

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CAPTADA
EN LOS MESES DE FEBRERO – ABRIL QUILLISH PAMPA –
CAJABAMBA 2022.**

Presentado por:

Bach: Royser Deyner Escobar Saavedra

Bach: Alex Alexander Flores Polo

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



UPAGU

LA UNIVERSIDAD
DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CAPTADA
EN LOS MESES DE FEBRERO – ABRIL QUILLISH PAMPA –
CAJABAMBA 2022.**

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar por el Título
Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos**

Bach:

Royser Deyner Escobar Saavedra

Alex Alexander Flores Polo

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by

Royser Deyner Escobar Saavedra

Alex Alexander Flores Polo

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS**

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

**CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN LOS
MESES DE FEBRERO – ABRIL QUILLISH PAMPA – CAJABAMBA 2022.**

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

DEDICATORIA:

A mis padres, quienes me enseñaron el valor de luchar cada día por conseguir mis sueños, con su amor, paciencia y apoyo incondicional me han permitido llegar a cumplir este logro tan importante en mi vida.

A mis hermanos, por su respaldo, consejos y palabras de aliento que siempre me impulsan a salir adelante.

Royser Deyner, Escobar Saavedra.

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis A todos aquellos que me apoyaron moral y económicamente.

Alex Alexander Flores Polo

AGRADECIMIENTO:

A Dios, por otorgarme salud, sabiduría y ser mi guía, para cumplir cada una de mis metas trazadas.

A mis padres, por ser el pilar fundamental para culminar mi carrera profesional, por su amor y confianza para hacer realidad mis sueños.

A nuestros docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y de Prevención de Riesgos de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy, por habernos brindado su apoyo incondicional y paciencia para guiarnos durante el desarrollo de la ejecución de la tesis.

Royser Deyner, Escobar Saavedra.

Agradezco Dios quien fue un gran apoyo de fe durante el tiempo en que se realizaba esta tesis. A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo. A mi novia Sonia quien me apoyó y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir. A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Alexander Flores Polo

RESUMEN

En la presente tesis se planteó como objetivo general determinar la calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses de febrero – abril en el Distrito de Quillish Pampa – Cajabamba 2022. Considerándose una investigación descriptiva, analítico y comparativo ya que se contrastaron los parámetros evaluados por laboratorio con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3 y a la vez se obtuvieron datos estadísticos con respecto a la precipitación en los meses de febrero, marzo y abril. Como resultados se obtuvo precipitaciones de 5.5mm/día en el mes de febrero, marzo con 6.4 mm/día y 3.52 para abril, así mismo la demanda de agua en los meses de estudio fue 4.2 m³, 4.7m³ y 4.5m³, respectivamente, determinado que para una familia del centro poblado de Quillish Pampa el volumen de agua que necesitan es de 8.86 m³. Se concluyo que las personas que habitan el centro poblado pueden consumir el agua de lluvia sin ningún problema ya que el reservorio con el que cuentan actualmente tiene un volumen de 8 750 m³.

Palabras clave: calidad, cantidad, agua de lluvia captada

ABSTRACT

The general objective of this thesis was to determine the quality and quantity of rainwater collected in the months of February - April in the District of Quillish Pampa - Cajabamba 2022.

It was considered a descriptive, analytical and comparative research since the parameters evaluated by the laboratory were contrasted with the Environmental Quality Standards for category 3 water and at the same time statistical data were obtained regarding rainfall in the months of February, March and April. The results showed rainfall of 5.5 mm/day in February, 6.4 mm/day in March and 3.52 mm/day in April. The water demand in the months studied was 4.2 m³, 4.7 m³ and 4.5 m³, respectively, determining that for a family in the town of Quillish Pampa the volume of water they need is 8.86 m³. It was concluded that the people living in the village can consume rainwater without any problem since the reservoir currently has a volume of 8,750 m³.

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	17
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	18
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1. ANTECEDENTES QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. <i>Internacional</i>	19
2.1.2. <i>Nacional</i>	20
2.1.3. <i>Local</i>	21
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. <i>Época de Estiaje</i>	22
2.2.2. <i>Recurso Hídrico</i>	22
2.2.3. <i>Estrategias para un uso sostenible del agua.</i>	25
2.2.4. <i>Aprovechamiento del agua de la lluvia.</i>	25
2.2.5. <i>Estándares de calidad ambiental para agua categoría 3: Subcategoría D1 (Riego de vegetales) y D2 (Bebida de animales).</i>	26
2.2.6. <i>Parámetros a evaluar</i>	28
2.3. HIPÓTESIS	31
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	31
3. MÉTODOS O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.....	32

Calidad y Cantidad del agua de lluvia captada en los meses de febrero – abril Quillish Pampa–Cajabamba 2022.	10
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.2. UNIDAD DE ANÁLISIS, POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.2.1. <i>Unidad de análisis</i>	32
3.2.2. <i>Población</i>	32
3.2.3. <i>Muestra</i>	32
3.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
3.3.1. <i>Ubicación Política</i>	33
3.3.2. <i>Ubicación geográfica</i>	33
3.3.3. <i>Ubicación del reservorio de agua</i>	35
3.4. ACCESIBILIDAD.....	37
3.5. MATERIALES E INSUMOS.....	38
3.6. PROCEDIMIENTO	39
3.6.1. <i>Trabajo de Campo</i>	39
3.6.2. <i>Capacidad del reservorio</i>	42
3.6.3. <i>Análisis de Muestras</i>	44
3.6.4. <i>Gabinete</i>	46
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1.1. <i>Precipitación desde mayo 2021 – abril 2022</i>	47
4.1.2. <i>Oferta de agua mensual (m³)</i>	52
4.1.3. <i>Demanda de agua mensual por persona</i>	53
4.1.4. <i>Volumen del reservorio de agua necesario para los meses de estudio</i>	53
4.1.5. <i>Análisis de la muestra en relación al ECA Categoría 3 de agua</i>	54

Calidad y Cantidad del agua de lluvia captada en los meses de febrero – abril Quillish Pampa–Cajabamba 2022.

