentes	21
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	21
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3 Antecedentes locales	26
2.2 Marco conceptual:.....	26
2.2.1 Agua	26
2.2.2 Importancia del Agua	27
2.2.3 Usos de agua.....	27
2.2.4 Características del agua	29
2.2.4.1 Parámetros físicos.....	29
2.2.4.2 Parámetros químicos	29
2.2.4.3 Parámetros Biológicos.....	30

2.2.5	Agua potable.....	30
2.2.6	Propiedades del agua.....	30
2.2.7	Calidad de agua.....	31
2.2.8	Factores que intervienen en la aptitud del agua:	32
2.2.9	Escasez del agua.....	32
2.3	Marco Legal.....	32
2.3.1	Normativa vigente para agua de consumo humano.....	32
2.3.2	Artículo 63°. - Parámetros de control obligatorio (PCO).....	33
2.3.2.1	pH.....	34
2.3.2.2	Color.....	34
2.3.2.3	Turbiedad.....	35
2.3.2.4	Cloro Residual.....	35
2.3.2.5	Coliformes totales.....	35
2.3.2.6	Coliformes Termotolerantes.....	36
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....		37
3.1	Ámbito de estudio.....	37
3.2	Tipo de Investigación.....	38
3.3	Materiales, equipos, insumos y formatos.....	39
3.4	Procedimiento.....	41
3.4.1	Monitoreo de agua potable.....	41
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		47
4.1	Resultados de las mediciones:	47
4.1.1	Parámetro pH.....	47
4.1.2	Parámetro turbiedad.....	51
4.1.3	Parámetro color.....	55

4.1.4	Parámetro cloro residual.....	59
4.1.5	Parámetro coliformes totales.....	63
4.1.6	Parámetro coliformes termotolerantes.....	67
4.1.7	Parámetro <i>Escherichia coli</i>	71
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		82
5.1	Conclusiones	82
5.2	Recomendaciones	83
Referencias		84
Anexos.....		89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de control Obligatorio.....	33
Tabla 2. Materiales, equipos, insumos y formatos de campo y/o laboratorio	40
Tabla 3. Ubicación de puntos de muestreo.....	41
Tabla 4. Metodología de análisis de los parámetros de control obligatorio	45
Tabla 5. Resultados de las 3 mediciones del parámetro pH	47
Tabla 6. Resultados de las 3 mediciones del parámetro turbiedad.....	51
Tabla 7. Resultados de las 3 mediciones del parámetro color.....	55
Tabla 8. Resultados de las 3 mediciones del parámetro cloro residual	59
Tabla 9. Resultados de las 3 mediciones del parámetro coliformes totales	63
Tabla 10. Resultados de las 3 mediciones del parámetro coliformes termotolerantes	67
Tabla 11. Resultados de las 3 mediciones del parámetro E.coli.....	71
Tabla 12. Resultado general de la medición N° 01 de los Parámetros de control obligatorio ..	76
Tabla 13. Resultado general de la medición N° 02 de los Parámetros de control obligatorio ..	78
Tabla 14. Resultado general de la medición N° 03 de los Parámetros de control obligatorio ..	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores que intervienen en la aptitud del agua.	32
Figura 2. Mapa de localización de la ciudad de Juli (Zona Urbana)	38
Figura 3. Puntos de Muestreo de la calidad de agua (Área Urbana)	42
Figura 4. Metodología de evaluación de parámetros obligatorios del agua de consumo humano.	46
Figura 5. Concentración de pH en los 10 puntos de muestreo.	48
Figura 6. Mapa de caracterización de resultados del pH en los 10 puntos (Zona Urbana).	50
Figura 7. Concentración de turbiedad en los 10 puntos de muestreo.	52
Figura 8. Mapa de caracterización de resultados de turbiedad en los 10 puntos (Zona Urbana).	54
Figura 9. Concentración de color en los 10 puntos de muestreo.	56
Figura 10. Mapa de caracterización de resultados de color en los 10 puntos (Zona Urbana).	58
Figura 11. Concentración de cloro residual en los 10 puntos de muestreo.	60
Figura 12. Mapa de caracterización de resultados de cloro residual en los 10 puntos (Zona Urbana)	62
Figura 13. Concentración de coliformes totales en los 10 puntos de muestreo.	64
Figura 14. Mapa de caracterización de resultados de coliformes totales en los 10 puntos (Zona Urbana)	66
Figura 15. Concentración de coliformes termotolerantes en los 10 puntos de muestreo	68
Figura 16. Mapa de caracterización de resultados de coliformes totales en los 10 puntos (Zona Urbana)	70
Figura 17. Concentración de Escherichia coli en los 10 puntos de muestreo	72
Figura 18. Mapa de caracterización de resultados E.coli en los 10 puntos (Zona Urbana). ...	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Cadena de Custodia.....	90
Anexo B. Registro del monitoreo de los parámetros de control obligatorio	91
Anexo C. Panel fotográfico	97
Anexo D. Constancia de autorización	102

SÍMBOLOS USADOS

APHA	: American Public Health Association
CATIE	: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CTE	: Coliformes Termotolerantes
DBO₅	: Demanda Biológica de Oxígeno
DIGESA	: Dirección General de la Salud
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental
EPA	: Environmental Protection Agency
EPS	: Empresa Prestadora de Servicio
LMP	: Límite Máximo Permisible
MINSA	: Ministerio de Salud
OD	: Oxígeno disuelto
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ONU	: Organización de las Naciones Unidas
PCO	: Parámetros de Control Obligatorio
pH	: Potencial hidrógeno
UFC	: Unidades Formadoras de Colonias
UTM	: Universal Transverse Mercator

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli - Puno. Los parámetros evaluados de acuerdo al DS. N° 031-2010-SA fueron (pH, turbiedad, color, cloro residual, coliformes totales, coliformes termotolerantes y E.coli). Se tomó 10 muestras durante tres semanas consecutivas, de puntos dentro del sistema de distribución del agua potable (viviendas iniciales, centrales, finales y reservorio). El análisis fisicoquímico fue realizado in situ con equipos de campo y el análisis microbiológico se realizó usando el método de filtración de membrana. Los resultados de pH y turbiedad en los 10 puntos se encuentran dentro del LMP; para color y cloro residual los nueve puntos se encuentran dentro de los LMP, excepto el punto 3 (19.67 UCV Pt/Co) y cloro residual (0 mg/l) muestra incumplimiento de normativa; para Los coliformes totales del punto 3 (6 UFC/100 ml a 35°) y 9 (7 UFC/100 ml a 35°) superan el valor establecido; esto mismo se observa para coliformes termotolerantes (12 UFC/100 ml a 44.5°) y E. coli (4 UFC/100 ml a 44.5°) en el punto 3 (Jr. Cusco s/n). Por lo tanto el agua potable de la zona urbana de Juli, se encuentra dentro de los LMP para consumo humano, excepto en el punto 3.

Palabras clave: Agua de consumo humano, parámetros de control obligatorio.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the parameters of mandatory control of drinking water in the urban area in the city of Juli-Puno. The parameters evaluated according to the DS. N ° 031-2010-SA were (pH, turbidity, color, residual chlorine, total coliforms, thermotolerant coliforms and E.coli). Ten samples were taken during three consecutive weeks, from points within the drinking water distribution system (initial, central, end and reservoir dwellings). The physicochemical analysis was performed in situ with field equipment and the microbiological analysis was performed using the membrane filtration method. The pH and turbidity results in the 10 points are within the LMP; for color and residual chlorine the nine points were within the LMP, except for point 3 (19.67 UCV Pt / Co) and residual chlorine (0 mg / l) shows non-compliance with regulations; for Total coliforms from point 3 (6 CFU / 100 ml at 35 °) and 9 (7 CFU / 100 ml at 35 °) exceed the established value; the same is observed for thermotolerant coliforms (12 CFU / 100 ml at 44.5 °) and E. coli (4 CFU / 100 ml at 44.5 °) at point 3 (Jr. Cusco s / n). Therefore drinking water from the urban zone of Juli, is within the LMP for human consumption, except in point 3.

Keywords: mandatory control parameters, water for human consumption.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

Es conocimiento nuestro que la calidad de agua está definida por sus características agradables de consumo humano; es decir, que esta cuenta con adecuados parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con capacidad de satisfacer la necesidad del consumidor.

Hoy en día, la ausencia de un agua de buena calidad para el consumo humano a nivel mundial ha ido incrementándose a medida del crecimiento demográfico, la falta de un control de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, la falta de recursos económicos quienes intervienen en la adquisición de equipos e instrumentos de medición y finalmente a la falta de interés de nuestras autoridades; lo cual viene a ser evidente en distintos aspectos de la localidad de Juli.

Con respecto a lo anterior, mencionamos que la calidad de agua en la zona urbana del distrito de Juli debe abocarse más en la salud y satisfacción del hombre, por lo que debería desempeñar parámetros idóneos para su consumo; ya que un agua de muy buena calidad indica seguridad, confianza y, por ende, viene a ser un agua que rescata correctamente la concentración de todos los parámetros establecidos, en el reglamento de calidad de agua para consumo humano del Ministerio de Salud y que indistintamente sus características sean agradables e indicadas para el consumidor.

Sin embargo, el área urbana del distrito de Juli presenta un déficit de vigilancia y control de la calidad del agua, cual indicio es que los parámetros estén fuera de lo establecido según la normativa nacional vigente, y, por ende, la salud de las personas esté expuestas a distintas enfermedades y/o deficiencias que posteriormente repercutan en el desempeño de sus actividades cotidianas.

No obstante, esto es superfluo para muchos estados, debido a la aparición de enfermedades de origen hídrico, por lo que es imperativo conservar y mantener un monitoreo invariable de la calidad del agua que permita conocer el estado actual de suministro y determinar los factores que afectan su calidad. Para posteriormente, en caso lo amerite realizar un tipo de tratamiento o medida que permita mantener la calidad de agua.

En relación a la problemática en mención en la ciudad de Mixco, Guatemala en Gramajo (2004) indica que, “Mixco – zona 11, el servicio de agua potable no ha llegado por parte de la Empresa Municipal, por lo que se han formado cooperativas que poseen pozos mecánicos, pero no se cuenta con información acerca de la calidad de esta agua”; por lo que se corrobora que, en dicho lugar, no se sigue la vigilancia de los parámetros de control de calidad del agua que se consume.

En este mismo contexto, con el fin de salvaguardar la salud de sus pobladores la localidad de Iquitos hace imprescindible “la importancia de medición de calidad del agua mediante un monitoreo constante de los diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en la laguna Moronacocha, para determinar cuál es el su estado ambiental del cuerpo de agua” (Minaya, 2016, p. 13).

No obstante, para mejorar éste problema que engloba a todo ambiente como es en el caso del distrito de Juli; se tiene como alternativa de solución la importancia de la evaluación de

parámetros de control obligatorio del agua potable, como fisicoquímicos y microbiológicos. Desarrollados propiamente en el área urbana de dicho distrito, quién permitirá identificar la aptitud del agua suministrada e indistintamente permitirnos definir medidas de control o solución, en caso exista algún déficit que pueda influenciar en la salud de los pobladores.

1.2 Justificación

El agua es un recurso netamente natural que cuenta con un conjunto de propiedades y características que determina su autenticidad, por lo que es imprescindible conservar la calidad de dicho recurso no renovable. De ahí, la importancia de una evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua de consumo humano o de otra índole, que más adelante en caso de alteraciones pueda solucionarse dándole un tratamiento apropiado para efectuar con los requisitos de la normativa de agua, las cuales evitarán molestias y aparición de enfermedades, por lo que necesariamente se deberá realizar un control de vigilancia y estimación de la calidad de agua que se suministra a determinada población.

Así mismo, el acceso al agua de propiedades adecuadas de consumo es una necesidad primordial e indispensable para el ser humano, por lo tanto, un derecho elemental. Sin embargo, muchas de nuestras poblaciones se ven necesitadas a consumir agua cuya calidad es poco deseable y que esta produce variedades de elementos que pueden causar enfermedades a personas influyentes cuales son los niños y adultos mayores; que por lo general son identificadas por fuentes hídricas subterráneas, es decir pozos artesanales u otros.

No obstante, en el área de estudio del distrito de Juli el agua se suministra por un sistema de distribución (Tuberías) cual es destinado para el consumo de la población, proveniente del manantial “hankoaque”; quien al ser almacenado en el reservorio R.250 es distribuido mediante acueductos por un tiempo determinado a la población urbana. Cabe mencionar que durante y

posteriormente del proceso de distribución no se realiza una correcta evaluación e inspección de la calidad de agua que se está suministrando.

Dicho esto, la investigación principalmente pretende analizar la calidad de agua evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obligatorios del agua potable suministrada, cuyo objetivo reside en evidenciar si realmente el agua que se provee es apta (segura) para el consumo de la población, esto según lo estipulado en el reglamento de calidad agua para consumo del Ministerio de Salud. Para luego indistintamente poder determinar las posibles causas y alteraciones de parámetros, que posteriormente servirán para determinar medidas en cuanto a la solución del inconveniente, sea mediante tratamiento, inspección y cuidado de sus propiedades; siempre en cuando surja alguna dificultad.

1.3 Presuposición Filosófica

Si bien, desde nuestra cosmovisión cristiana Dios es el autor de toda la belleza que nos rodea, de todos los ecosistemas, recursos naturales: agua, suelo, aire, flora, fauna y principalmente a nosotros. Todo esto lo creó para el sostén del hijo de Dios, para satisfacernos con los recursos necesarios e indispensables en cuanto a nuestra subsistencia. No obstante, el no sólo instituyó la tierra para consumo nuestro diario, sino que también la creó para que podamos cuidarla, protegerla y conservarla. Y en caso surja algún mal, saber cómo restaurarla, ya que en base a estos recursos obedecerá el sostenimiento de nuestras generaciones futuras.

Es así que White (2009) alude en uno de sus libros sobre la importancia de preservar nuestros recursos ya que:

 Todos los manantiales vivos alimentan sus raíces, que su corona de frescura se divisa a la distancia en medio de la llanura calcinada y desamparada; también que el viajero

que siente morir acelera su paso para llegar hasta la sombra fresca y el agua vivificante que reconfortara al hombre. (p. 100).

Desde ese mismo contexto, indicamos que nuestro recurso hídrico es uno de los elementos vitales más importantes para la subsistencia humana, ya que mediante el uso de este recurso se pueden realizar diversas actividades que contemplan los quehaceres diarios del ser humano. Sin embargo, este recurso debido a la contaminación, la falta de vigilancia y control de su disposición y a la falta de interés de preservación se va degradando, hasta el punto en el que ya no existe un agua que cuente con características aptas para nuestro consumo.

Por tanto, con relación a lo anterior mencionamos la importancia de proteger nuestro recurso, debido a que, en un futuro en el momento más primordial e inesperado, éste nos puede hacer falta en el aspecto de calidad propiamente. Asimismo, sucedió en el pueblo de Israel, cual se define en el libro de Éxodo 15: 22 – 23 “Hizo Moisés que partiese Israel del Mar Rojo, y salieron al desierto de Shur; y anduvieron tres días por el desierto sin hallar agua. Y llegaron a Mara, y no pudieron beber las aguas de Mara, porque eran amargas” (RVR, 1960).

De ahí la importancia de la apreciación de la calidad de este recurso hídrico, mediante la medición de parámetros fisicoquímico y microbiológico del agua potable que determinen el estado del agua que se consume. No obstante, este proceso ayudará a conocer algún déficit y luego poder aplicar medidas y/o acciones que permitan corregir o eliminar el daño causado, y que también más adelante nuestras generaciones tanto presentes como futuras puedan definir propuestas que repercutan al cuidado y preservación de este recurso primordial, y que de una otra forma contribuyamos con su desarrollo.

Por otro lado, es importante que un verdadero cristiano cumpla con todos los mandatos de Dios, que claramente se indica en el libro de Génesis 25:15 de la sagrada escritura, indicando

que el hombre debe cuidar y conservar la tierra. “Tomó, pues Dios al hombre y lo puso en el jardín de Edén para que lo labrara y lo cuidase” (RVR, 1960).

Es así como debemos ponernos a pensar y ayudar a preservar la calidad del agua, por lo que está en nuestras propias manos salvar nuestro planeta para nuestra generación venidera; de no ser así Dios sabrá como juzgarnos, tal como lo menciona en el libro de Apocalipsis 11:18, “Y se airaron las naciones, y tu ira ha venido, y el tiempo de juzgar a los muertos, y de dar el galardón a tus siervos los profetas, a los santos, y a los que temen tu nombre, a los pequeños y a los grandes, y de destruir a los que destruyen la tierra”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, provincia de Chucuito, región Puno, 2018

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la zona urbana de la ciudad de Juli.
- Comparar los resultados con las normas vigentes nacionales del agua para consumo humano.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Un estudio realizado en San Jerónimo – Honduras por Mejía (2005) muestra el análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras, donde el objeto de estudio fue propiamente “evaluar social y ambiental la aptitud del agua para consumo humano, determinando la percepción del uso de procesos apropiados de desinfección del agua”.