	11
4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	55
4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.4. DISCUSIÓN	59
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES	61
5.2. RECOMENDACIONES.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación del Ciclo Hidrológico	23
Figura 2. Mapa temático de la ubicación geográfica del centro poblado Quillish Pampa	34
Figura 3. Mapa temático de la ubicación del reservorio de agua	36
Figura 4. Dimensiones del reservorio de agua de lluvia	37
Figura 5. Ruta: Cajamarca – Quillish Pampa.....	38
Figura 6. Toma de muestras de agua del reservorio.....	39
Figura 7. Toma de muestras de agua del reservorio.....	40
Figura 8. Área de estudio	40
Figura 9 . Reservorio de agua de lluvia – Quillish Pampa.....	41
Figura 10. Cultivos de la zona de Quillish Pampa	41
Figura 11. Ubicación de la Estación Meteorológica Cachachi respecto al Reservorio.....	42
Figura 12. Precipitación en el mes de mayo 2021.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Precipitación en el mes de junio 2021	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Precipitación en el mes de julio 2021	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15. Precipitación en el mes de agosto 2021	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16. Precipitación en el mes de setiembre 2021	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17. Precipitación en el mes de octubre 2021	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18. Precipitación en el mes de Noviembre 2021.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Precipitación en el mes de Diciembre 2021.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 20. Precipitación en el mes de enero 2022.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21. Precipitación en el mes de febrero	48
Figura 22. Precipitación en el mes de marzo.....	49
Figura 23. Precipitación en el mes de abril	51

Figura 24. Precipitación promedio de mayo 2021 – abril 2022... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 25. promedio de precipitaciones vs ofertas de agua para los meses de estudio.....**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 26. *Contraste del parámetro Fluoruro analizado con el ECA Categoría 3 agua* **¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 27. Contraste del parámetro Cloruro analizado con el ECA Categoría 3 agua.....**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 28. Contraste del parámetro Nitrito analizado con el ECA Categoría 3 agua**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 29. Contraste del parámetro Nitrato analizado con el ECA Categoría 3 agua.....**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 30. Contraste del parámetro Sulfato analizado con el ECA Categoría 3 agua.....**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 31. Contraste del parámetro pH analizado con el ECA Categoría 3 agua**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 32. Contraste del parámetro Conductividad analizado con el ECA Categoría 3 agua**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 33. Contraste del parámetro Bicarbonatos analizado con el ECA Categoría 3 agua;**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 34. Contraste del parámetro DBO5 analizado con el ECA Categoría 3 agua.....**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 35. Contraste del parámetro DQO analizado con el ECA Categoría 3 agua**¡Error!**

Marcador no definido.

Figura 36. Contraste de los Coliformes Termotolerantes con los ECA Categoría 3 agua ..¡Error!

Marcador no definido.

Figura 37. Ubicación del Reservorio de agua lluvia	65
Figura 38. Ubicación geográfica – Quillish Pampa	66
Figura 39. Área de estudio – reservorio de agua lluvia	67
Figura 40. Área de estudio – reservorio de agua lluvia	67
Figura 41. Materiales e insumos para sacar muestras de agua.....	68
Figura 42. Toma de muestras de agua en el reservorio de agua.....	69
Figura 43. Muestras de agua	69
Figura 44. Áreas de cultivo	70
Figura 45. Áreas de cultivo de maíz.....	70
Figura 46. <i>Informe de Ensayo fisicoquímicos y Microbiológicos - Datos del Cliente</i>	71
Figura 47. <i>Informe de Ensayo fisicoquímicos y Microbiológicos – Resultados de laboratorio ...</i>	72
Figura 48. <i>Informe de Ensayo fisicoquímicos y Microbiológicos – Métodos de ensayo</i>	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros considerados para ECA agua Categoría 3.....	27
Tabla 2. Operacionalización de las variables	31
Tabla 3. Ubicación política del estudio	33
Tabla 4. Coordenadas del Centro Poblado Quillish Pampa	34
Tabla 5. Coordenadas del reservorio de agua.....	35
Tabla 6. Vértices del reservorio de agua	35
Tabla 7. Área y perímetro del reservorio de agua	35
Tabla 8. Volumen del reservorio de agua.....	37
Tabla 9. Materiales e insumos.....	38
Tabla 10. Ubicación de la estación Cachachi.....	42