Donde, metodológicamente comenzó con un análisis físico – químico, biológico del agua de la microcuenca, especialmente de muestras de agua tomadas de las principales fuentes de abastecimiento de la zona. Se realizaron un tipo de participación metodológica de las personas, que consistió en talleres y capacitaciones que posterior a ello permitió averiguar la apreciación de los usuarios en cuanto a tecnologías de desinfección del agua potable brindado.

Luego, al finalizar esta actividad se concluye que, en cuanto a los parámetros de calidad de agua, la turbidez y la sedimentación son altamente elevadas en cuanto a su característica física y en cuanto a lo biológico se observó la presencia de coliformes fecales, alterando de una u otra forma la concentración apta del agua. No obstante, en cuanto a la percepción se determinó que los usuarios de la zona expresan una mínima aceptación en cuanto uso de tecnologías de

desinfección planteadas debido a la falta de información en cuanto a salud y escasa preocupación por su nivel de vida (p. 9).

Asimismo en la ciudad de Bolívar – Colombia, Petro & Wees (2014) efectuaron un estudio que consiste en la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del Municipio de Turbaco, donde su principal propósito fue “apreciar la calidad fisicoquímica y microbiología del agua de consumo humano en el municipio de Turbaco”.

Por lo que, su metodología consistió primero en la recolección de nueve muestras de agua, las cuales fueron tomadas en puntos característicos de la zona, evaluándose entre los parámetros In situ y posterior a ello en otra etapa el de laboratorio.

A partir de esto, ya habiendo realizado dicha evaluación se concluye que en cuanto al parámetro turbiedad y dureza total se encuentra resultados dentro de lo estándar. Sin embargo, en cuanto a coliformes totales y coliformes fecales se obtuvo entre 20 – 21 UFC/100m³ respectivamente, indicando que la ausencia de cloro residual trae consigo la presencia de este tipo de parámetros biológicos cuales son muy maliciosos con respecto a la salud del hombre.

También una investigación desarrollada en la ciudad de Galápagos – Ecuador por Niveló (2015), denominado monitoreo de la calidad del agua en San Cristóbal, Galápagos, plantea el objetivo: “verificar la calidad el agua a fin de proveer un agua apta para consumo del hombre, que incluye su uso recreacional”.

Como metodología aplicó la realización de medición de parámetros de fuentes de provisión, tales como plantas destinadas a tratamiento y playas en la isla de San Cristóbal, quienes fueron intervenidas mediante un análisis físico-químico y microbiológico durante los meses de entre junio - noviembre realizados en las instalaciones del laboratorio de calidad de agua de Galapagos “Science Center”.

En último lugar, ya realizado dichos exámenes se estableció que el agua de las fuentes evaluadas no es apta para el consumo del hombre debido a la presencia de elementos biológicos, alterando entre si el porte de calidad. Sin embargo, es importante mencionar que con respecto a los resultados se planteó la urgencia de un método de tratamiento de dicho recurso para determinar su calidad y seguridad en la población.

De igual forma, un estudio realizado en la localidad de Galten, Guilbut – Ecuador por Ramos (2016) precisa el tema de evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – Guilbut ubicada en el Cantón Chambo, con el objeto de “evaluar la calidad microbiológica y físico-química del agua de consumo humano en período de invierno y verano”.

Cuya metodología inició con los respectivos análisis microbiológicos y físico-químicos del agua en categóricos de muestreo, así como: vertientes, tanque de almacenamiento, viviendas seleccionadas al azar. Por lo que, cada una metodología empleada dio a lugar al parámetro analizado sea potenciométricos, colorimétricos; utilizando equipos tales como pH-metro, espectrofotómetro, conductímetro, incubadora; respectivamente.

Por tanto, ya habiéndose realizado dicha evaluación, se concluye y deduce que los valores de fosfatos, coliformes totales y coliformes fecales se encuentran fuera de la norma técnica ecuatoriana de aguas 1108 2014, donde se muestra que el agua que se consume en dicho sector es mala para la utilidad de sus habitantes, lo cual involucra un pronto tratamiento o medida de solución con respecto al inconveniente.

Igualmente, un estudio similar realizado en la localidad de Mixco - Guatemala por Gramajo (2004) determinó la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11; en el que tuvo como objeto de estudio “evidenciar la calidad del agua

para consumo humano y uso industrial de cuatro pozos mecánicos ubicados en la zona 11 de Mixco, particularmente en colonias tales como: Lo de Fuentes, Lo de Molina y Primero de Mayo”.

Efectivamente, se comenzó con la determinación físico - química y bacteriológicas de los pozos propiamente seleccionados. Identificándose entre sí que los valores de dichos parámetros se encontraban dentro de los límites de agua establecidos; ya que luego del análisis se contrastó con la norma de agua potable NGO 29001 - Guatemala y seguido a eso también se compararon con los requerimientos de calidad del agua para uso industrial contenidos en la norma propuesta CATIE.

Por tanto, se concluye que el agua de uso doméstico es apta para su consumo y el agua de uso industrial es adecuada para la utilización en industrias de alimentos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Con referencia a lo anterior, un estudio realizado por Cava & Ramos (2016) en la localidad de Las Juntas, distrito de Pacora, Lambayeque, designado como caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas y propuesta de tratamiento, tuvo como objetivo “caracterizar físico-química y microbiológicamente el agua de potable de dicho ámbito e indistintamente elaborar una propuesta de tratamiento para la mejora y fortalecimiento del servicio”.

Cuya metodología principal consistió en la determinación de 10 indistintos puntos de muestreo tales como en: pozos subterráneos, reservorios y viviendas seleccionadas al azar, recolectándose entre sí 2 muestras de agua de cada punto respectivamente. En el que posteriormente, para cada uno se realizó el análisis de 19 parámetros.

Luego de realizar el análisis y compararlo con los valores del DS. 031-2010-SA – MINSA, se obtuvo que los únicos parámetros que se encuentran dentro de los límites para consumo del hombre son: (Dureza total, Turbiedad, Color, pH, Nitratos, Arsénico, Plomo, Heterótrofos). Sin embargo, los 11 siguientes parámetros que se calcularon están fuera de lo estándar, lo que implica que la calidad de agua proporcionada en el ámbito de Las Juntas no es apta para su consumo, y, por ende, la aplicación de un tratamiento de electrodiálisis sería lo más adecuado para su mitigación.

Así mismo, otra investigación realizada por Minaya (2016) denominada evaluación de Parámetros físicos, químicos, microbiológicos de la calidad del agua en la laguna Moronacocha en época de transición creciente vaciante Iquitos, Perú, tuvo como objeto “determinar los parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos de agua de la laguna Moronacocha durante la época de transición de creciente a vaciante de los meses de entre abril, mayo y junio del 2016”.

No obstante, empleo su metodología determinando las dos estaciones de muestreo que se realizaran en un periodo de tres meses, seguido a ello se prosiguió a la estimación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos (Potencial de Hidrogeno, Nitrógeno amoniacal, OD, Nitrato, conductividad, turbidez y finalmente DBO) desarrollados entre sí en el laboratorio de Hidrobiología de la facultad de Biología (UNAP).

Por tanto, de acuerdo a lo anterior se concluye que los parámetros que no cumplen con los ECA para agua son: pH quien se encuentra en 5.0 y 5.5, Oxígeno Disuelto entre 3.8 y 4.0 mg/L y Sólidos Totales Suspendidos, entre 34.76 y 52.50 mg/L. Por lo otro, los parámetros siguientes se encuentran con un comportamiento irregular; lo cual implica que según a estos resultados el agua de dicha laguna no cuenta con aptitud para el consumo del hombre.

2.1.3 Antecedentes locales

Un estudio en correspondencia a lo preliminar, se denomina calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016, desarrollado por Calsín (2016):

Tuvo como objeto de estudio “determinar los parámetros físicos tales como: conductividad, temperatura, sólidos totales, turbiedad y parámetros químicos como: pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos; y seguido a esto determinar parámetros bacteriológicos como: coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas en aguas subterráneas”.

Para lo cual, metodológicamente primero se reconocieron los puntos de muestreo que representa a 70 pozos entre artesianos y tubulares, los cuales pasaron por el análisis respectivo de los parámetros, evaluados propiamente en el laboratorio de control de calidad de la EPS. SEDA JULIACA. S.A.

Ultimando que, en cuanto a los pozos tubulares y cartesianos los parámetros que excedieron los LMP fueron sulfatos, dureza total, coliformes totales y fecales respectivamente; por lo que cabe resaltar que el agua provista es estos dos tipos de pozo no son aptas para el consumo humano debido a la presencia de elementos biológicos que un agua potable no debe poseer, ya que estos administran enfermedades y posterior a ello repercuten en la salud de los consumidores.

2.2 Marco conceptual:

2.2.1 Agua

El agua es un componente importante social y ambiental, debido a su circulación natural a través de océanos, atmosfera, lagos y ríos, glaciares y aguas subterráneas. Por lo que su

desempeño como fuente de abastecimiento para la población es de gran necesidad, ya que su uso se hace indispensable para el desempeño de las actividades cotidianas del hombre.

“El agua es un recurso natural valioso del planeta, ya que el funcionamiento de los ecosistemas, la vida misma, incremento de los centros poblados, desarrollo de la agricultura, las actividades productivas están en función de la disponibilidad y calidad del recurso” (Ávila, 2003, p. 41).

El agua es un recurso estratégico, cuyo acceso y control es fuente de poder y conflictos sociales. Además, este recurso es un componente económico esencial; ya que crea y mantiene lugares de trabajos en todos los sectores de la economía, como es el caso del sector agroindustrial.

2.2.2 Importancia del Agua

Es conocimiento nuestro que el agua por lo general es un elemento fundamental para la existencia del hombre, ya que sin ella él no podría existir. Es por ello que toda población o comunidad ha buscado asentamiento cerca una fuente de agua.

Actualmente la disponibilidad de agua en cantidad satisfactoria y de buena calidad, es una de las principales necesidades de cualquier población. Por lo que, su preservación y/o cuidado es imprescindible para el ser vivo.

2.2.3 Usos de agua

El agua es un recurso vital, cumple con diferentes funciones en cuanto al desempeño de actividades del hombre, por lo que estas según su uso pueden clasificarse en:

- **Uso humano o domestico**

La utilización hogareña (familiar) del agua se efectúa en las acciones de las tareas frecuentes de los hombres, así como para con la flora y fauna. Así que beber, ducharse, cepillarse los dientes, cocinar, lavar vestuarios, limpiar las viviendas, irrigar las plantas, fregar los servicios

de cocina, descargar el inodoro, asear los automóviles, forman parte del uso de consumo del hombre, por tanto, es definido como agua de uso doméstico.

Por otro lado, el agua de consumo humano ha sido definida, como aquella:

“Adecuada para consumo humano, para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal, cual está implícito que el agua debe estar libre de organismos patógenos, sustancias químicas, impurezas y cualquier tipo de contaminación que cause problemas a la salud humana” (OMS, 2004, p.2).

- **Uso industrial**

Esta clasificación de uso extiende básicamente a los procesos industriales como en el requerimiento de materia prima inclusive a un producto ultimado para su mercadeo. En todo el nivel industrial el uso y consumo del agua está presente en cada proceso que realizan sea en el lavado de materiales e insumos, refrigerantes, refinerías, camales, curtidurías, fregaderos de lana, industrias de alimentos.

- **Uso público**

Básicamente se refiere al agua que se utiliza en los lugares públicos, sean hidrantes para medios frente a incendios de cualquier entidad pública y/o privada, fuentes de limpieza para determinadas actividades de municipios o de la población, fuentes de agua recreacionales.

- **Uso agrícola**

El uso del elemento hídrico en la agricultura es visiblemente, ya que es la parte que más consume agua, puesto que en muchos ámbitos con la finalidad de un buen desarrollo agrícola utilizan sistemas de riego que en su mayoría emplean abundante cuantía de agua. La otra parte vendría a ser la recarga del agua subterránea, quien filtra superficialmente o se disipa como evaporación.

- **Uso recreativo**

Este tipo de uso se incluye esencialmente en las actividades recreacionales de las personas, sean deportes acuáticos, piscinas, piletas municipales, pistas de patinaje de hielo, etc.

2.2.4 Características del agua

Es conocimiento de todos que el agua tiene varias propiedades fijadas que la convierten en un elemento indispensable para la vida, por otro lado, también cuenta con características que determinan su calidad y aptitud.

Sin embargo, para conocer qué tan pura o contaminada está el agua es necesario medir ciertos parámetros. Las medidas de aptitud de agua, están esencialmente clasificados en físicos, químicos y microbiológicos que determinan su calidad.

2.2.4.1 Parámetros físicos

Se determinan como parámetros físicos aquellas sustancias que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua, como son: turbiedad, color, olor y sabor, temperatura, sólidos suspendidos.

2.2.4.2 Parámetros químicos

“Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración” (Pradillo, 2016).

Por razones didácticas los parámetros químicos del agua se dividen en dos clases como: Indicadores (pH, acidez, alcalinidad) y Sustancias químicas (Compuestos químicos).

2.2.4.3 Parámetros Biológicos

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos. Los microorganismos en el agua pueden ser patógenos o no patógenos, es decir, que uno de ellos puede causar enfermedades a los seres vivos, mientras que por no patógenos se entiende lo contrario.

2.2.5 Agua potable

El agua potable viene a ser aquella agua que cumple con todos los parámetros establecidos según norma, un agua que es agradable visual y comestiblemente para con las personas. Es así que según sus características no causa ningún daño en la salud del hombre.

La pureza del nuestro recurso vital solo puede determinar entorno a ensayos físicos, químicos y microbiológicos, las mismas que definen la calidad y aptitud del agua, dado que en base a esto se pueden establecerse si el agua es apta para el consumo del hombre o no, cabe mencionar que por muy mínimo que sea el estado de color, olor, sabor ningún agua contaminada por aguas secundarias o factores fecales logrará considerarse como un agua de buen atributo.

“El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud” (OMS, 2005, p. 14).

2.2.6 Propiedades del agua

Las propiedades adecuadas del agua son muy importantes para la salud y bienestar social de las personas, contando con un abastecimiento seguro y adecuado de agua, teniendo un elevado grado de potabilidad, sintetizándose entre sí en condiciones físicas, química y biológicas.

Por otra parte, es transcendental que Samboni, Carvajal & Carlos (2007) mencionen que:

La aptitud de distintos tipos de agua se ha valorado desde la propiedad física, química y biológica, estimada individual o en carácter grupal. Las medidas físico - químicos dan una información amplia del entorno de las especies químicas del agua y sus

propiedades físicas, los procesos biológicos contribuyen esta información, pero no marcan nada con respecto al contaminante o los contaminantes comprometidos, por lo que varios estudiosos recomiendan el uso de ambos en la evaluación del recurso hídrico (p. 3).

2.2.7 Calidad de agua

Es conocimiento general, que calidad es generalmente el grado de satisfacción que ofrecen las peculiaridades de un producto con relación a los requerimientos del consumidor.

Sin embargo, Petro & Wees (2014) indica que:

La eficacia del agua generalmente hace referencia a las particularidades físicas, químicas y biológicas adecuadas, por ende, necesario para sostener necesidades cotidianas, que luego del uso el recurso hídrico suele retornar al sistema hidrológico y si no es tratada puede causar un daño irreversible o no a nuestro medio ambiente (p. 11).

Asimismo, es importante conocer que el control de calidad del agua para consumo humano es realizado por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua; las cuales, a través de destrezas de autocontrol, identificación de riesgos, este acoge medidas correctivas para asegurar la inocuidad del agua

2.2.8 Factores que intervienen en la aptitud del agua:

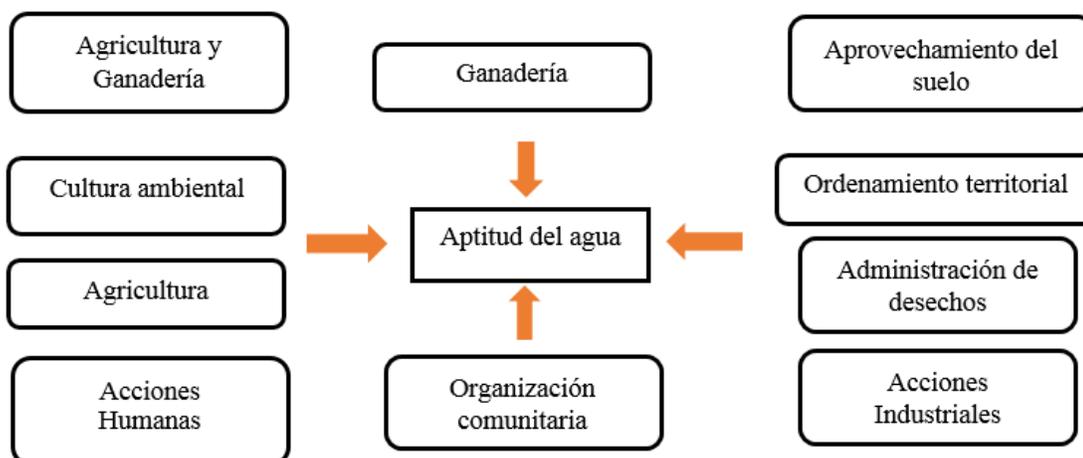


Figura 1. Factores que intervienen en la aptitud del agua.