Tabla 11. Parámetros a analizar según los ECA agua – categoría 3.	45
Tabla 12. <i>Métodos de ensayo para el análisis en laboratorio.</i>	45
Tabla 13. Registro de la precipitación en el mes de mayo 2021.. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 14. Registro de la precipitación en el mes de junio 2021 .. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 15. Registro de la precipitación en el mes de julio 2021 ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 16. Registro de la precipitación en el mes de agosto 2021 ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 17. Registro de la precipitación en el mes de setiembre 2021; Error! Marcador no definido.	
Tabla 18. Registro de la precipitación en el mes de octubre 2021; Error! Marcador no definido.	
Tabla 19. Registro de la precipitación en el mes de noviembre 2021; Error! Marcador no definido.	
Tabla 20. Registro de la precipitación en el mes de diciembre 2021; Error! Marcador no definido.	
Tabla 21. Registro de la precipitación en el mes de enero 2022.. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 22. Registro de la precipitación en el mes de febrero 2022.....	47
Tabla 23. Registro de la precipitación en el mes de marzo 2022	48
Tabla 24. Precipitación en el mes de abril 2022.....	50
Tabla 25. Promedio de la precipitación en los meses febrero – abril 2022; Error! Marcador no definido.	
Tabla 26. Oferta de agua en los meses de febrero – abril	52
Tabla 27. <i>Oferta acumulada hasta el mes de abril.</i>	52
Tabla 28. Demanda de agua mensual por persona en m ³ para los meses de estudio.	53
Tabla 29. Volumen de agua necesario para una familia.....	54
Tabla 30. Volumen del reservorio de agua necesario para las 41 familia de Quillish Pampa	54

Tabla 31. Resultado de muestra de agua de lluvia vs ECA Categoría 3 de agua (D1 y D2).....55

Tabla 32. Prueba de normalidad.....56

Tabla 32. *Correlación no paramétricas - Spearman*..... ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

Al llegar las épocas de estiaje, el volumen del agua disminuye de manera considerable perjudicando principalmente a las poblaciones, ya que el hombre hace uso de este recurso hídrico de manera constante. Por lo tanto, siempre se busca diversas alternativas para aprovechar dicho recurso de manera sostenible.

SEMARNAT (2013) señala la importancia del recurso hídrico para el desarrollo de la vida en el planeta, donde principalmente los seres humanos dependen de la disponibilidad de agua potable para su consumo o para que puedan realizar actividades agrícolas e industriales. Pero un problema que se va acrecentando es la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, ya que si no se cuenta con la calidad apropiada puede agravar el problema de la escasez.

UNESCO (2015) manifiesta que la falta de agua puede darse de manera natural, pero a la vez es ocasionado por los seres humanos; asimismo señala que la causa de no lograr abastecer de agua a toda una población es debido a su mala distribución y a la mala calidad de la misma, esta última trae consigo consecuencias graves sobre la salud y el medio ambiente, ya que el recurso hídrico se convierte en no apto para su uso, provocando la reducción de su disponibilidad.

Según CARE (2021) en la publicación “Escasez de agua: uno de los mayores desafíos del siglo XXI” menciona que el Perú es considerado el país más rico con respecto al agua, pero aun así por la mala gestión que existe, este recurso tiene una distribución desigual, se menciona esto ya que el 97.27% del agua está distribuida en la Sierra y la Amazonia, donde se encuentra el 30.76% de la población; mientras que el 2.18% restante del agua se encuentra en la vertiente del Pacífico que alberga el 65.98% de la población. Es así que según encuestas realizadas en el 2018 determinaron que 3.6 millones de peruanos no cuentan con agua potable.

Dávila (2018) en su investigación menciona que la ciudad de Cajamarca cuenta con una elevada precipitación media anual, dando a entender que hay gran cantidad de agua, pero una creciente degradación de las zonas de recarga hídrica, convierten a Cajamarca en una zona con escasez hídrica principalmente en los meses de verano y esta se agrava con el incremento de la temperatura y la disminución del periodo de precipitación.

Como se hace mención en el párrafo antecesor, se cuenta con una elevada precipitación media anual, de la cual se puede sacar provecho para afrontar los meses de escasez de agua que se vive principalmente en las zonas rurales como Quillish Pampa. La manera mas optima es a través de la captación de las precipitaciones pluviales (lluvias), donde el agua que se capte servirá a la población para que pueda realizar sus actividades cotidianas.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad y cantidad de lluvia captada en los meses de febrero – abril Quillish Pampa – Cajabamba 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses de febrero – abril en el Distrito de Quillish Pampa – Cajabamba 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Registrar la cantidad de agua de lluvia captada en los meses de febrero – abril en el área de estudio.
- Determinar la calidad de las aguas de lluvia captadas en los meses de febrero – abril en el distrito de Quillish Pampa – Cajabamba 2022.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

Hoy en día el recurso hídrico es considerado un recurso natural limitado, por lo que es primordial no desperdiciarlo. A nivel local en la provincia de Cajabamba, se busca encontrar prácticas idóneas donde la calidad y cantidad del recurso hídrico sean aprovechadas en época de estiaje.

En el distrito de Quillish Pampa una de sus principales actividades económicas es la agricultura y ganadería, por lo que al desarrollarse esta actividad de manera constante llega a provocar erosión en los suelos, llegando a degradar los ecosistemas que se encontraban presentes, además a la población se le dificultara el alimentar a su ganado ya que llegan a desaparecer el pasto.

Como es de conocimiento, en la época de estiaje existe la disminución del recurso hídrico, lo cual conlleva a que la población pase por dificultades por falta de agua y se les dificulte realizar sus actividades con normalidad, por lo que siempre se está buscando diversas metodologías para un uso sostenible de dicho recurso. Es por ello que el presente estudio se enfocará en desarrollar un método para el mejor aprovechamiento del agua captada de las lluvias.