Fuente: Adaptado de (FMAR– Escuela Superior Politécnica Litoral - Ecuador).

2.2.9 Escasez del agua

El agua un elemento indispensable para el hombre, es un recurso vulnerable y escaso hoy en día; debido a que su uso y manejo no sustentable contribuye al deterioro de su calidad y cantidad, por lo tanto, su bien es finito, no es escaso en sí mismo.

“Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada, son 80 países. Se calcula que en menos de 25 años otras poblaciones estarán viviendo escasez de agua” (Mejía, 2005, p. 19).

2.3 Marco Legal

2.3.1 Normativa vigente para agua de consumo humano

La actual norma vigente dispuesta en el DS. 031-2010- SA se denomina: “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, comprende parámetros de control de calidad de agua potable, por lo que en este mismo sentido también se establece que el proveedor de agua para consumo humano esta obligado a:

“Suministrar agua para consumo humano cumpliendo con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos establecidos en el Reglamento. Lo que involucra controlar la calidad del agua que se suministra para el consumo humano de acuerdo a lo normado en el presente Reglamento” (MINSa, 2011, p. 27).

2.3.2 Artículo 63°. - Parámetros de control obligatorio (PCO)

“Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes: coliformes totales; coliformes termotolerantes; color; turbiedad; residual de desinfectante; y pH.” (MINSa, 2011, p. 30).

Las mismas que deben cumplirse con lo establecido a continuación:

Tabla 1
Parámetros de control Obligatorio

N°	Parámetros	Unidad de medida	Limites máximo permisible
1	Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)
2	Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
5	Turbiedad	UNT	5
6	cloro residual	mg L-1	5
7	E.coli	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)

Fuente: Adaptado del DS. 031-2010-SA – MINSa (2011).

- **Parámetros de control obligatorios (PCO)**

“De acuerdo al Reglamento de calidad de agua las medidas de parámetros del control obligatorio para todos los provisosores de agua, son los siguientes: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH” (MINSa, 2011, p.29).

2.3.2.1 pH

“El agua, es un anfótero puede actuar como ácido y como base pues es capaz de aceptar y donar protones, así que la reacción entre dos moléculas de agua es una reacción entre un ácido y una base” (Monte, 2016, p. 41).

“El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra” (DIGESA, s.f, p. 7).

2.3.2.2 Color

“El color es una propiedad física que indirectamente describe el origen y las propiedades del agua. La coloración del agua indica la posible presencia de óxidos metálicos, como puede ser el óxido de fierro, identificado por un color rojizo” (Rocha, 2010, p. 22).

“El color de un agua se debe a sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella: materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas (coloraciones amarillentas)” (Marín, s.f, p.4).

Coincidente a lo anterior “El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. El color en el agua doméstica puede manchar los accesorios sanitarios y opacar la ropa” (Orellana, 2005, p.2).

Asimismo, el color del agua de consumo humano interfiere en la presentación y uso del consumidor, debido a que su apariencia determina seguridad y calidad.

2.3.2.3 Turbiedad

“La turbiedad es la medida de claridad del agua, esto se debe a la dispersión de interferencias de los rayos luminosos que pasan a través de la misma como resultado de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida” (Cava & Ramos, 2016, p.38).

Por otro lado, la turbidez es “la presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas se pueden asociarse en tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas” (Marín, s.f, p.5).

2.3.2.4 Cloro Residual

“El cloro no es sólo un poderoso desinfectante, también satisface otras necesidades en las plantas potabilizadoras de agua. Puede reaccionar como amoníaco, hierro, manganesito, sustancias proteicas, sulfuros y algunas sustancias productoras de sabores y olores mejorando las características del agua” (Cava & Ramos, 2016, p. 26).

“Es necesario una concentración de cloraminas mucho más alta que la concentración de ácidos hipoclorosos para lograr igual desinfección en un tiempo dado. Porque es importante determinar tanto la concentración como la clase de cloro residual presente en el agua”(Jimeno, 1998, p.142).

2.3.2.5 Coliformes totales

“Las bacterias coliformes, el cual está formado por los coliformes totales y fecales o termotolerantes, estos últimos relacionados con la posible presencia de contaminación fecal” (Fernández, 2017, p.3).

“Coliformes Totales son bacterias gran negativas, forma de bastoncillos, se desarrollan en presencia de sales biliares u otros agentes tensos activos, son Oxidasa negativa y no forman

esporas; el grupo coliformes los conforman: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*” (Triveño, 2016, p. 41).

“Se ha establecido un límite de 5.0% de todas las muestras positivas de coliformes totales por mes para sistemas de agua que recogen menos de 40 muestras, no puede haber más de una muestra con un resultado positivo de coliformes totales (EPA, 2007, p. 1).

2.3.2.6 Coliformes Termotolerantes

“Los coliformes termotolerantes son aquellos coliformes propios del tracto digestivo del hombre y los vertebrados de sangre caliente, que fermentan lactosa con elaboración de acidez y gas a 44.5 °C, comprenden a los géneros de *Escherichia* y *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*” (Triveño, 2016, p.41).

En este mismo sentido indicamos que uno de los criterios más usados para la determinación de la calidad del agua es la medición de coliformes termotolerantes (CTT), por lo que es importante resaltar que:

“La contribución de los centros urbanos en el incremento de coliformes termotolerantes (CTT) en el agua es un factor de riesgo significativo para la creación de problemas de salud pública” (Molina & Jiménez, 2017, p. 3).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ámbito de estudio

El área de estudio del desarrollo del proyecto es el distrito de Juli, el que se sitúa en la parte sur del departamento de Puno, cuya altitud se halla entre los 3869 msnm. Sin embargo, es importante conocer que Juli cuenta con un área total de 3978.13 Km² de superficie, que representa el 6.00% de la extensión total de la región.

En efecto, la investigación fue desempeñada en el área urbana del distrito de Juli, donde se reconoció el ámbito de distribución de agua con respecto a la población urbana y posteriormente se determinó los puntos de monitoreo de los parámetros obligatorios de agua potable, evaluándose parámetros tales como: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y pH. Sin embargo, es importante resaltar que dicho monitoreo se efectuó en zonas características como: reservorio, viviendas iniciales, centrales y finales del sistema de abastecimiento de la localidad de Juli.

En tal sentido, la actividad se programó por un periodo de tres meses (Setiembre-diciembre); el que cuenta principalmente con la elaboración del plan de monitoreo, la evaluación de los parámetros obligatorios, la comparación de resultados, el análisis estadístico, la interpretación de resultados y la elaboración del informe final, respectivamente.

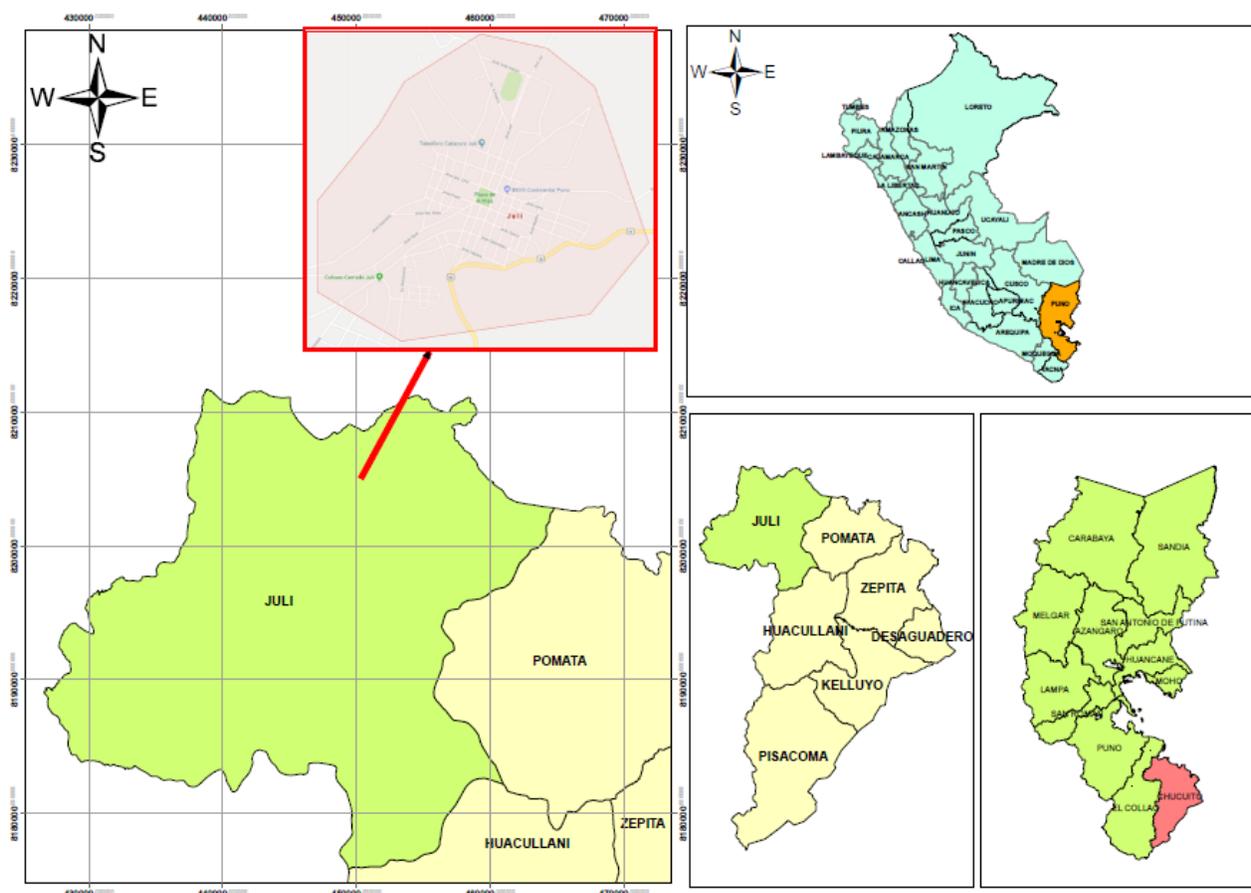


Figura 2. Mapa de localización de la ciudad de Juli (Zona Urbana)
 Fuente: Adaptado de (Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS - 2018)

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de estudio que se realizó en esta investigación es el “descriptivo”, determinándose entre sí que el nivel de investigación es no experimental longitudinal; ya que no se realizó la manipulación de variables, sin embargo, se evaluaron en tres tiempos (tres semanas consecutivas), por lo que este estudio estuvo enfocado en la recolección de datos mediante la medición de parámetros obligatorios del agua de consumo humano dictaminados por el Ministerio de Salud, quien en el momento de la determinación estos fueron observables e

indicadores de la calidad del agua del área urbana del distrito de Juli, esto en comparación a normativa nacional vigente.

3.3 Materiales, equipos, insumos y formatos

Para una mejor ilustración sobre los materiales y uso propiamente (Ver Anexo C).

Tabla 2
Materiales, equipos, insumos y formatos de campo y/o laboratorio

Materiales, equipos, insumos y Formatos de Campo y/o Laboratorio				
Materiales	Insumos	Formatos	Equipos	
			Nombre	Marca
Cooler	Alcohol	Formato de Vigilancia. (Ver Anexo 2)	Colorímetro Pocket II (Cloruro)	Hach
Hielo y/o refrigerantes	Agua destilada	Cadena de custodia. (Ver Anexo 1)	Turbidímetro	EUTECH OARKTON T-100
Botellas de muestreo 1L	Ampollas plásticas de caldo m-ColiBlue24 estéril		Multiparamétrico	EUTECH OARKTON-PCSTestr 35
Cuaderno de apuntes	Ampollas plásticas de Caldo m-FC estéril		GPS	GARMIN – GPSmap76CSx
Cinta de embalaje	Thiosulfate Sodium "THIO-BAG"		Incubadora portátil	Hach Código 256980
Guardapolvo			Fotómetro Multiparamétrico	HI 83200
Guantes Quirúrgicos				
Barbijo				
Cuaderno de Apuntes				
Tijera				
Kit portátil para análisis de coliformes totales, E.coli y fecales: Mechero, Pinza, Placas Petri, Lupa, Embudos de filtración				

Fuente: Elaboración propia

3.4 Procedimiento

3.4.1 Monitoreo de agua potable

El proceso en general, desde la ubicación de puntos de muestreo hasta el almacenamiento de las muestras se fundamentó con todo lo dispuesto en la RD. 160 - 2015 DIGESA, “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” (DIGESA, 2015).

Los 10 puntos de muestreo fueron determinados en zonas particulares, como son: 1 punto en el reservorio principal de abastecimiento de la zona, 2 puntos en las primeras viviendas de la red de distribución, 5 puntos en viviendas centrales de la red de distribución y 2 puntos en las viviendas finales de la red de distribución. Las coordenadas de cada punto se observa en la Tabla 3 y la ubicación de estos se aprecia en la figura 3.

Tabla 3
Ubicación de puntos de muestreo

PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		
		UTM		
		X	Y	Z
1	Reservorio R.250	451344	8206771	3950
2	Jr. Desaguadero S/N (1° casa)	451319	8206797	3945
3	Jr. Cusco S/N (9°na Cuadra)	451575	8206995	3902
4	Jr. Mucho N° 337	451512	8207112	3899
5	Jr. Lima N° 803	451685	8207215	3900
6	Jr. Juli N° 520	451527	8208035	3842
7	Jr. Juli N° 134	451280	8207416	3872
8	Jr. Loyola N° 407	451130	8207128	3875
9	Av. Alfonso Ugarte N° 301	450960	8207094	3847
10	Jr. Ilave N° 678	450573	8206897	3837

Fuente: Elaboración Propia

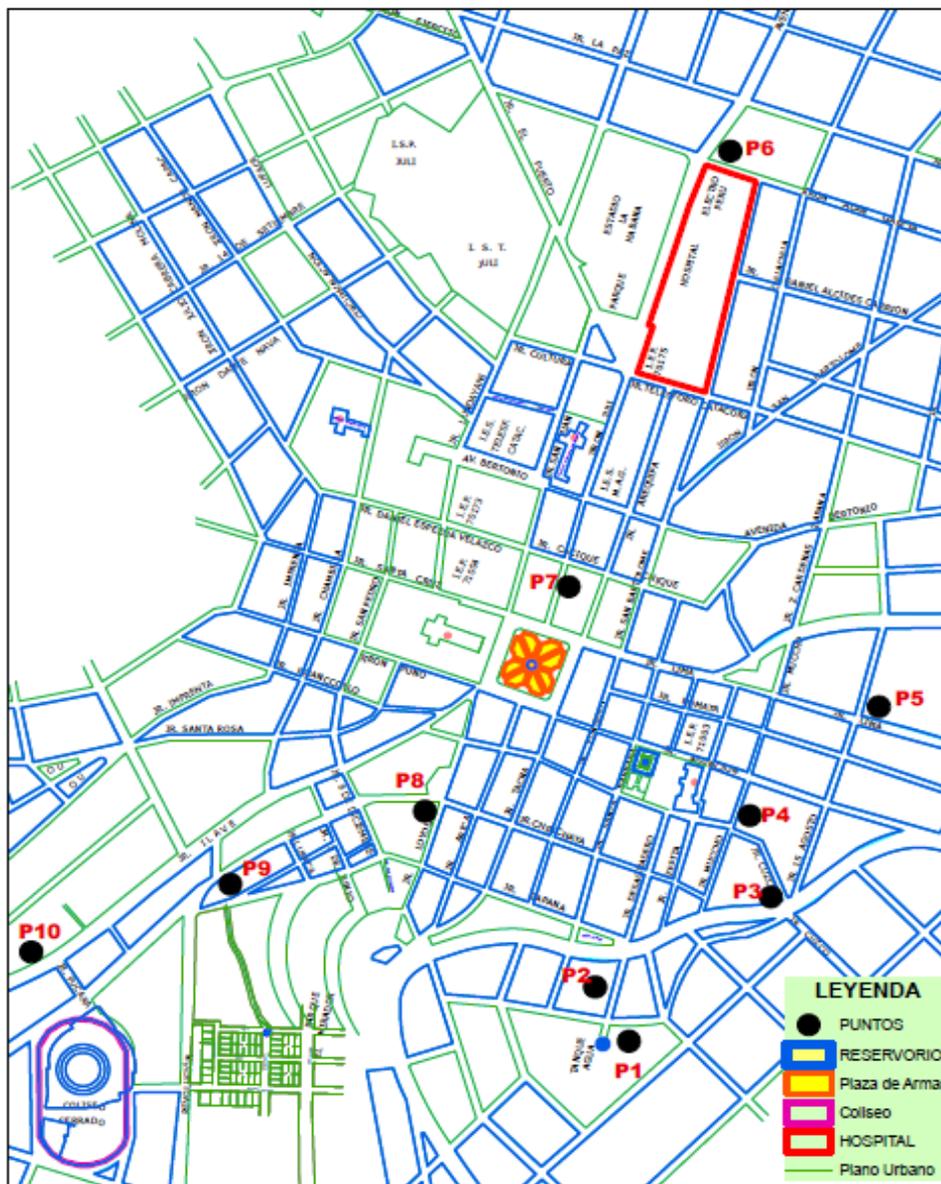


Figura 3. Puntos de Muestreo de la calidad de agua (Área Urbana)
 Fuente: Adaptado de (Municipalidad Provincial Chucuito Juli – Puno)

- ***Toma de muestra***

La recolección de muestras e información de ellas, se realizaron en los 10 puntos característicos de la zona de estudio, donde principalmente se registró las coordenadas UTM. (Ver Anexo A y B) y se tomó las siguientes consideraciones:

- ***Reservorio***

Primeramente, se removió con una escobilla todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa, luego se procedió a retirar la tapa sin que ingrese algún tipo de residuo. Y consiguiente a ello se dispuso a tomar la muestra.