Es importante indicar que captar agua de las lluvias se lo considera como un método rudimentario pero rentable, asimismo esta clase de técnica llega a ser una buena práctica puesto que disminuye el riesgo de erosión. El aprovechamiento del recurso hídrico está sujeto a las potencialidades de la regulación en su uso, puesto que su acceso es primordial para satisfacer las necesidades básicas en la población de manera eficaz.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos Teóricos de la Investigación

2.1. Antecedentes que sustentan la investigación

2.1.1. Internacional

Rojas et. al (2012) en su estudio titulado “Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia”, plantean un sistema de captación en una edificación con un tren de tratamiento para proporcionar agua que cumplan con las necesidades actuales. Donde su metodología consistía en captar agua en un recipiente de 120 litros, para posteriormente sacar muestras usando bolsas estériles que analizaron en el

laboratorio de UNAM. Como resultados microbiológicos obtuvieron diversos tipos de bacterias como bacillos, cocos y coliformes, entre ellos *Escherichia coli* y *Enterobacter aerogenes*; mientras que en sus parámetros fisicoquímicos reportaron concentraciones bajas de Sólidos Suspendidos Totales (8.9 mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno (2.7 mg/L), Demanda Química de Oxígeno (6.7 mg/L) y Carbón Orgánico Total (1.9 mg/L). Concluyendo que los datos obtenidos al compararlos con su normativa correspondiente (NOM – 003 – SEMARNAT – 1997) indican que el agua de lluvia captada está dentro de los parámetros establecidos para contacto directo con el hombre, a su vez cumple con los límites permisibles (NOM – 127 - SSA1 – 1994 y NOM – 041 - SSA1 – 1993).

Hahn-von et. al (2009) en su investigación “Determinación de la calidad del Agua mediante Indicadores Biológicos y Fisicoquímicos, en la estación Piscícola, Universidad De Caldas, Municipio De Palestina en Colombia”, llegan a determinar la calidad del agua a través de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos donde se consiguió como resultado encontrarse con 55 familias donde sobresalen: Chironomidae con un 32,5%, seguida de Thiaridae con un 26,7% y Palaemonidae con una presencia del 6,7% de la población total; estas especies indican que existe altos niveles de microorganismos y bajos niveles de oxígeno. Además, los autores nos indican que los métodos biológicos y fisicoquímicos son complementarios en los procesos de evaluación de la calidad de las aguas, pues, así como los reflejan diferentes alteraciones en el ecosistema, también la precisión y determinación de cuáles son las sustancias contaminantes.

Ospina y Moyano (2015). en su artículo nombrado “Evaluación del aprovechamiento para consumo humano del agua de lluvia en una microcuenca urbana de Ibagué, Tolima, Colombia”, realizan un análisis del aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano en la ciudad de Ibagué, donde como metodología tenían que tomar muestras de la micro cuenca

urbana para su caracterización de parámetros como: medición de turbiedad, color aparente, pH, conductividad, temperatura, nitritos, nitratos, alcalinidad total, cloruros, dureza total, coliformes totales y fecales; a la vez señalan que la microcuenca en estudio está ubicada en la parte alta del perímetro urbano por lo que se puede transportar por gravedad o presión el agua de lluvia recolectada hasta un tanque de almacenamiento. Como resultados obtuvieron que la calidad de las dos muestras de la microcuenca urbana se obtuvo que todos los valores están dentro de los rangos exigidos para agua potable, a excepción de la turbiedad y coliformes fecales pues son susceptibles de potabilización mediante tratamiento convencional; haciendo viable la implementación de microcuencas urbanas para su aprovechamiento como fuente alternativa en la comuna 2 donde es factible el recurso hídrico para su potabilización y posterior transporte por gravedad a la red de distribución del sistema de acueducto urbano existente.

2.1.2. Nacional

En el departamento de Puno, Chino et al. (2016) en su artículo titulado “Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú” indican que la comunidad Maquera carece de abastecimiento de agua potable entonces ante su problema decidieron realizar la captación del agua de lluvia con fines de consumo humano mediante el diseño de un sistema de canaletas que van a adosadas en los techos de calamina donde el agua de lluvia es captada para ser almacenada en un tanque de plástico donde atravesó un interceptor como dispositivo para impedir el material no deseado. Es así que a través de dicha metodología lograron captar agua de lluvia que luego su análisis

concluyeron que el agua de lluvia están dentro de los límites máximos permisibles (LMP) según la norma del Organismo Mundial de Salud.

Díaz y Medina (2020) en su artículo titulado “Demanda, colecta y calidad del agua de lluvia en la comunidad nativa Yahuahua, nieva, Amazonas (Perú)” donde como objetivo de su investigación fue implementar un prototipo de sistema para potabilizar el agua de lluvia en la comunidad nativa Yahuahua. Para esto realizaron la colecta del agua de lluvia con dos pluviómetros y a la vez evaluaron la demanda para una familia de 6 personas, empleando un prototipo de sistema de recolección, almacenamiento, tratamiento y abastecimiento. Como resultado obtuvieron que la colecta máxima diaria mensual varía de 1.44 a 2.88 m³ y el promedio diario mensual de 0.29 a 0.55 m³ de agua de lluvia que llega a satisfacer la demanda diaria de 0.18 m³ para la familia y con un volumen de almacenamiento de 1 167L. Así, concluyeron que el agua de lluvia procesada por el prototipo y tratada con hipoclorito de sodio al 5%, con una concentración de 28 ml para 1 000 litros, cumple con la calidad de agua para consumo humano establecida en la norma peruana D.S.-031-2010-SA.

2.1.3. Local

Pérez y Valenzuela (2021) en su investigación “Determinación de la calidad de agua para el consumo humano en el sistema de potabilización del caserío de Ventanillas – Distrito de Magdalena – Cajamarca, 2019” donde como uno de sus objetivos evaluaron las características fisicoquímicas de pH, conductividad, sólidos disueltos, dureza total, DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto y cloro residual del agua para consumo humano en el Distrito de Magdalena, Cajamarca. Para lo cual realizaron la captación y posterior el análisis en laboratorio donde los resultados obtenidos los compararon con el Decreto Supremo N° 004-2017 Ministerio del Ambiente de los Estándares de Calidad Ambiental y el Decreto Supremo

N° 031-2010 SA del Reglamento de calidad de agua. Así concluyeron que se encuentra dentro de los valores establecidos por los decretos antes mencionados.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Época de Estiaje

El SENAMHI (2018) define a la época de estiaje como la temporada donde el caudal baja, es decir que durante el año hidrológico se presentan los valores más bajos en ríos de la vertiente del pacífico y en la región andina.

Según indica la FAO (2013), la época de estiaje o la época de estiaje llega a afectar de manera negativa y evita las posibilidades de desarrollo de una población, al no contar con una buena distribución del agua, quedan comprometidas el avance económico y bienestar.

2.2.2. Recurso Hídrico

Como hace mención la Ley de Recursos Hídricos – Ley N°29338 (2009), el agua se considera como un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación.

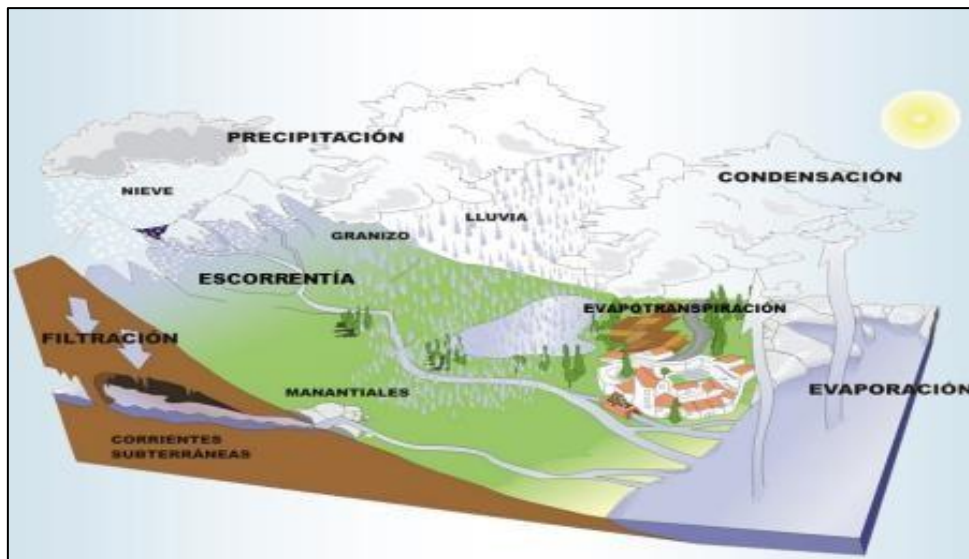
Es importante señalar que la calidad del recurso hídrico también es de vital importancia ya que nos va indicar el estado en el que se encuentra el agua tanto en sus parámetros físicos – químicos como en los biológicos, donde para determinar la calidad se debe comparar los resultados de los parámetros analizados con los índices establecidos según normativa, en este caso con el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental para Agua).

Ciclo Hidrológico

El INIA (2006) define a ciclo hidrológico como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la forma de vapor, a la

atmósfera y regresa a sus fases líquida y sólida. Donde la energía solar y la gravedad tienen un rol fundamental, para esto cabe señalar que se cuenta con los océanos, los continentes y la atmósfera como principales reservorios; y el agua constantemente pasa de una reserva a otra por medio de los procesos de: evaporación, condensación, precipitación, filtración y la escorrentía.

Figura 1. *Representación del Ciclo Hidrológico*



Nota. Procesos por los que pasa el agua. Ciclo Hidrológico, de SENAMHI, 2011 (<https://n9.cl/y1bt>).

a. Condensación.

En este proceso el agua se encuentra en su estado gaseoso y pasa a su estado líquido, lo cual se produce con el enfriamiento. Este proceso llega a liberar energía de calor latente para el medio ambiente (SENAMHI, 2013, p.13).

b. Escorrentía.

La FAO (2013) señala que la escorrentía puede ser superficial como subsuperficial, es decir, se da considera superficial cuando parte de la precipitación circula sobre la superficie de la zona, mientras que, la subsuperficial es el agua que se

infiltra, escapa de la evaporación y corre de manera horizontal por la parte superior de la zona no saturada hasta volver a la superficie.

c. Evaporación.

El SENAMHI (2011) menciona que en este proceso el agua en su estado líquido llega a pasar a su estado gaseoso. Para esto es indispensable que la humedad de la atmosfera sea menor que la superficie de evaporación.

d. Infiltración.

Los infiltrómetros son instrumentos que miden la capacidad de infiltración en una determinada área.

El SENAMHI (2013) indica que, al ser un proceso complejo la aplicación del infiltrómetro más favorable se da en zonas experimentales, es ahí donde se logra evaluar la infiltración para distintos tipos de suelos y contenido de humedad (p.26).

e. Precipitación.