- ***Grifos o caños (Viviendas)***

Para su realización, primero se eligió los grifos de agua que estén directamente conectados a una cañería de distribución, luego se verificó que el grifo no cuente con algún residuo u otro en la parte de suministro, después se desinfectó el grifo con un algodón que contenga alcohol de 70%, seguido a esto se abrió el caño y se dejó correr el agua por un periodo de 3 minutos y finalmente se procedió a la toma y medición de los parámetros.

- ***Medición de parámetros Físicoquímicos – Campo***

Para su desarrollo, primeramente, se verificó el certificado de calibración de los equipos Anexo 6; luego se dispuso a la medición de los parámetros (In-situ) durante el suministro de agua (5:00 AM – 6:30 AM). En consecuencia, se utilizó guantes para no alterar el resultado de las muestras; luego de acuerdo al DS. N° 031-2010-SA se evaluaron los parámetros de control obligatorio

En síntesis, la información se recolectó en el momento de la medición, ya que se realizó el análisis In-situ utilizando el Multiparamétrico HANNA HI9828 para pH, Turbidímetro portátil EUTECH TN-100 para turbiedad y por último el equipo COLORÍMETRO POCKET II

(CLORURO) para cloro residual, cuales resultados fueron registrados en la hoja de monitoreo de los parámetros de control obligatorio, observable en el Anexo 5.

- ***Medición de parámetros Fisicoquímicos – Laboratorio***

En cuanto al análisis del parámetro color, se realizó utilizando el Fotómetro Multiparamétrico HI 83200 de la Unidad de Salud Ambiental - Red de salud Chucuito Juli.

- ***Medición de parámetros Microbiológicos***

Primeramente, se realizó la toma de muestra en un frasco propiamente esterilizado de 1 L de volumen, utilizando guantes que puedan contrarrestar efectos posteriores. Luego se prosiguió al rotulado e identificación de las muestras de agua considerando: Código de preservación, coordenadas UTM, Punto de muestreo, Fecha y hora de muestreo, Tipo de análisis requerido, nombre del muestreador.

Seguido a ello, las muestras se transportaron en un cooler hacia el laboratorio de la red de salud Chucuito Juli para su almacenamiento y realización de los análisis. (Ver Anexo C). Los parámetros microbiológicos que se evaluaron fueron coliformes termotolerantes, coliformes totales y E.coli; este último se evaluó por la presencia positiva de coliformes termotolerantes, estipulado así en la normativa vigente de agua para consumo humano DS. N° 031-2010. SA. Para ello su análisis se desarrolló indistintamente en el en el laboratorio de la Red de Salud Chucuito Juli.

En efecto, dicha evaluación se desarrolló por el periodo de un mes, en 3 semanas consecutivas, es decir una medición se realizó en la semana 1 en los 10 puntos de muestreo, luego de la misma forma en la semana 2 y 3 respectivamente. Del mismo modo se desarrolló para la recolección de información sobre los parámetros fisicoquímicos

Por otro lado, es importante mencionar que el análisis de los parámetros microbiológicos se desarrolló mediante el método de filtración de membrana, dispuesto propiamente por la metodología APHA (1998).

Finalmente, se realizó la comparación de los resultados de los parámetros de control obligatorio con el DS N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

Tabla 4
Metodología de análisis de los parámetros de control obligatorio

Parámetro	Tipo de parámetro	Unidades	Tipo de Ensayo
pH	Fisicoquímico	–	Método In situ (electrométrico)
Turbiedad	Fisicoquímico	NTU	Método (In-situ) Nefelométrico
Color	Fisicoquímico	UCV escala Pt/Co	Método (Ex - situ) Espectrofotometría
Cloro Residual	Fisicoquímico	Mg/L	Método (In-situ)
Coliformes Totales	Biológico	UFC/100 ml a 35°C	Filtración por membrana
Coliformes Termotolerantes	Biológico	UFC/100 ml a 44.5°C	Filtración por membrana

Fuente: Adaptado del DS. 031-2010-SA –MINSA (2011)

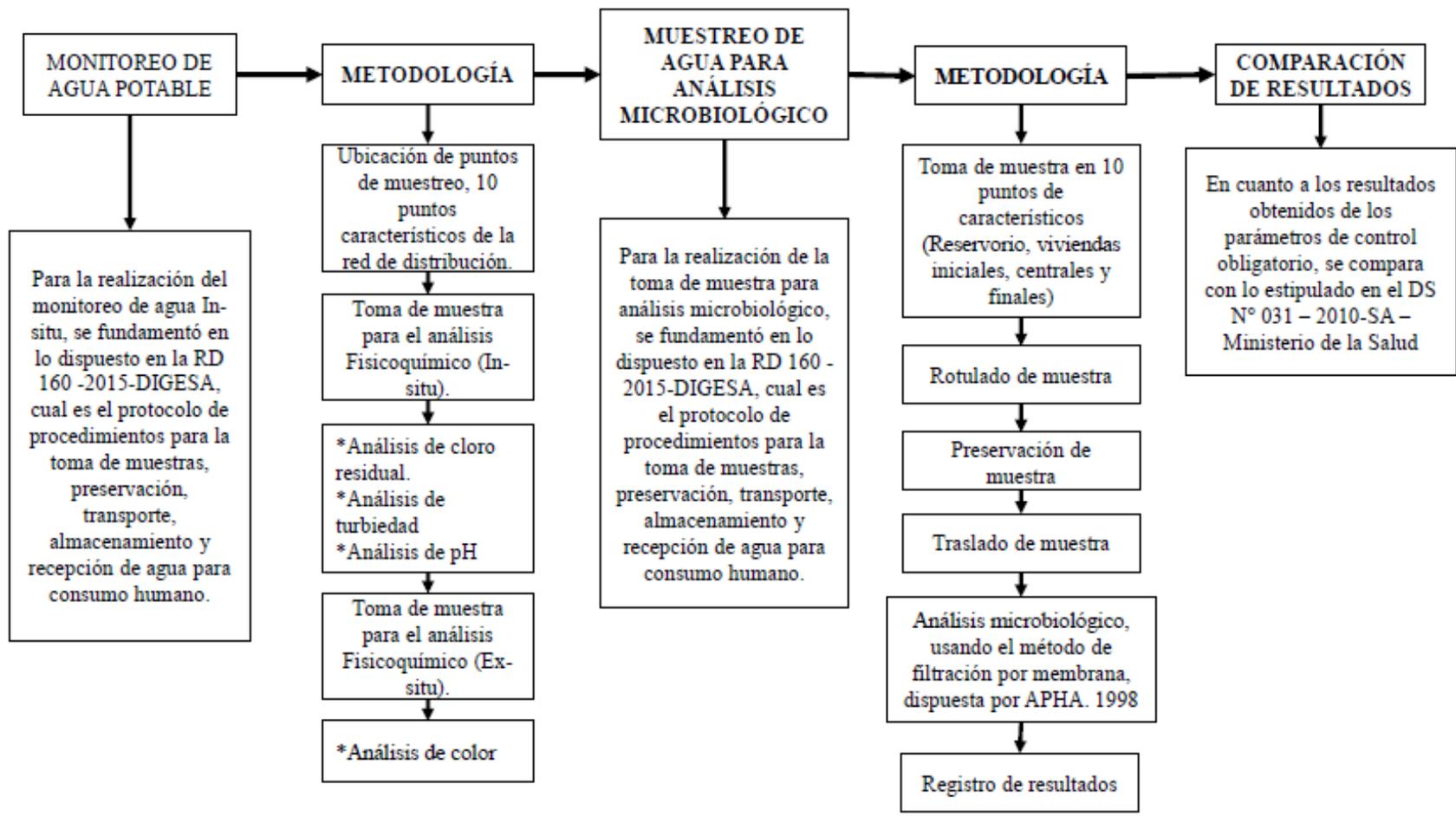


Figura 4. Metodología de evaluación de parámetros obligatorios del agua de consumo humano. Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de las mediciones:

4.1.1 Parámetro pH

Tabla 5

Resultados de las 3 mediciones del parámetro pH

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE	pH			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	6.5 - 8.5	7.7	8.02	8.5	8.07
2	6.5 - 8.5	7.7	8.11	7.9	7.90
3	6.5 - 8.5	7.4	7.5	8.1	7.67
4	6.5 - 8.5	7.5	7.73	7.95	7.73
5	6.5 - 8.5	7.6	7.6	7.7	7.63
6	6.5 - 8.5	7.2	7.68	7.6	7.49
7	6.5 - 8.5	7.3	7.73	7.6	7.54
8	6.5 - 8.5	7.6	7.8	7.7	7.70
9	6.5 - 8.5	7.5	7.98	7.4	7.63
10	6.5 - 8.5	7.5	7.94	7.8	7.75
					7.71

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 5 representa los valores de pH del agua que se recopilaban en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que de las tres mediciones de pH de cada punto se realizó un análisis de media, cuyos valores se encuentran dentro del rango establecido en el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” del **DS. N° 031-2010-SA**. Por ende, los resultados en los 10 puntos cumplen con una de las características importantes de un agua para consumo humano.

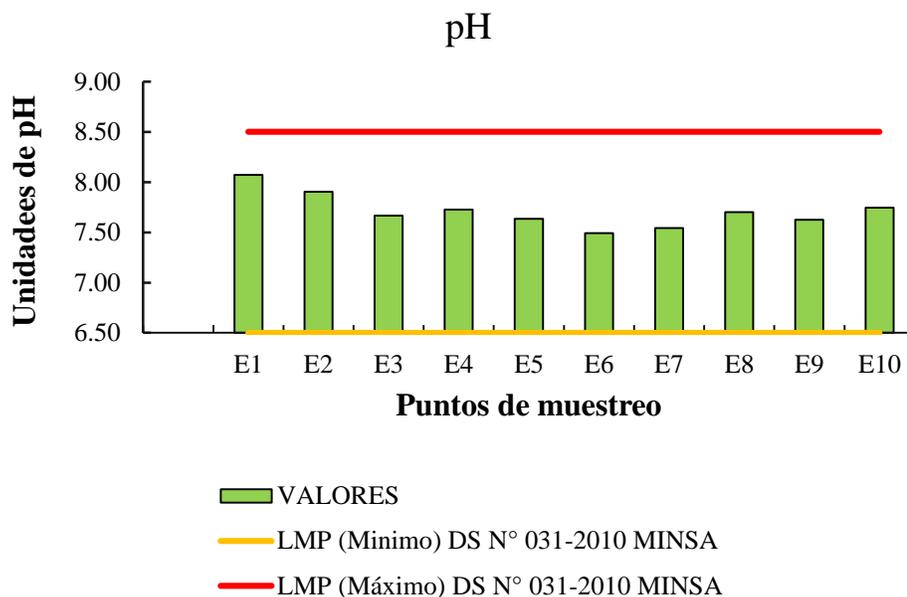


Figura 5. Concentración de pH en los 10 puntos de muestreo.
 Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de pH en los 10 puntos de monitoreo según el Figura 5 se hallan dentro de las especificaciones técnicas 6.5 – 8.5 mencionadas en el DS N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud; lo que indica cumplimiento de normativa para agua de consumo humano en los 10 puntos. Además, los valores obtenidos en el agua de consumo, cumplen también con lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud.

Resultados similares se alcanzaron en la localidad de San Cristóbal - Galápagos por Nivel (2015), cuyos datos reportan valores que fluctúan entre 7.32 – 8.30 de aguas para el consumo humano, indicando que dichos resultados de pH se hallan dentro de los límites máximos permisibles recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

En la localidad Las Juntas, Pacora, un estudio semejante fue desarrollado por Cava & Ramos (2016), obteniendo valores que oscilan entre 7.8 – 8.4, cuyos rangos se encuentran dentro del LMP establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA – MINS.

Brousett & Chambi (2018) en una localidad de Puno, realizó también una evaluación en el agua para consumo humano, obteniéndose resultados de pH que fluctúan entre 6.8 – 8.1. Valores cuyos rangos se encuentran dentro de la norma vigente nacional establecida.

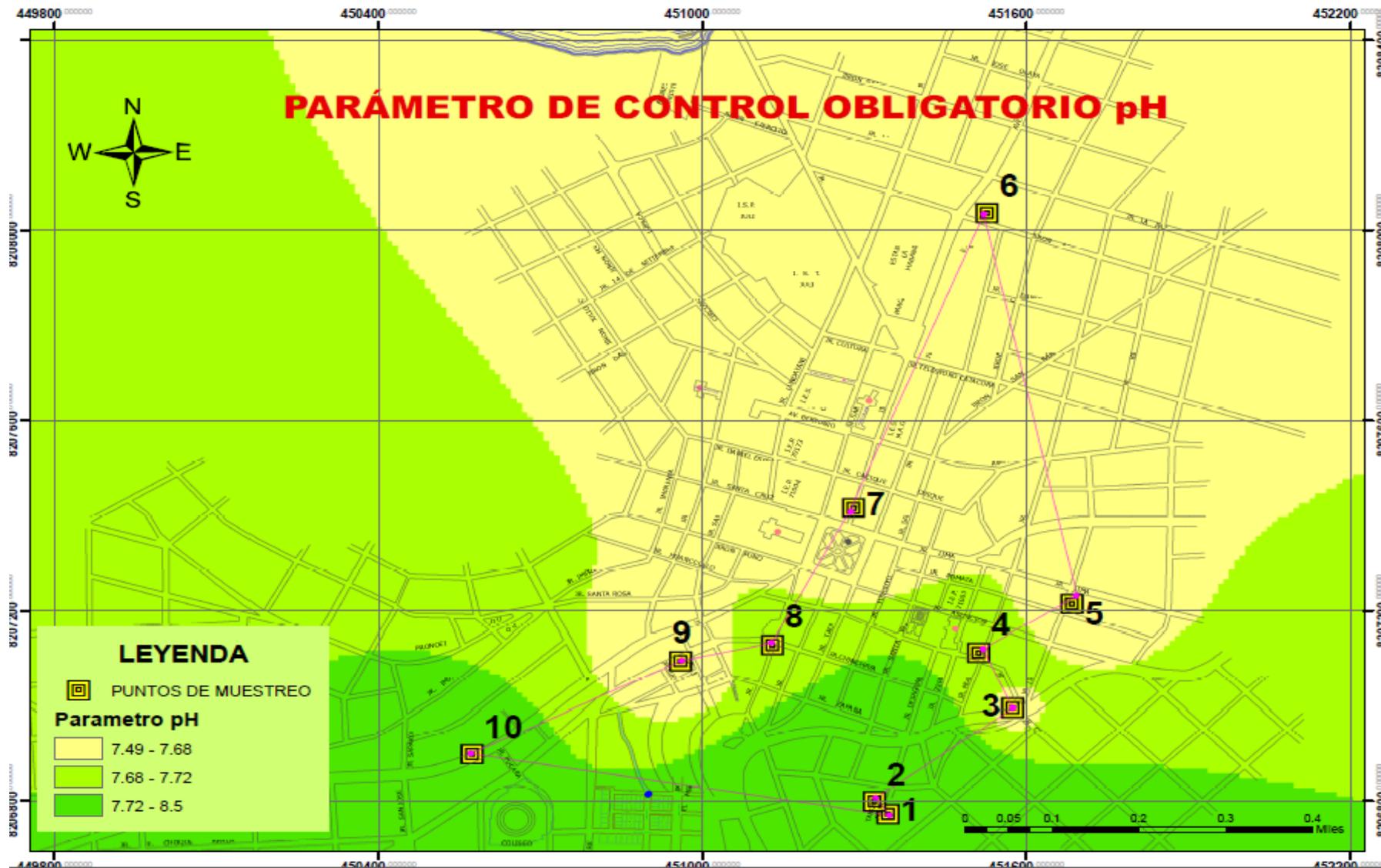


Figura 6. Mapa de caracterización de resultados del pH en los 10 puntos (Zona Urbana).
 Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

A continuación, en la Figura 6 se observa un mapa en relación a los valores medios de pH de la Tabla 5; donde se aprecia que el Punto 3, Punto 5, Punto 6, Punto 7 y Punto 9 poseen valores entre 7.49 - 7.68; seguido a ello el Punto 4 y Punto 8 adquieren valores entre 7.69 – 7.72. Finalmente, el Punto 1, Punto 2 y el Punto 10 alcanzan valores entre 7.73 – 8.5; valores cuyos rangos se encuentran dentro de lo estipulado en la normativa vigente para agua de consumo humano.