Musy (2001) determinó que la precipitación es toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (lluvia) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Las cuales son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión.

2.2.3. Estrategias para un uso sostenible del agua.

El uso sostenible del agua quiere decir usar el agua de manera racional y responsable, como también lo menciona la FAO (2013) que indica que para lograr esto se debe seguir las siguientes estrategias:

- Usar el agua necesaria (sin desperdiciar) para satisfacer las necesidades.
- Priorizar actividades de beneficio colectivo, más que de beneficio individual, por ejemplo, el consumo animal de producción, riegos de vegetales, etc.

- Reutilizar el agua en el empleo de actividades que estén relacionadas.
- Control de excedentes hídricos que causan daños a los sistemas productivos y a la vida, como la erosión hídrica y las inundaciones.
- Captación y aprovechamiento del agua disponible en los volúmenes que satisfagan las necesidades.
- Tener en cuenta la educación ambiental, concientización a la población sobre el uso racional del agua.

La FAO (2013) establece que realizar las estrategias de manera individual, así den resultados positivos, no llega ser suficiente. Por lo que se recomienda desarrollar un proceso educativo para que la población conozca y comprenda el ciclo hidrológico de la zona donde vive y así establecer estrategias que impulsen la mejoría de la disponibilidad de agua de manera sistemática y constante para que la población cuente con buena calidad de vida.

2.2.4. Aprovechamiento del agua de la lluvia.

Aprovechar el agua de la lluvia es considerado como una estrategia con mayor efectividad para enfrentar las épocas de estiaje (escasez del agua) a parte que ayuda al uso racional del agua.

Es ideal implementar esta estrategia sobre todo en poblaciones dispersas y alejadas, ya que el agua en esas zonas no es constante por la escasez o por la mala distribución que brinda el estado. Además, logra ser ventajoso para los pobladores ya que los costos por el servicio del agua con el que cuentan llegaría a disminuir, a la vez cabe señalar que este proceso es

sostenible con el medio ambiente por que conserva el suelo, el agua y no compromete a la economía por lo que se lo considera rentable.

Reyes y Rubio (2014) en su proyecto “Captación y aprovechamiento de aguas lluvias” menciona como una de las ventajas que trae el desarrollar este proceso es que el agua de lluvia ya cuenta con una alta calidad físico – química. Esto nos indica que no hay presencia de residuos químicos, por lo que el agua se puede emplear para actividades de agricultura y ganadería, pero es importante señalar que si se quiere usar para consumo humano tendría que tener un tratamiento previo.

2.2.5. Estándares de calidad ambiental para agua categoría 3: Subcategoría D1 (Riego de vegetales) y D2 (Bebida de animales).

Para determinar si el agua de la lluvia se encuentra dentro de los índices establecidos por la normativa, siempre se recomienda que los resultados del monitoreo sean comparados o relacionados con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) y de acuerdo a la actividad a la que se va destinar el agua, se debe determinar la categoría ya que el Decreto Supremo N°004 – 2017 - MINAM estableció cuatro categorías:

- Categoría 1: Poblacional y Recreacional.
- Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino – costeras y continentales.
- Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales
- Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

La presente investigación se va regir según los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3, la cual cuenta con dos subcategorías. Primero se encuentra la D1 (riego de vegetales), entendiéndose como aquellas aguas destinadas para el riego de cultivos vegetales, estas dependen del tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado y los

posibles procesos industriales; y por último también se encuentra la subcategoría D2 (Bebida de animales), estas aguas son utilizadas para consumo del ganado vacuno, equino o camélido y entre otros.

Entonces el Decreto Supremo N°004 – 2017 – MINAM considera los siguientes parámetros para los Estándares de Calidad Ambiental para agua – categoría 3: subcategoría D1 (riego de vegetales) y D2 (bebida de animales).

Tabla 1. *Parámetros considerados para ECA agua Categoría 3.*

Parámetros	Unidad de medida	D1^(a)	D2^(b)
Físico – químicos			
Aceites y Grasas	mg / L	5	10
Bicarbonatos	mg / L	518	--
Cianuro Wad	mg / L	0,1	0,1
Cloruros	mg / L	500	--
Color	Color verdadero Escala Pt / Co	100	100
Conductividad	(μ S/cm)	2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg / L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg / L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg / L	0,2	0,5
Fenoles	mg / L	0,002	0,01
Fluoruros	mg / L	1	--
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N)	mg / L	100	100
Nitritos (NO ₂ ⁻ - N)	mg / L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg / L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg / L	1000	1000
Temperatura	°C	$\Delta 3^*$	$\Delta 3$
Inorgánicos			
Aluminio	mg / L	5	5
Arsénico	mg / L	0,1	0,2
Bario	mg / L	0,7	--
Berilio	mg / L	0,1	0,1
Boro	mg / L	1	5

Parámetros	Unidad de medida	D1^(a)	D2^(b)
Cadmio	mg / L	0,01	0,05
Cobre	mg / L	0,2	0,5
Cobalto	mg / L	0,05	1
Cromo total	mg / L	0,1	1
Hierro	mg / L	5	--
Litio	mg / L	2,5	2,5
Magnesio	mg / L	--	250
Manganeso	mg / L	0,2	0,2
Mercurio	mg / L	0,001	0,01
Níquel	mg / L	0,2	1
Plomo	mg / L	0,05	0,05
Selenio	mg / L	0,02	0,05
Zinc	mg / L	2	24
Microbiológicos y Parasitológico			
Coliformes Termotolerantes	NMP / 100 ml	1000	1000
Escherichia coli	NMP / 100 ml	1000	--
Huevos de Helmintos	Huevo / L	1	--

Nota. Se consideran parámetros físico – químicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológico.

(a): D1 – Riego de vegetales.

(b): D2 – Bebida de animales.

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

2.2.6. Parámetros a evaluar.

El estudio tiene la intención de analizar los parámetros evaluados por el laboratorio (Laboratorio Regional del Agua) con los ECA agua – categoría 3. Donde los parámetros a considerar son los siguientes:

a. Fluoruro

La concentración de fluoruro en el agua potable para mantener la eficacia sanitaria es de 1 mg/L, no obstante, al contar con concentraciones mayores a los límites recomendados puede producir fluorosis en las personas.

b. Cloruro

Un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas

c. Nitrito

Aguas Urbanas (2018) indica que al haber un aumento de este parámetro se debe a una tendencia a una disminución en las concentraciones de oxígeno.

d. Nitrato

Aguas Urbanas (2018) lo define como la fijación del nitrógeno atmosférico por bacterias que se encuentran en las raíces de las plantas y por cianobacterias. Al evidenciar niveles altos indican niveles altos de oxígeno.

e. Sulfato

La presencia de este parámetro en el agua no es tóxico, pero en grandes cantidades en las personas puede funcionar como un laxante, deshidratación e irritación gastrointestinal.

f. Fosfato

Aguas Urbanas (2018) menciona que el fosfato es la representación del fósforo más asimilable por las algas y bacterias. Al encontrarse en concentraciones bajas indican un agotamiento de los nutrientes por una elevada actividad biológica.

g. Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

García, C. (2013) define a la conductividad como la sustancia que conduce corriente eléctrica. Es considerada como una variable que depende de la cantidad de sales disueltas en n líquido. A la vez, se conoce que los líquidos con conductividad es proporcional a la

concentración de sólidos disueltos, entonces a mayor concentración mayor será la conductividad.

h. *Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)*.

Como indica el ANA (2018) el DBO₅ mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para degradar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, es decir, esto se basa en la oxidación natural de degradación.

i. *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*.

Este parámetro representa la cantidad de oxígeno para descontaminar el agua. Por lo que se lo utiliza para que garantice un mejor seguimiento del rendimiento de la depuración del agua.

j. *Potencial de Hidrogeno (pH)*.

La evolución química de muchos metales, su solubilidad del agua y biodisponibilidad están determinadas por el pH. Por tanto, es un parámetro de mucha importancia en la evaluación de la calidad del agua (ANA, 2018).

k. *Coliformes Termotolerantes*.

Se evalúa por la contaminación fecal, el cual se da por las descargas domésticas sin tratamiento a los cuerpos receptores (ríos, quebradas) y otros de los factores, es por la mala disposición de residuos sólidos que se depositan en los cauces de los ríos (ANA, 2018).

2.3. Hipótesis

Ha: La calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 son óptimas y suficientes para ser usadas en el riego de vegetales y bebida de animales.

Ho: La calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 no son óptimas y suficientes para ser usadas en el riego de vegetales y bebida de animales.

2.4. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Hipótesis	Variable	Indicadores	Indicador	Fuente de recolección de datos.
Ha: La calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 son óptimas y suficientes para ser usadas en el riego de vegetales y bebida de animales.	I: Estándares de Calidad de Agua (ECA)	mg/L.	- Parámetros físicos – químico y microbiológico.	- D.S. No 004-2017-MINAN.
Ho: La calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 NO son óptimas y suficientes para ser usadas en el riego de vegetales y bebida de animales.	D: Calidad y cantidad del agua de lluvia	mg/L.	- Control y medición de caudal (L / hora)	- Hoja de ensayo de laboratorio

Nota. La tabla 2 indica la variable para la hipótesis nula y la alternativa.

CAPÍTULO III: MÉTODOS O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

3. Métodos o estrategias metodológicas

3.1. Tipo de investigación

Se considera que el tipo de investigación es descriptivo, analítico y comparativo. Así mismo, llega a tener un enfoque cuantitativo por que se contrastarán los parámetros evaluados con los índices indicados en los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3 y a la vez se obtuvieron datos estadísticos con respecto a la precipitación en los meses de febrero, marzo y abril.

Se analizaron los resultados en base a métodos estadísticos, lo que permite demostrar la hipótesis.

3.2. Unidad de análisis, población y muestra

3.2.1. Unidad de análisis

Calidad y cantidad del agua de lluvia del distrito de Quillish Pampa – Cajabamba.

3.2.2. Población

La población que se está considerando para la presente investigación es el Centro Poblado Quillish Pampa, que, según el INEI en el último censo del 2017, tiene una población con acceso a agua por red pública de 141 habitantes, que por vivienda hay 3 personas, con un total de 41 viviendas con ocupantes.

3.2.3. Muestra

Para determinar el volumen necesario con el que debe de contar el reservorio de agua de lluvia, se cree pertinente considerar la cantidad de personas que llegan a habitar por vivienda, entonces nuestra muestra será de 3 personas.