4.1.2 Parámetro turbiedad

Tabla 6

Resultados de las 3 mediciones del parámetro turbiedad

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE (NTU)	TURBIEDAD			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	5	1.18	4.88	1.27	2.44
2	5	0.8	0.71	0.55	0.69
3	5	2.82	3.8	5.09	3.90
4	5	0.18	1.57	0.85	0.87
5	5	3.66	1.14	1.09	1.96
6	5	1.11	1.31	0.68	1.03
7	5	0.62	0.91	0.82	0.78
8	5	1.6	4.51	0.70	2.27
9	5	1.3	0.8	1.33	1.14
10	5	0.92	1.26	1.00	1.06
					1.62

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 6 representa los valores de turbiedad del agua que se recopilamos en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que de las tres mediciones de turbiedad de cada punto se realizó un análisis de media, por lo que resulta que los valores se encuentran dentro del límite establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-2010-SA**. Por consiguiente,

los resultados en los 10 puntos si cumplen con una de las características importantes de un agua para consumo humano.

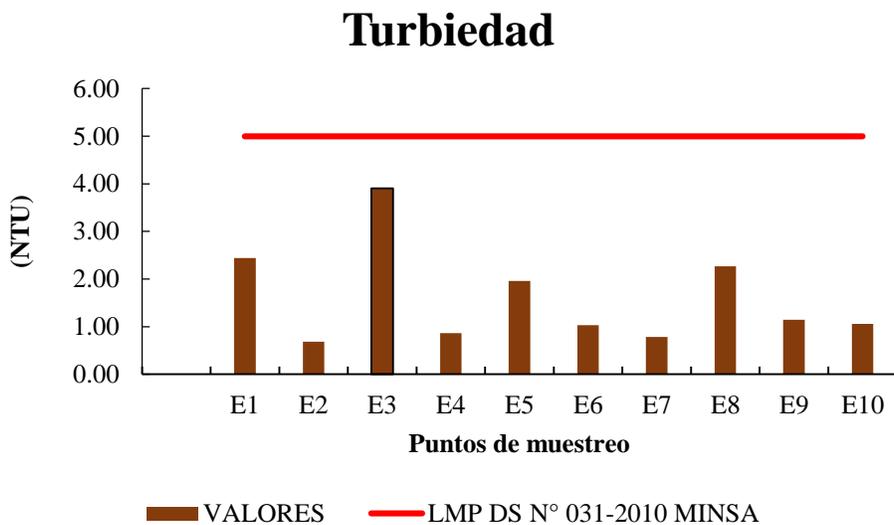


Figura 7. Concentración de turbiedad en los 10 puntos de muestreo.
Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de turbiedad en los 10 puntos de monitoreo según la Figura 7 se muestran debajo del límite máximo permisible 5 NTU indicado por el DS N° 031-2010-SA del MINSA; por ende, el agua para consumo humano de la zona urbana de Juli en cuanto a este parámetro, se halla bajo control. No obstante, es importante resaltar que el punto N° 03 concerniente al Jr. Cusco s/n se encuentra ya con un valor elevado, mas no fuera de lo estipulado según norma; lo que indica que en dicho punto existió algún elemento que repercutió en la turbidez del agua. Por otro lado, las inclemencias del tiempo juegan un papel trascendental en el resultado de turbiedad. Ese fue el caso en cuanto el resultado del punto 3, ya que se tuvo la presencia de precipitaciones en el momento de realizar el monitoreo de calidad del agua; lo cual se puede corroborar con los pronósticos y datos del SENAMHI.

Resultados similares fueron encontrados en el agua de consumo humano de las personas de la microcuenca El Limón, Copán, Honduras por Mejía (2005) resultándole valores de turbiedad entre 2 - 7 NTU, valores que según la OMS y los LMP establecidos en el DS N° 031-2010-SA, indican que los valores por encima de 5 NTU está fuera del rango establecido para el agua de consumo del hombre.

Otra investigación elaborada por Niveló (2015) presentan también resultados casi similares en turbidez del agua para consumo humano, cuyo valores fluctúan entre 0.38 - 9.20 NTU que según la OMS, este último valor se halla fuera de sus especificaciones técnicas.

Los resultados obtenidos guardan una relación, con el estudio realizado de Turpo (2018) en la ciudad de Puno; obteniendo resultados que oscilan entre 1.20 NTU – 1.57 NTU de turbiedad en el agua, valores cuyos rangos cumplen con lo estipulado en la normativa vigente para agua DS N° 031-2010-SA.

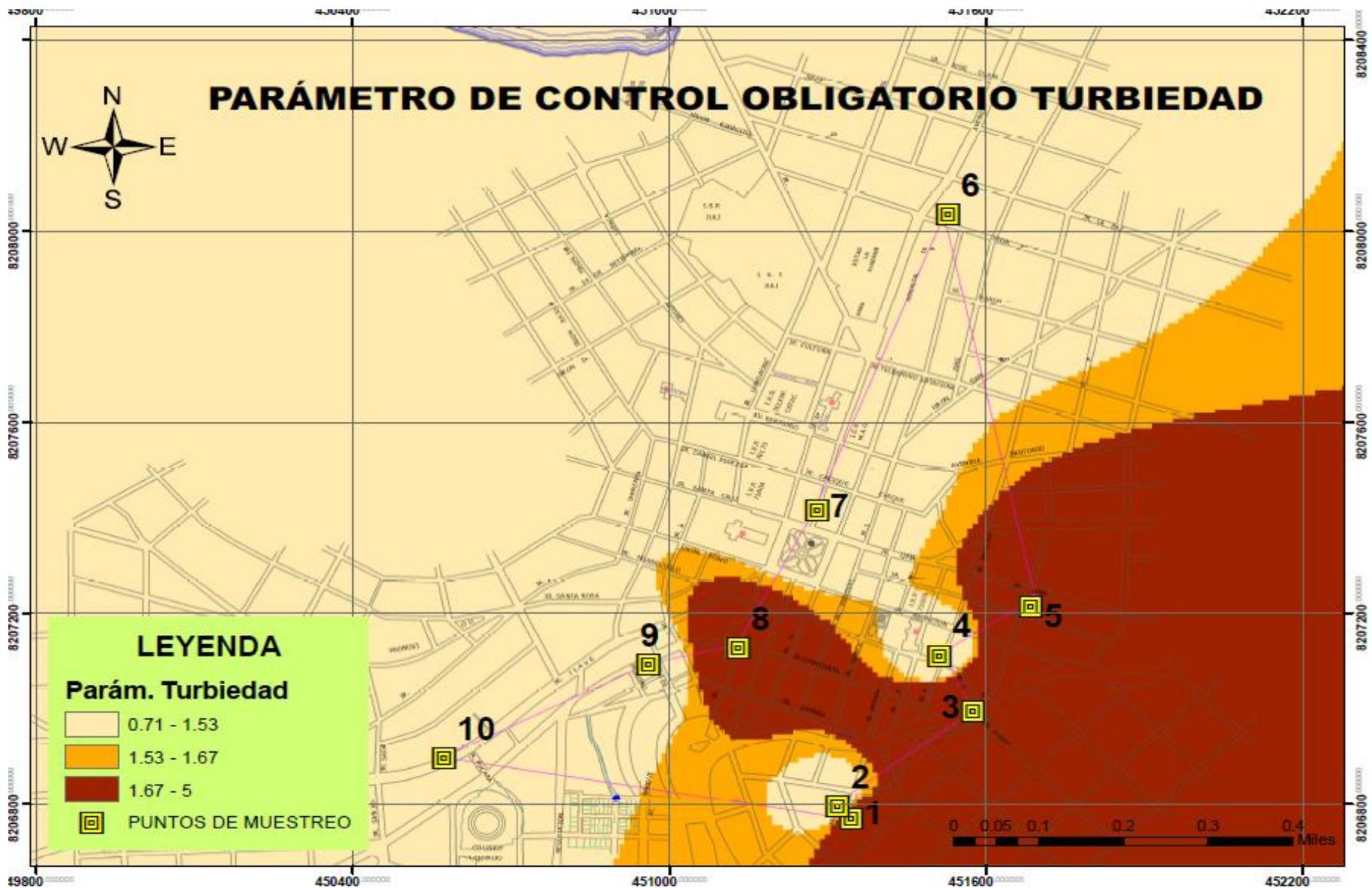


Figura 8. Mapa de caracterización de resultados de turbiedad en los 10 puntos (Zona Urbana).
 Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

Con respecto a lo anterior, en la Figura 8 se observa un mapa elaborado con los datos de Turbiedad de la Tabla 6, donde se observa que el punto 2, punto 4, punto 6, punto 7, punto 9 y punto 10 poseen valores de turbidez dentro de 0.71 -1.53 NTU. Posteriormente el punto 1, punto 3, punto 5 y Punto 8 adquieren valores entre 1.67 – 5 NTU; valores cuyos rangos se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido en la normativa vigente para agua de consumo humano.

4.1.3 Parámetro color

Tabla 7

Resultados de las 3 mediciones del parámetro color

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE (UCV escala Pt/Co)	COLOR			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	15	7	21	11	13.00
2	15	4	4	3	3.67
3	15	17	21	21	19.67
4	15	2	14	4	6.67
5	15	21	7	7	11.67
6	15	7	11	3	7.00
7	15	3	7	4	4.67
8	15	14	21	4	13.00
9	15	11	4	11	8.67
10	15	4	11	7	7.33
					9.53

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 7 representa los valores de color del agua que se recopilaron en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que las tres mediciones de color de cada punto se realizó un análisis de media, por lo que resulta que los valores de nueve puntos se encuentran dentro del límite establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-2010-SA**, exceptuando al punto 3 (Jr. Cusco s/n), quien supera el valor establecido. Por consiguiente,

indicamos que los nueve puntos si cumplen con una de las características importantes de un agua para consumo humano, más no el punto 3 que se encuentra fuera de lo estándar.

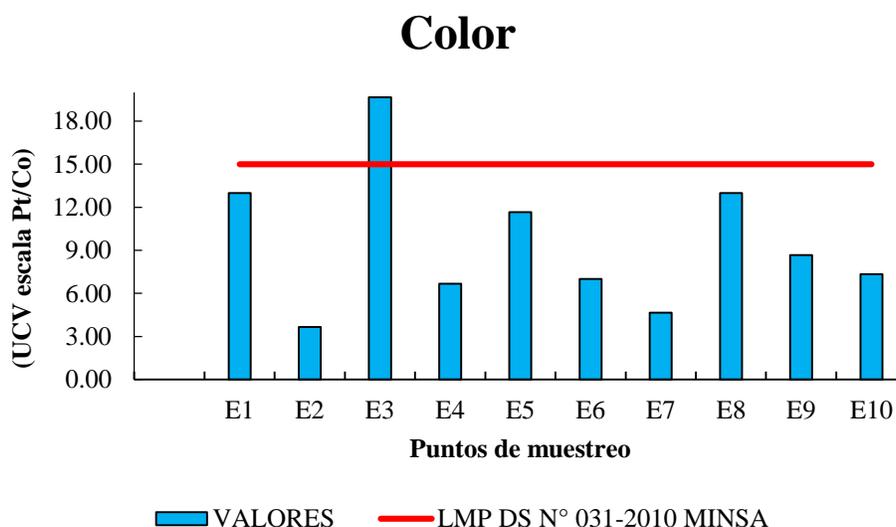


Figura 9. Concentración de color en los 10 puntos de muestreo.
Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de color en los 9 puntos de monitoreo observables en la Figura 9 se encuentran dentro de las especificaciones técnicas 0 – 15 (UCV escala Pt/Co), mencionado en el DS N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud. Sin embargo, es trascendental exceptuar al punto 3 correspondiente al Jr. Cusco s/n que se encuentra por encima del límite de las especificaciones técnicas, lo que indica que dicho punto incumple la normativa vigente nacional. Asimismo, el valor obtenido en el punto 3 incumple con lo estipulado por la OMS.

Resultados similares con excepción del punto 3 se adquiere en la localidad de Las Juntas – Pacora por Cava & Ramos (2016), con valores de entre 6 – 7.2 UC que se encuentran dentro de los límites establecidos por el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, DS N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud.

Mejía (2005) determina que el agua de uso doméstico debería tener como parámetro de aceptación ser incoloro. No obstante en su estudio resultó valores (33, 22, 61 y 40 UCV escala Pt/Co) cuyos rangos elevados no cumplen con los límites permisibles; son cuatro las comunidades en San Jerónimo – Honduras que adquieren este resultado. Se expresa, que las aguas pueden estar coloridas debido a la presencia de iones metálicos naturales, humus, materias orgánicas y contaminantes domésticos.

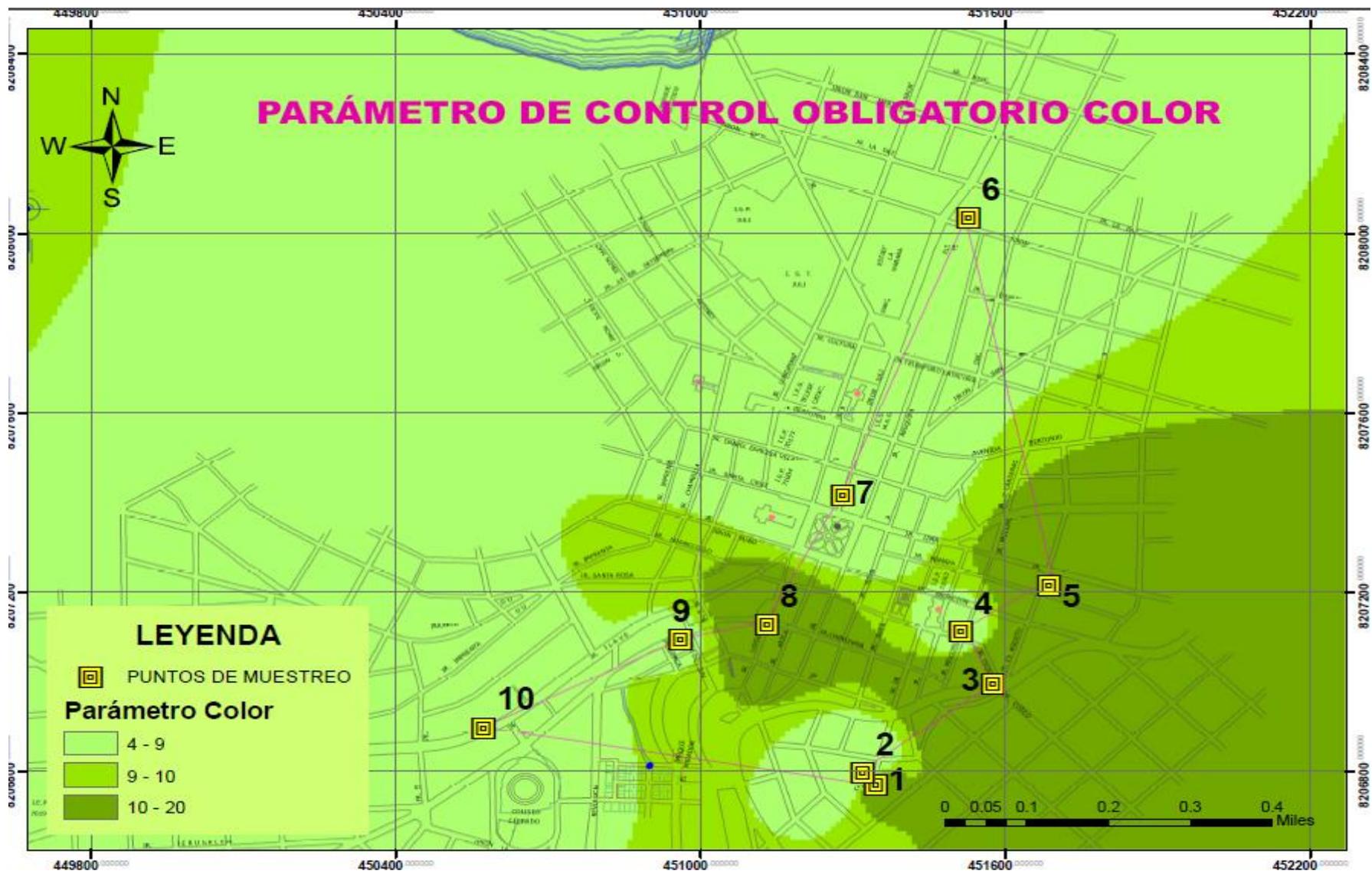


Figura 10. Mapa de caracterización de resultados de color en los 10 puntos (Zona Urbana).
 Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

En la Figura 10 se observa el mapa de la distribución de los puntos en función al parámetro color, donde se puede observar que el punto 2, punto 4, punto 6, punto 7, punto 9 y punto 10 poseen valores dentro de 4 – 9 UCV escala Pt/Co. Posteriormente el punto 1, punto 3, punto 5 y punto 8 adquieren valores entre 10 – 20 UCV escala Pt/Co; valores cuyo rango hasta (15 UCV escala Pt/Co) se encuentran dentro de lo establecido en la normativa para agua de consumo humano. No obstante, el punto 3 correspondiente a la vivienda del Jr. Cusco s/n, presenta (19.67 UCV escala Pt/Co) valor fuera del rango establecido según normativa vigente.

4.1.4 Parámetro cloro residual

Tabla 8

Resultados de las 3 mediciones del parámetro cloro residual

TO	LIMITE PERMISIBLE (mg/l)	CLORO RESIDUAL			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	5	0.3	2	3.9	2.07
2	5	3	6.3	4.6	4.63
3	5	0	0	0	0.00
4	5	0.2	3.5	2.9	2.20
5	5	1.6	2.5	3.7	2.60
6	5	0.7	2.4	2.5	1.87
7	5	1.2	2.4	3.4	2.33
8	5	2.7	2.4	3.4	2.83
9	5	3.7	2.8	0.1	2.20
10	5	2.1	2.3	2.5	2.30
					2.30

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 8 se observan los valores de cloro residual del agua que se recopilaron en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que las tres mediciones de cloro residual de cada punto se realizó un análisis de media, por lo que resulta que los valores de nueve puntos se encuentran dentro del límite establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-**

2010-SA, exceptuando al punto 3 (Jr. Cusco s/n), quien se encuentra con un valor por debajo de lo estipulado.

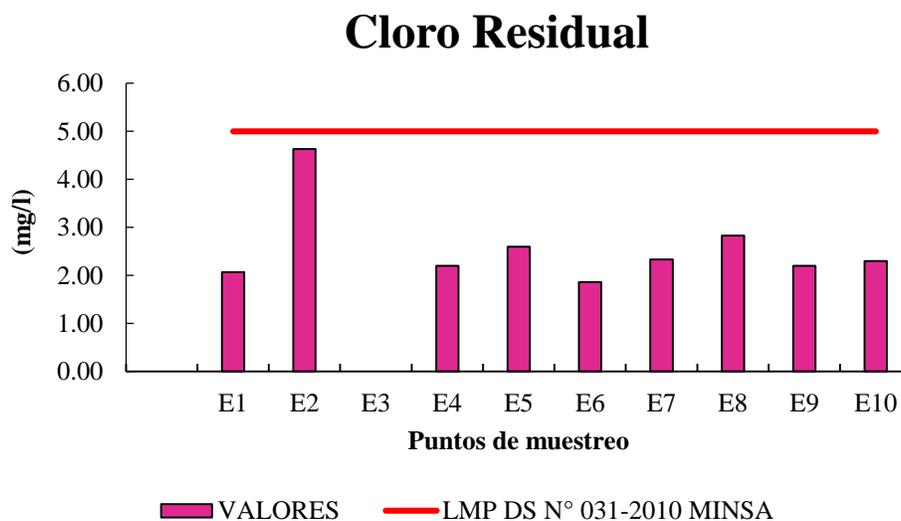


Figura 11. Concentración de cloro residual en los 10 puntos de muestreo.
Fuente: Adaptado en el software Excel

La figura 11 muestra valores de cloro residual de 9 puntos evaluados que se encuentran dentro del LMP (5 mg/L), cumpliendo con lo dispuesto en la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud. Sin embargo, el punto 3 correspondiente al Jr. Cusco s/n adquiere un valor de 0 mg/l, valor que incumple con la normativa vigente de agua para consumo humano. Además, este valor adquirido en el punto 3, incumple también con lo estipulado por la OMS.

Asimismo, en relación al resultado del punto 3 en la localidad de Las Juntas – Pacora por Cava & Ramos (2016) obtuvieron valores de 0 mg/l, comparó los LMP del reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA, se determinó que se encuentra fuera de lo estándar a falta de la presencia de un sistema de cloración del agua de consumo humano.

Nivelo (2015) en San Cristóbal – Galápagos, también obtuvo resultados de 0 mg/l de cloro residual en Cerro de gato y La Toma respectivamente; indicando que los valores obtenidos se encuentran por debajo de lo establecido en cuanto a normativa para agua de consumo humano. Esto a falta de un sistema de desinfección.

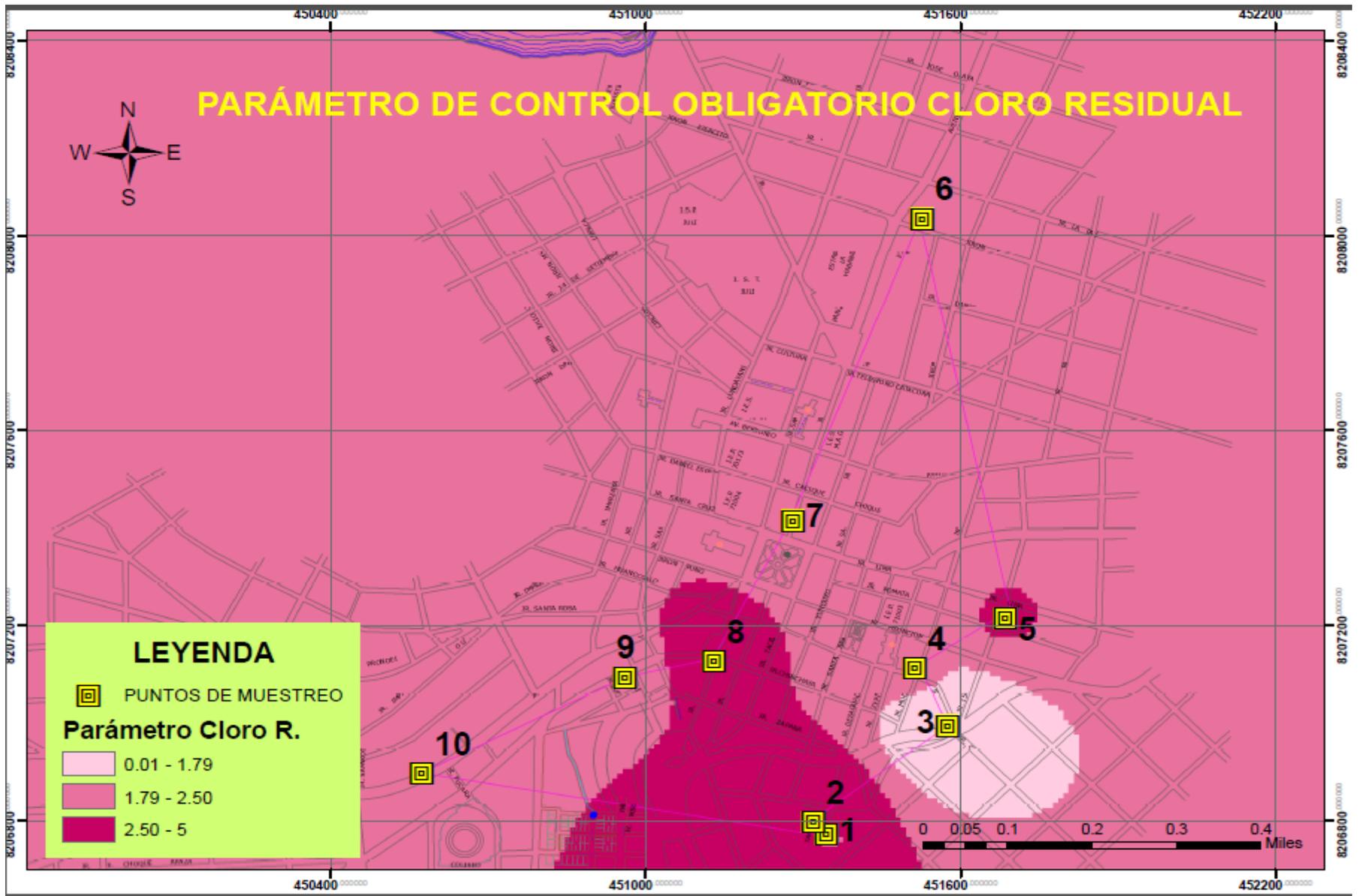


Figura 12. Mapa de caracterización de resultados de cloro residual en los 10 puntos (Zona Urbana)

Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

La Figura 12 muestra el mapa de la distribución del cloro residual en los puntos de muestreo, realizada en función a los datos de la Tabla 8, donde se puede observar que el Punto 3 posee valores entre 0 – 1 mg/l, seguido a ello el Punto 4, Punto 6, Punto 7, Punto 9 y Punto 10 poseen valores dentro de 1.79 – 2.5 mg/l y posteriormente el Punto 1, Punto 2, Punto 5 y Punto 8 adquieren valores entre 2.51 – 5 mg/l; concluyendo que los valores de cloro residual de los puntos de muestreo se encuentran dentro de lo establecido en la normativa para agua de consumo humano, exceptuando al Punto 3 (Jr. Cusco s/n) quien se encuentra debajo de los rangos permisibles.

4.1.5 Parámetro coliformes totales

Tabla 9

Resultados de las 3 mediciones del parámetro coliformes totales

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE (UFC/100 ml a 35°)	COLIFORMES TOTALES			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	0(*)	0	0	0	0.00
2	0(*)	0	0	0	0.00
3	0(*)	15	0	4	6.33
4	0(*)	0	0	0	0.00
5	0(*)	0	0	0	0.00
6	0(*)	1	0	1	0.67
7	0(*)	0	0	0	0.00
8	0(*)	0	0	0	0.00
9	0(*)	0	0	20	6.67
10	0(*)	0	0	0	0.00
					1.37

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 9 representa los valores de coliformes totales del agua que se recopilaron en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que las tres mediciones de coliformes totales de cada punto se realizó un análisis de media, por lo que resulta que los valores de siete puntos se encuentran dentro del límite establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-**

2010-SA. Por tanto, es importante resaltar a los puntos que incumplen con la normativa vigente, es decir al punto 3 (Jr. Cusco s/n), punto 6 (Jr. Juli N°520) y punto 9 (Av. Alfonso Ugarte N° 301) puntos con valores que superan los valores estipulados. Por consiguiente, indicamos que los siete puntos si cumplen con una de las características importantes de un agua para consumo humano de buena calidad, más no el punto 3, punto 6 y punto 9 quienes se encuentran fuera de lo estándar.

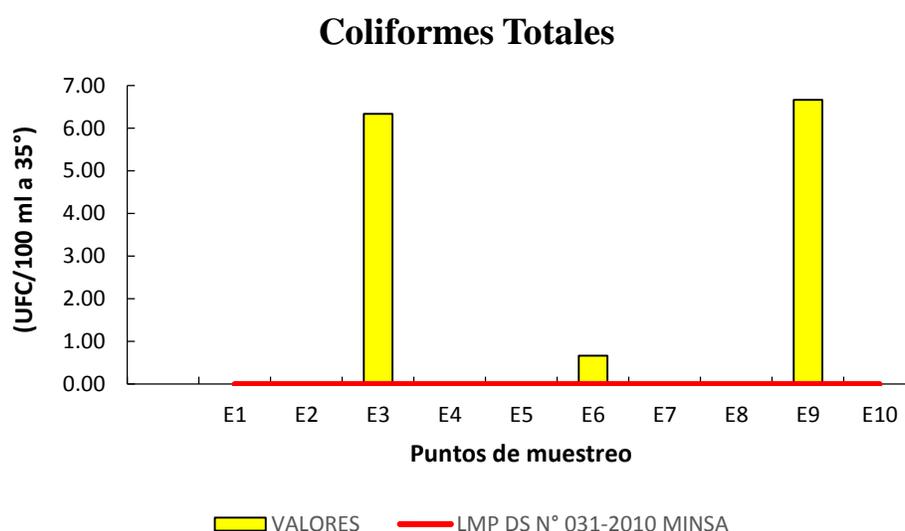


Figura 13. Concentración de coliformes totales en los 10 puntos de muestreo.
Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de tres puntos de monitoreo de coliformes totales según la Figura 13 se encuentra fuera de las especificaciones técnicas de 0 UFC/100 ml a 35° mencionado en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud. Sin embargo, es significativo exceptuar al punto 1, punto 2, punto 4, punto 5, punto 7, punto 8 y punto 10 quienes se encuentran dentro del límite de las especificaciones técnicas, indicando que en dichos puntos se prevé la presencia de partículas de cloro que realizan intervención alguna en la eliminación de los microorganismos.

A diferencia de lo anterior el Punto 3 (Jr. Cusco s/n), Punto 6 (Jr. Juli N°520) y el Punto 9 (Av. Alfonso Ugarte N° 301) se descontrolan, ya que adquieren valores por encima de las especificaciones técnicas del agua para consumo humano, ocasionando que se infrinja una de las características importantes del agua para consumo humano.

No obstante, similar a los resultados de estos tres puntos en Guilbut – Ecuador por Ramos (2016) se hallaron valores de 1- 4 UFC/100ml de coliformes totales cuyos rangos se hallan fuera de los límites establecidos para agua potable, ocasionando que el agua de consumo no sea apta para la población de Guilbut.

Otro resultado semejante obtuvo Cava & Ramos (2016) en la localidad de Las Juntas - Pacora, donde encontraron valores de 30 - 50 UFC/100 ml en el agua de consumo humano, cuyo rango se halla por encima de los límites establecidos por el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud.

Por tanto, según los resultados obtenidos de coliformes totales en puntos con presencia de cloro, enunciamos que la existencia de estos coliformes totales funciona como una alerta de que ocurrió contaminación, así como la presencia de desperfectos en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su aspecto acciona los mecanismos de control de calidad e intensifica la vigilancia en la red de distribución. (Arcos, Ávila, Estupiñán, & Gómez, 2005)



Figura 14. Mapa de caracterización de resultados de coliformes totales en los 10 puntos (Zona Urbana)
Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

En la presente Figura 14, se muestra el mapa de la distribución de coliformes totales en los puntos de muestreo, realizada en función a los datos de la Tabla 9, donde se puede observar que el punto 1, punto 2, punto 4, punto 5. Punto 6, punto 7, punto 8 y punto 10 poseen valores dentro de 0 UFC/100 ml a 35°, luego el Punto 3 y el Punto 9 poseen valores dentro de 1 – 7 UFC/100 ml a 35°. Concluyendo que los valores de Coliformes Totales de los puntos de muestreo se encuentran dentro de lo establecido en la normativa para agua de consumo humano, exceptuando al Punto 3 (Jr. Cusco s/n), Punto 6 (Jr. Juli N° 520) y el Punto 9 (Av. Alfonso Ugarte N°301) quienes se encuentran por encima de los rangos permisibles.

4.1.6 Parámetro coliformes termotolerantes

Tabla 10

Resultados de las 3 mediciones del parámetro coliformes termotolerantes

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE (UFC/100 ml a 44.5°)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	0(*)	0	0	0	0.00
2	0(*)	0	0	0	0.00
3	0(*)	25	6	4	11.67
4	0(*)	0	0	0	0.00
5	0(*)	0	0	0	0.00
6	0(*)	0	0	0	0.00
7	0(*)	0	0	0	0.00
8	0(*)	0	0	0	0.00
9	0(*)	0	0	0	0.00
10	0(*)	0	0	0	0.00
					1.17

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 10 representa los valores de coliformes termotolerantes del agua que se recopilieron en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que las tres mediciones de coliformes termotolerantes de cada punto se realizó un análisis de media, donde nueve puntos se encuentran dentro del límite establecido en

el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-2010-SA**. Sin embargo, el punto 3 (Jr. Cusco s/n) se encuentra con un valor por encima de lo estipulado. Por consiguiente, indicamos que los nueve puntos si cumplen con una de las características importantes de un agua de buena calidad para consumo humano, más no el punto 3 que se encuentra fuera de lo estándar.

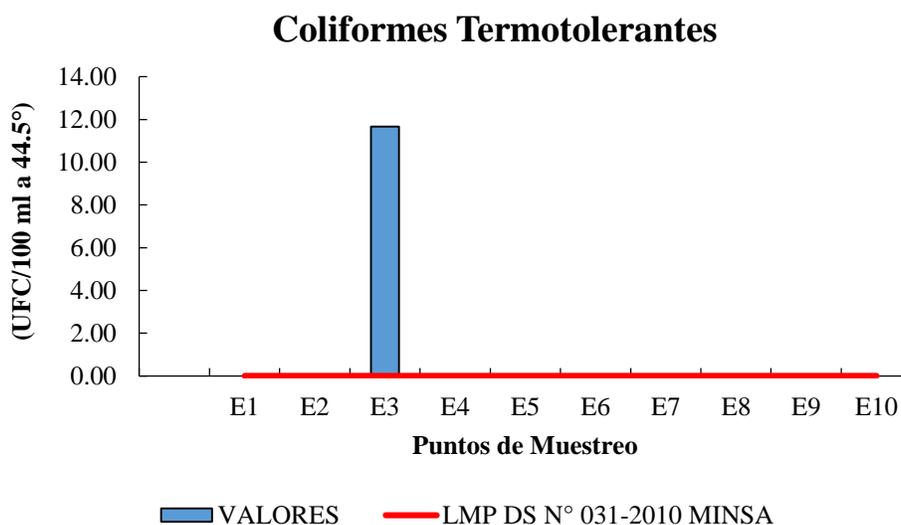


Figura 15. Concentración de coliformes termotolerantes en los 10 puntos de muestreo
Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de los coliformes termotolerantes de nueve puntos según la Figura 16 se encuentra dentro de las especificaciones técnicas de 0 UFC/100 ml a 44.5° del parámetro microbiológico mencionado en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud; mas no en el punto 3 (Jr. Cusco s/n), que posee un valor por encima de lo estipulado; por ende en este punto el proceso del agua para consumo humano no se encuentra bajo control, ocasionando que se infrinja una de las características del agua de consumo humano y por ende estaría en riesgo la salud del consumidor.

Sin embargo, es significativo mencionar que el punto 1, punto 2, punto 4, punto 5, punto 6, punto 7, punto 8, punto 9 y punto 10 vivienda, son quienes se encuentran dentro del límite de las especificaciones técnicas, lo que indistintamente indica que en dichos puntos el agua suministrada se encuentra bajo control.

Equivalente a los resultados alcanzados en coliformes termotolerantes, se tiene también resultados parejos en el municipio de Turbaco - Bolívar por (Petro & Wees, 2014) , cuyos datos reportan valores que fluctúan entre 0 - 21 UFC/100ml de aguas para consumo humano, indicando que dichos valores de coliformes termotolerantes se encuentran fuera de los límites máximos permisibles recomendados por la Organización Mundial de la Salud y normativa nacional correspondiente a la Resolución 2115 de 2007.

Resultados similares presenta Cava & Ramos (2016) de la evaluación del agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas – Pacora, con valores de 0 - 2 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, indicando estar fuera de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA

Asimismo, con respecto al punto 3 es importante resaltar que la presencia de coliformes termotolerantes se da por la contaminación fecal de los suministros de agua, que generalmente se da por la descarga de aguas residuales, por un tratamiento inadecuado y/o a un sistema ineficiente de distribución y almacenamiento, así como infiltración de los contaminantes y descomponen la calidad del agua. También es posible desarrollar la tolerancia por parte de las comunidades bacterianas al cloro que se utiliza en el tratamiento de los suministros de agua (Sotomayor, Villagra, & Silva, 2013, p. 8).



Figura 16. Mapa de caracterización de resultados de coliformes totales en los 10 puntos (Zona Urbana)
Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

La presente Figura 17 muestra el mapa de la distribución de Coliformes Termotolerantes en los puntos de muestreo, realizada en función a los datos de la Tabla 10, donde se puede observar que el Punto 1, Punto 2, Punto 4, Punto 5, Punto 6, Punto 7, Punto 8, Punto 9 y Punto 10 poseen valores dentro de 0 UFC/100 ml a 44.5°, por otro lado el Punto 3 posee un valor dentro de 1 – 12 UFC/100 ml a 44.5°. Ultimando que los valores de Coliformes Termotolerantes de los puntos de muestreo se encuentran dentro de lo establecido en la normativa para agua de consumo humano, exceptuando al Punto 3 (Jr. Cusco s/n) quien se encuentra por encima de los rangos permisibles según normativa.

4.1.7 Parámetro *Escherichia coli*

Tabla 11

Resultados de las 3 mediciones del parámetro E.coli

PUNTO	LIMITE PERMISIBLE (UFC/100 ml a 44.5°)	<i>E.coli</i>			Media
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	0(*)	0	0	0	0.00
2	0(*)	0	0	0	0.00
3	0(*)	10	1	0	3.67
4	0(*)	0	0	0	0.00
5	0(*)	0	0	0	0.00
6	0(*)	0	0	0	0.00
7	0(*)	0	0	0	0.00
8	0(*)	0	0	0	0.00
9	0(*)	0	0	0	0.00
10	0(*)	0	0	0	0.00
					0.37

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 11 representa los valores de E.coli del agua que se recopilamos en función a las tres mediciones realizadas durante el proceso de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que las tres mediciones de E.coli de cada punto se realizó un análisis de media, donde nueve puntos se encuentran dentro del límite establecido en el “Reglamento de la Calidad del

Agua para Consumo Humano” del **DS. N° 031-2010-SA**. Sin embargo, el punto 3 (Jr. Cusco s/n) se encuentra con un valor por encima de lo estipulado. Por consiguiente, indicamos que los nueve puntos si cumplen con una de las características importantes de un agua de buena calidad para consumo humano, más no el punto 3 que se encuentra fuera de lo estándar.

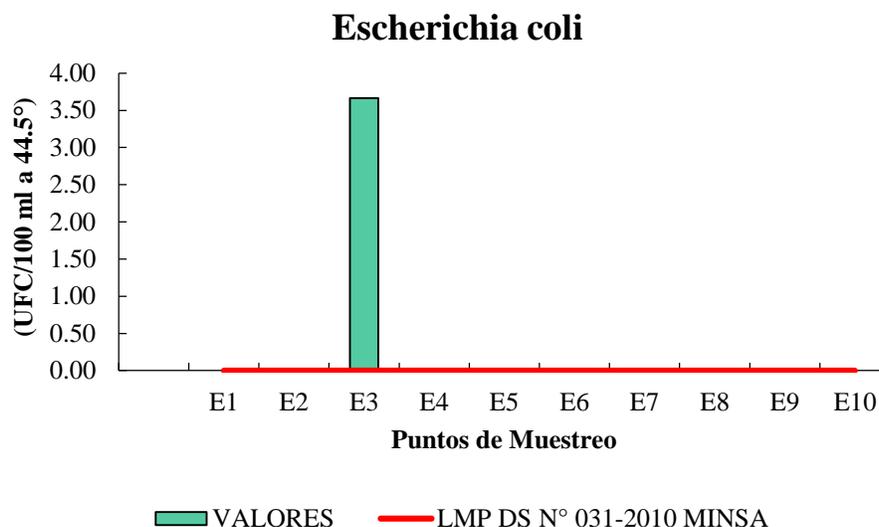


Figura 17. Concentración de Escherichia coli en los 10 puntos de muestreo
Fuente: Adaptado en el software Excel

Los valores de E.coli de nueve puntos según la figura 18, cumplen con las especificaciones técnicas de 0 UFC/100 ml a 44.5° del parámetro microbiológico mencionado en el DS N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud. El punto 3 (Jr. Cusco s/n) que posee un valor por encima de lo estipulado (4UFC/100ml), incumple la normativa vigente de agua.

Un estudio desarrollado por Niveló (2015) en la localidad de San Cristóbal – Galápagos adquirió valores de Escherichia coli que fluctúan entre (120 y 159 NMP/100ml) en los sitios de Cerro Gato y La Toma, puntos que superan los valores establecidos para aguas de consumo

humano y uso doméstico. Por tanto, se observa incumplimiento de límites máximos permisibles instituidos por la OMS y Norma Técnica Ecuatoriana de agua.

Tarqui, Alvarez, & Valenzuela (2016); también realizaron un estudio de la calidad microbiológica del agua de consumo en Cajamarca, Huancavelica y Huánuco, proporcionando valores de E.coli que incumplen la normativa vigente nacional de agua (72,0 %, 37,4 % y 17,5 % respectivamente).



Figura 18. Mapa de caracterización de resultados E.coli en los 10 puntos (Zona Urbana).
 Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, con el software GIS, 2018

La Figura 19 muestra el mapa de la distribución de los resultados de E.coli en los puntos de muestreo, realizada en función a los datos de la Tabla 11, donde se puede observar que el punto 1, punto 2, punto 4, punto 5, punto 6, punto 7, punto 8, punto 9 y punto 10 poseen valores de 0 UFC/100 ml a 44.5°, por otro lado el punto 3 (Jr. Cusco s/n) posee valores entre de 1 - 4 UFC/100 ml a 44.5°. Ultimando que los valores de E.coli de los nueve puntos de muestreo se encuentran dentro de lo establecido en la normativa para agua de consumo humano, indicando que el punto 3 (Jr. Cusco s/n) se encuentra por encima del rango estipulado en la normativa vigente.

Tabla 12

Resultado general de la medición N° 01 de los Parámetros de control obligatorio

Medición N°	Punto	Descripción	PARÁMETROS						
			Físicoquímico				Microbiológico		
			pH	Turbiedad	Color	Cloro Residual	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	E.coli
1	1	Reservorio R.250	7.7	1.18	7	0.3	0	0	0
	2	Jr. Desaguadero S/N (1° casa)	7.7	0.80	4	3.0	0	0	0
	3	Jr. Cusco S/N (9°na Cuadra)	7.4	2.82	17	0.0	15	25	10
	4	Jr. Mucho N° 337	7.5	0.18	2	0.2	0	0	0
	5	Jr. Lima N° 803	7.6	3.66	21	1.6	0	0	0
	6	Jr. Juli N° 520	7.2	1.11	7	0.7	1	0	0
	7	Jr. Juli N° 134	7.3	0.62	3	1.2	0	0	0
	8	Jr. Loyola N° 407	7.6	1.60	14	2.7	0	0	0
	9	Av. Alfonso Ugarte N° 301	7.5	1.30	11	3.7	0	0	0
	10	Jr. llave N° 678	7.5	0.92	4	2.1	0	0	0
MEDIA			7.50	1.42	9.00	1.55	1.60	2.50	1.00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 12 muestra los valores resultantes de la primera medición de los parámetros de control obligatorio de la zona urbana del distrito de Juli, observándose que el parámetro pH el valor resultante es 7.5, quien se encuentra dentro del rango establecido para el agua de consumo humano; en cuanto al parámetro turbiedad es 1.054 NTU, valor cuyo rango también se encuentra dentro de lo estándar; el parámetro color proporcionó un valor de 9 UCV escala Pt/Co, valor que se encuentra dentro de lo estipulado; el valor de medición del parámetro cloro residual resultó 1.55 mg/l, quien indica que se halla también dentro de lo estándar; en cuanto a coliformes totales, coliformes termotolerantes y E.coli, resulto valores de 2 UFC/100 ml a 35°C , 3 UFC/100 ml a 44.5°C y 1 UFC/100 ml a 44.5°C respectivamente, valores que se encuentran sobre límite máximo permisible estipulado en **DS. N° 031-2010-SA - MINSA.**

Tabla 13

Resultado general de la medición N° 02 de los Parámetros de control obligatorio

Medición N°	PUNTO	Descripción	PARÁMETROS						
			Físicoquímico				Microbiológico		
			pH	Turbiedad	Color	Cloro Residual	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	E.Coli
2	1	Reservorio R.250	8.02	4.88	21	2.0	0	0	0
	2	Jr. Desaguadero S/N (1° casa)	8.11	0.71	4	6.3	0	0	0
	3	Jr. Cusco S/N (9°na Cuadra)	7.5	3.80	21	0.0	0	6	1
	4	Jr. Mucho N° 337	7.73	1.57	14	3.5	0	0	0
	5	Jr. Lima N° 803	7.6	1.14	7	2.5	0	0	0
	6	Jr. Juli N° 520	7.68	1.31	11	2.4	0	0	0
	7	Jr. Juli N° 134	7.73	0.91	7	2.4	0	0	0
	8	Jr. Loyola N° 407	7.8	4.51	21	2.4	0	0	0
	9	Av. Alfonso Ugarte N° 301	7.98	0.80	4	2.8	0	0	0
	10	Jr. Ilave N° 678	7.94	1.26	11	2.3	0	0	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			0.197	1.633	6.887	1.558	0.000	1.897	0.316
MEDIA			7.12	2.05	11.63	2.56	0.00	0.72	0.12

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 13 representa los valores resultantes de la segunda medición de los parámetros de control obligatorio de la zona urbana del distrito de Juli, observando el parámetro pH proporcionó un valor resultante de 7.1, valor cuyo rango se encuentra dentro de los LMP de agua de consumo humano; en cuanto al parámetro turbiedad resultó 2.05 NTU, valor cuyo rango también se encuentra dentro de lo estándar; la medición del parámetro color dio como resultado un valor de 11.63 UCV escala Pt/Co, valor dentro de lo establecido en norma; el parámetro cloro residual resultó 2.56 mg/l, valor dentro del rango estipulado por la normativa; en cuanto a coliformes totales, coliformes termotolerantes y E.coli, resultó valores de 0 UFC/100 ml a 35°C, 1 UFC/100 ml a 44.5°C y 0 UFC/100 ml a 44.5°C respectivamente; indicando que coliformes totales y E.coli poseen valores dentro de los LMP establecidos en el **DS. N° 031-2010-SA – MINSA**; como no es el caso de los coliformes termotolerantes, debido a que se encuentra por encima de lo estipulado en la normativa vigente.

Tabla 14

Resultado general de la medición N° 03 de los Parámetros de control obligatorio

Medición N°	PUNTO	Descripción	PARÁMETROS						
			Fisicoquímico				Microbiológico		
			pH	Turbiedad	Color	Cloro Residual	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	E.Coli
3	1	Reservorio R.250	8.5	1.27	11	3.9	0	0	0
	2	Jr. Desaguadero S/N (1° casa)	7.9	0.55	3	4.6	0	0	0
	3	Jr. Cusco S/N (9°na Cuadra)	8.1	5.09	21	0.0	4	4	0
	4	Jr. Mucho N° 337	7.95	0.85	4	2.9	0	0	0
	5	Jr. Lima N° 803	7.7	1.09	7	3.7	0	0	0
	6	Jr. Juli N° 520	7.6	0.68	3	2.5	1	0	0
	7	Jr. Juli N° 134	7.6	0.82	4	3.4	0	0	0
	8	Jr. Loyola N° 407	7.7	0.70	4	3.4	0	0	0
	9	Av. Alfonso Ugarte N° 301	7.4	1.33	11	0.1	20	0	0
	10	Jr. Ilave N° 678	7.8	1.00	7	2.5	0	0	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			0.310	1.343	5.622	1.535	6.276	1.265	0.000
MEDIA			7.14	1.34	7.33	2.59	2.84	0.48	0.00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 14 presenta los valores resultantes de la tercera medición de los parámetros de control obligatorio de la zona urbana del distrito de Juli, observando que del parámetro pH el valor resultante es 7.1, quien se encuentra dentro de los LMP de agua para consumo humano; en cuanto al parámetro turbiedad es 1.34 NTU, valor cuyo rango también se encuentra dentro de lo estipulado; la medición del parámetro color dio como resultado un valor de 7.33 UCV escala Pt/Co, valor dentro del rango señalado en la norma vigente; el valor de medición del parámetro cloro residual resultó 2.59 mg/l, indicando estar dentro de lo estándar; en cuanto a coliformes totales, coliformes termotolerantes y E.coli, resultó valores de 3 UFC/100 ml a 35°C, 0 UFC/100 ml a 44.5°C y 0 UFC/100 ml a 44.5°C respectivamente; indicando que los valores de los coliformes totales y E.coli se encuentran dentro de los LMP establecido en el **DS. N° 031-2010-SA – MINSA**. No obstante, en cuanto a coliformes totales el valor que se obtiene se encuentra fuera de lo establecido.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se concluye que la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano constituye una herramienta indispensable para el control de calidad de este recurso. Así mismo la comparación de los valores obtenidos con la normativa vigente DS. 031-2010-SA del MINSA fue importante para conocer la aptitud del agua de la zona urbana del distrito de Juli. Íntegro a que la calidad fisicoquímica en cuanto a pH, turbiedad, color, cloro residual demuestran ser aptas para el consumo del hombre, con una única excepción del punto 3 (Jr. Cusco S/N), donde se observó valores de color y cloro residual que incumplen los valores de la normativa vigente. Concerniente a la calidad microbiológica se precisa que el agua de los diez puntos de monitoreo son aptas para el consumo del ser humano, exceptuando nuevamente al punto 3.

5.2 Recomendaciones

- Realizar monitoreos del agua para consumo humano periódicamente y sobre todo en las diferentes épocas del año, para obtener una base de datos que permita identificar con facilidad los parámetros que se encuentren fuera de norma y poder establecer medidas que permitan preservar la calidad del agua.
- Mejorar el programa de vigilancia y monitoreo de calidad de agua de la zona urbana del distrito de Juli, con el fin de garantizar un agua apta para el consumo humano.
- Evaluar la dosificación de cloro suministrada al proceso de potabilización y el desgaste de este a lo largo de las tuberías.
- Identificar las zonas de abastecimiento más vulnerables a la variación de la calidad del agua de consumo humano.

Referencias

- APHA. (1998). Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes (American P, p. 174).
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., & Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *División de Investigaciones, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*, 7. Retrieved from http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf
- Ávila, P. (2003). *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI*. (Primera, Ed.).
- Calsín, K. V. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016*.
- Cava, T., & Ramos, F. E. del R. (2016). “*Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento*.” Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- DIGESA. Grupo de estudio técnico ambiental - agua. Lima. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf
- DIGESA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (2015). Perú. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf
- EPA. (2007). *Bacterias coliformes*. Retrieved from

<http://www.ecosafeusa.com/documents/toxinprevention/EcoliDrinkingWater.pdf>

Fernández, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas. *ICIDCA Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 2, 3.

Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>

Gramajo, B. M. (2004). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala*. Universidad de

San Carlos de Guatemala. Retrieved from

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0907_Q.pdf

Jimeno, E. (1998). *Análisis de agua y desagües*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Marín, R. (n.d.). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Córdoba: Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA).

Mejía, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria , en la microcuenca El Limón , San Jerónimo , Honduras .* Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Minaya, J. (2016). *Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de - transición creciente - vaciante. Iquitos. Perú 2016*. Universidad nacional de la Amazonia peruana.

MINSA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (2011). Lima - Perú: Ministerio de Salud - Dirección General de Salud Ambiental.

Molina, G., & Jiménez, I. (2017). Análisis de la contaminación por coliformes termotolerantes en el estuario del río ranchería, la Guajira (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos*

Museo de Historia Natural, 2(21), 3. <https://doi.org/2462-8190>

Monte, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico: Entendiendo el efecto del dióxido de carbono en la acidificación de los océanos*. (Zamitiz Cruz Luz María, Ed.) (Primera, Vol. 1). Cuauhtémoc - México D.F. Retrieved from <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>

Nivelo, S. I. (2015). *Monitoreo de la calidad del agua en San Cristóbal - Galápagos*. Universidad San Francisco de Quito.

OMS. (2004). Calidad de agua de bebida. Retrieved from https://www.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=article&id=943:marco-mejoramiento-calidad-agua-consumo-humano&Itemid=0

OMS. (2005). *Guías para la calidad del agua potable*. (Organización Mundial de la Salud, Ed.) (Tercera, Vol. 1). Biblioteca de la OMS Organización. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

ONU. (2016). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. In *Agua y Empleo* (p. 15). Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

Orellana, J. (2005). Características del agua potable (p. 2). Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO.

Petro, A. K., & Wees, T. del C. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del Municipio de Turbaco – Bolívar, Caribe Colombiano*. Universidad tecnológica de Bolívar.

- Pradillo, B. (2016). Parámetros de control del agua potable. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Ramos, A. E. (2016). *Evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – Guilbut ubicada en el Cantón Chambo*. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Retrieved from <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=67136a73-7986-c0ab-468f-f6e704577921&documentId=af78b852-ef57-3000-a185-328d78e49e6a>
- Rocha, E. (2010). Parámetros y características de las aguas naturales. In *Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas* (p. 22). Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Samboni, N. E., Carvajal, Y., & Carlos, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *JRevista Ingeniería e Investigación*, 27, 3.
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua, evaluación y diagnóstico*. (Universidad de Medellín, Ed.) (Primera Lu). López Escobar Leonardo David.
- Sotomayor, F., Villagra, V., & Silva, L. (2013). Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los departamentos Central, Cordillera y municipio Capital. *Memorias Del Instituto de Investigaciones En Ciencias de La Salud*, 9(1), 5–14. Retrieved from http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1812-95282013000100002
- Triveño, D. (2016). *Influencia del agua del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016*. Universidad tecnológica de Los andes. Retrieved from [http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/66/Tesis-Influencia del agua del río](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/66/Tesis-Influencia%20del%20agua%20del%20r%C3%ADo%20Pachachaca%20Abancay%202016)

mariño en la calidad del agua del río pachachaca%2C Abancay
2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

White, E. G. (2009). La educación (p. 100). libertad Libros online.

Anexos

Anexo B. Registro del monitoreo de los parámetros de control obligatorio

PERÚ

Ministerio de Salud

RED DE SALUD CHUCUITO
Hospital "Rafael Ortiz Ravines"
Juli

FORMATO N°1

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Región: Puno
Red de Salud: Chucuito
Ambito: _____

Provincia: Chucuito
Distrito: _____

AÑO	2018
MES	-

I Muestra

N°	Codigo Ubigeo de Centro Poblado	Centro poblado	Poblacion			Sistema de Abastecimiento					TOMA DE MUESTRA				OBSERVACION	No		
			Total hab.	Servida hab.	Poblacion vigilada	Nombre del sistema	Proveedor del servicio de agua para consumo humano	Tipo de Sist. de agua	Tipo de cloracion	Continuidad del servicio hrs al dia	Ubicacion del punto de muestreo	DIRECCION (GEOREFERENCIA UTM)						
												Direccion Calle/Jriv.	Este	Norte			Altitud	
1		Prampsa - Luzco Jochagaon Domtaliu Domtaliu Lorente Caquirin																
1		Reservorio P. 250 Primera Com. 11 Barr. Chinchaja PU. Romo Ujate																
1																		
1																		
1																		
1																		
1																		

Tipos de sistemas: 1) Gravedad sin tratamiento, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento, 5) Camiones sistemas

Ubicacion de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red, 5) Mercado, 6) Colegio, 7) Hospitales, 8) Centros de salud CS y otros

Tipo de cloracion: 1) Hipoclorador por difusion, 2) Dosificador por goteo o flujo constante con bomba, 3) Dosificador por goteo o flujo constante sin bomba, 4) Dosificador por erosion de tabletas 5) Clorador automatico, 6) por embalse goteo inverso, 7) Cloro gas, 8) Otro 9) No tiene NT

Tipo de PARAMETRO: 1) Coliformes totales 2) Coliformes termotolerantes 3) E. Coli 4) Bacterias Heterotroficas

EE SS. Responsable de la toma de muestra

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

Directivo Comunal (JASS/Comite de agua)

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

Jefe del Establecimiento de Salud

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

Representante:

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

Representante:

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

Representante:

Nombre: _____

DNI: _____

Celular: _____

FÍSICO-QUÍMICO										CALIDAD				RESULTADOS					
Fecha de muestreo	Cloro residual libre (mg/L)	pH	Turbiedad UNT	Conductividad umhos/cm	T °C	Aluminio (Al) (mg/L)	Bromo (Br) (mg/L)	Cobre (Cu) (mg/L)	Hora de muestreo	Fecha de recepción en el laboratorio	Hora de ingreso a laboratorio	Tipo de parametro	C. Totales		C. Termotolerantes		E. Coli		Bacterias Heterotrofas
													UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml
11-10-18	0	7.4	2.82	64.9	12.7				5:30										
11-10-18	0.2	7.5	0.18	155.8	11.5				5:40										
11-10-18	1.6	7.6	3.86	87.7	10.6				6:45										
11-10-18	0	7.5	0.92	150	11.2				6:20										
11-10-18	0.7	7.2	1.11	265	13.1				6:42										
11-10-18	1.2	7.3	0.62	128.3	12.3				7:09										
11-10-18	0.3	7.7	1.18	168.5	11.3				5:05										
11-10-18	2.0	7.7	0.58	158.3	11.6				5:20										
11-10-18	2.7	7.6	1.60	141.6	11.5				6:07										
11-10-18	3.7	7.5	1.30	141.4	12.4				6:20										



MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Región: Puno
Red de Salud: Chucuito
Ambito: Provincia: Chucuito
Distrito:

2da Muestra - 18-10-18

AÑO: 2018
MES: OCTUBRE

N°	Codigo Ubigeo de Centro Poblado	Centro poblado	Población			Sistema de Abastecimiento						TOMA DE MUESTRA CALLE/JR/AV. (GEOREFERENCIA UTM)				OBSERVACION	No	
			Total hab.	Servida hab.	Poblacion vigilada	Nombre del sistema	Proveedor del servicio de agua para consumo humano	Tipo de Sist. de agua	Tipo de cloración	Continuidad del servicio Hrs al día	Ubicación del punto de muestreo	Dirección Calle/Jr/av.	Este	Norte	Altitud			
1		Reservorio Jr. Domitilo				R-S.O.	Domitilo UGASS							0451341	8206771	3942		
		Domitilo Jr. Muchu				Jr. Domitilo UGASS								0451316	8206778	3942		
		Domitilo Jr. Lima				Jr. Domitilo UGASS								0455515	8204116	3920		
		Jr. Luján 407				Domitilo UGASS								0451654	8204199	3907		
1		Jr. Alonso Ugarte				Domitilo UGASS								0451113	8207117	3880		
		Jr. T. Luján 650				Domitilo UGASS								0450514	8206904	3850		
1		Jr. Juli n° 134				Domitilo UGASS								0451817	8208334	3832		
		Jr. Juli n° 520				Domitilo UGASS								0451280	8204416	3872		
1														0451527	8208033	3842		
1																		
1																		
1																		

- Tipos de sistemas: 1) Gravedad sin tratamiento, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento, 5) Camiones cisternas.
 Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red, 5) Mercado, 6) Colegio, 7) Hospitales, 8) Centros de salud CS y otros.
 Tipo de cloración: 1) Hipoclorador por difusión, 2) Dosificador por goteo o flujo constante con bomba, 3) Dosificador por goteo o flujo constante sin bomba, 4) Dosificador por erosión de tabletas 5) Clorinador automatico, 6) por embalse goteo inverso, 7) Cloro gas, 8) Otro 9) No tiene= NT.
 Tipo de PARAMETRO: 1) Coliformes totales 2) Coliformes termotolerantes 3) E. Coli 4) Bacterias Heterotróficas

EE SS Responsable de la toma de muestra
Nombre:
DNI:
Celular:

Directivo Comunal (JASS/Comite de agua)
Nombre:
DNI:
Celular:

Jefe del Establecimiento de Salud
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

CALIDAD																			
FÍSICO -QUÍMICO						MUESTRA REPORTADA A LABORATORIO				RESULTADOS									
Fecha de muestreo	Cloro residual libre (mg/L)	pH	Turbiedad UNT	Conductividad umhos/cm	T °C	Aluminio (Al) (mg/L)	Bromo (Br) (mg/L)	Cobre (Cu) (mg/L)	Hora de muestreo	Fecha de recepcion en el laboratorio	Hora de ingreso a laboratorio	Tipo de parametro	C. Totales		C. Termotolerantes		E. Coli		Bacterias Heterotrofic as
													UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml
18-10-18	2.0	8.02	4.88	131	12.49				05:10 AM										
18-10-18	6.3	8.11	0.21	128	13.33				05:20 AM										
18-10-18	3.5	7.73	1.52	129	12.99				05:50 AM										
18-10-18	2.5	7.60	1.14	44	13.36				06:05 AM										
18-10-18	2.4	7.40	4.31	119	13.41				06:05 AM										
18-10-18	2.8	7.48	0.80	129	13.71				06:20 AM										
18-10-18	2.3	7.44	1.26	120	13.75				06:25 AM										
18-10-18	2.4	7.68	1.31	74	14.18				06:33 AM										
18-10-18	2.4	7.73	0.91	91	14.03				06:50 AM										



MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Región: Puno Red de Salud: Chucuito Provincia: Chucuito Distrito:

ANO: 2018 MES: octubre - III

Table with columns for Ubigeo, Centro poblado, Población (Total hab., Servida hab., Población vigilada), Sistema de Abastecimiento (Nombre del sistema, Proveedor del servicio de agua para consumo humano, Tipo de Sist. de agua, Tipo de cloración, Continuidad del servicio hrs al día, Ubicación del punto de muestreo), DIRECCIÓN (DIRECCIÓN (GEOREFERENCIA UTM) with sub-columns for Calle/Jr/Av, Este, Norte, Altitud), OBSERVACION, and No.

- Tipos de sistemas
Ubicación de puntos de muestreo
Tipo de cloración
Tipo de PARAMETRO
1) Gravedad sin tratamiento, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento, 5) Camiones cisternas...

EE. SS. Responsable de la toma de muestra
Nombre:
DNI:
Celular:

Directivo Comunal (JASS/Comite de agua)
Nombre:
DNI:
Celular:

Jefe del Establecimiento de Salud
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

Representante:
Nombre:
DNI:
Celular:

CALIDAD																			
FÍSICO-QUÍMICO						MUESTRA REPORTADA A LABORATORIO				RESULTADOS									
Fecha de muestreo	Cloro residual libre (mg/L)	pH	Turbiedad UNT	Conductividad μ mhos/cm	T °C	Aluminio (Al) (mg/L)	Bromo (Br) (mg/L)	Cobre (Cu) (mg/L)	Hora de muestreo	Fecha de recepcion en el laboratorio	Hora de ingreso a laboratorio	Tipo de parametro	C. Totales		C. Termotolerantes		E. Coli		Bacterias Heterotrofic as
													UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml
30-10-18	3.9	8.5	1.27	169.8	11.9														
30-10-18	4.6	7.9	0.55	157.9	12.1														
30-10-18	0	8.1	5.09	71.9	11.9														
30-10-18	2.9	7.95	0.85	160.4	12.4														
30-10-18	3.7	7.7	1.09	53.9	11.7														
30-10-18	3.4	7.7	0.70	124.3	11.4														
32-10-18	0.1	7.4	1.33	392	13.5														
30-10-18	2.5	7.8	1.06	156.2	12.8														
30-10-18	3.4	7.6	0.82	87.5	12.9														
30-10-18	2.5	7.6	0.68	115.2	13.1														

Anexo C. Panel fotográfico



Fotografía 1. Muestreo de agua potable en el punto n° 9



Fotografía 2. Muestreo de agua potable en el punto n° 10



Fotografía 3. Muestreo de agua potable en el punto n° 05



Fotografía 4. Muestreo de agua potable en el punto n° 03



Fotografía 5. Rotulado de muestras de agua potable



Fotografía 6. Limpieza de los bordes del reservorio, antes de la toma de muestra



Fotografía 7. Equipo de medidor de turbiedad



Fotografía 8. Preservación de muestras de agua potable



Fotografía 9. Equipo medidor de cloro residual



Fotografía 10. Equipo de incubación Portátil



Fotografía 18. Ampollas plásticas de Caldo m-FC estéril



Fotografía 17. Jeringa de Filtración



Fotografía 20. Proceso de desestabilización de Cloro Residual del agua



Fotografía 19. Pastilla de desestabilización de cloro



Fotografía 21. Proceso de filtración para coliformes Termotolerantes



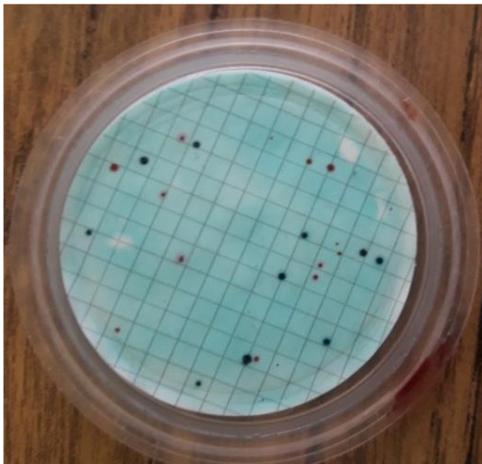
Fotografía 22. Proceso de Filtración, para coliformes Totales y E.coli



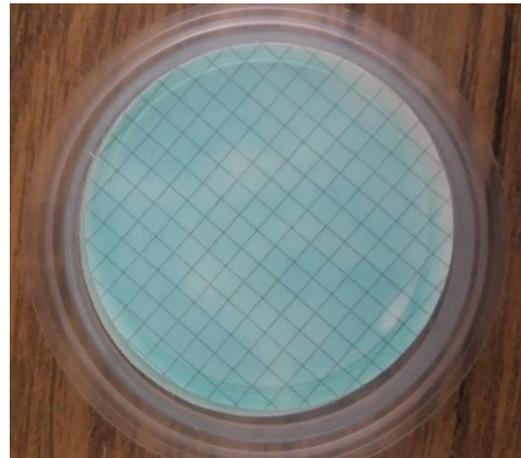
Fotografía 23. Muestras listas para el proceso de Incubación



Fotografía 24. Proceso de colocación de filtro, al caldo de cultivo.



Fotografía 25. Muestra con presencia de Coliformes Totales y E.coli



Fotografía 26. Muestra con ausencia de Coliformes Totales y E.coli



Fotografía 27. Muestra con ausencia de Coliformes Termotolerantes



Fotografía 28. Muestra con presencia de Coliformes Termotolerantes

Anexo D. Constancia de autorización



PERÚ

Ministerio
de Salud



RED DE SALUD CHUCUITO
Hospital "Rafael Ortiz Ravines"
Juli

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Yo **FELIX POMPEYO FERRO MAYHUA** identificado con DNI N° 01282674, actuando en la condición de Jefe de la Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud de Chucuito Juli con RUC N° 2036374074 y domicilio en Jr. Juli N° 470 de la localidad de Juli.

Expresamente autorizo a: **SHADITH KIOKO TACORA MARIACA**, identificada con DNI N° 70095010, para realizar su tesis titulada "**Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018**"; el cual supervisare como asesor. Dicha actividad la realizara como parte del equipo de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad de Agua de consumo humano de nuestra Unidad de **SALUD AMBIENTAL** de la Red de Salud Chucuito.

Y para que así conste y surta su efecto, firmo el presente en Juli, Chucuito –Puno, 11 de Octubre del 2018.

Atentamente.



Felix Pompeyo Ferro Mayhua
ESPECIALISTA EN SALUD AMBIENTAL
MAESTRO EN SALUD MEDIOAMBIENTAL
JEFE UNIDAD DE SALUD AMBIENTAL

Autorizante

Autorizado