3.3. Descripción de la zona de estudio

3.3.1. Ubicación Política

El área de estudio se encuentra ubicada de la siguiente manera:

Tabla 3. *Ubicación política del estudio*

<u>DIVISIÓN</u>	<u>LOCALIDAD</u>
Centro Poblado:	Quillish Pampa
Distrito:	Cachachi
Provincia:	Cajabamba
Departamento:	Cajamarca

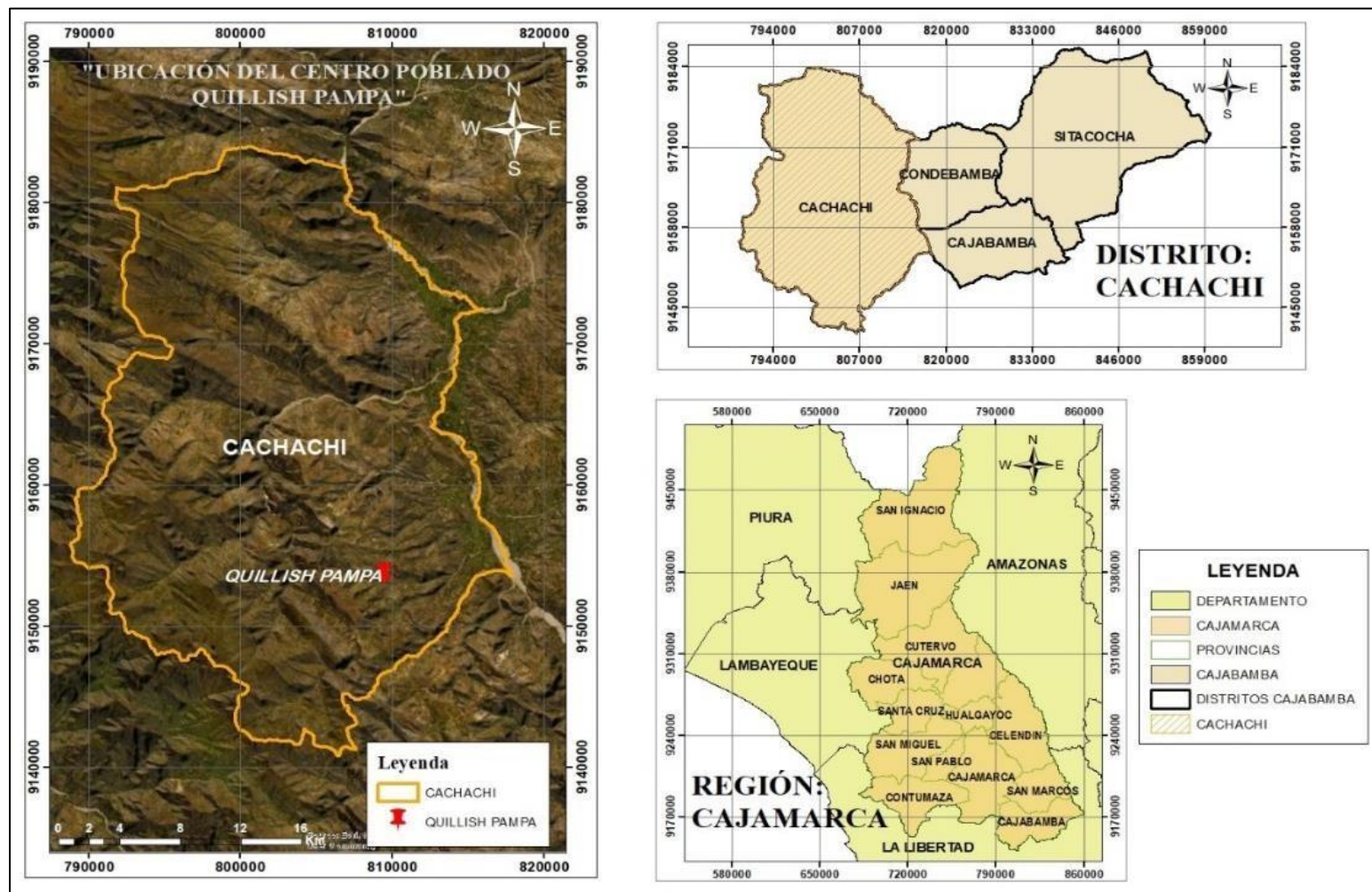
3.3.2. Ubicación geográfica

Se registra las coordenadas en UTM WGS84 – Zona 17S para la ubicación del centro poblado Quillish Pampa.

Tabla 4. *Coordenadas del Centro Poblado Quillish Pampa.*

Centro Poblado	Región natural (según piso altitudinal)	Coordenadas UTM WGS 84 -Zona 17S		
		Este	Norte	Altitud
Quillish Pampa	Quechua	809434.93	9153576.86	2693 m.s.n.m.

Figura 2. *Mapa temático de la ubicación geográfica del centro poblado Quillish Pampa*



3.3.3. Ubicación del reservorio de agua

Tabla 5. *Coordenadas del reservorio de agua*

Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 -	
	Zona 17S	
	Este	Norte
Reservorio de agua	809168.77	9153240.05

Tabla 6. *Vértices del reservorio de agua*

Vértices	Coordenadas UTM WGS 84 -	
	Zona 17S	
	Este	Norte
V1	809169.51	9153254.16
V2	809146.76	9153253.26
V3	809145.38	9153222.57
V4	809169.42	9153223.52

Tabla 7. *Área y perímetro del reservorio de agua*

Reservorio de agua de lluvia	
Área (m ²)	716.72
Perímetro (m ²)	108.19

Figura 3. Mapa temático de la ubicación del reservorio de agua

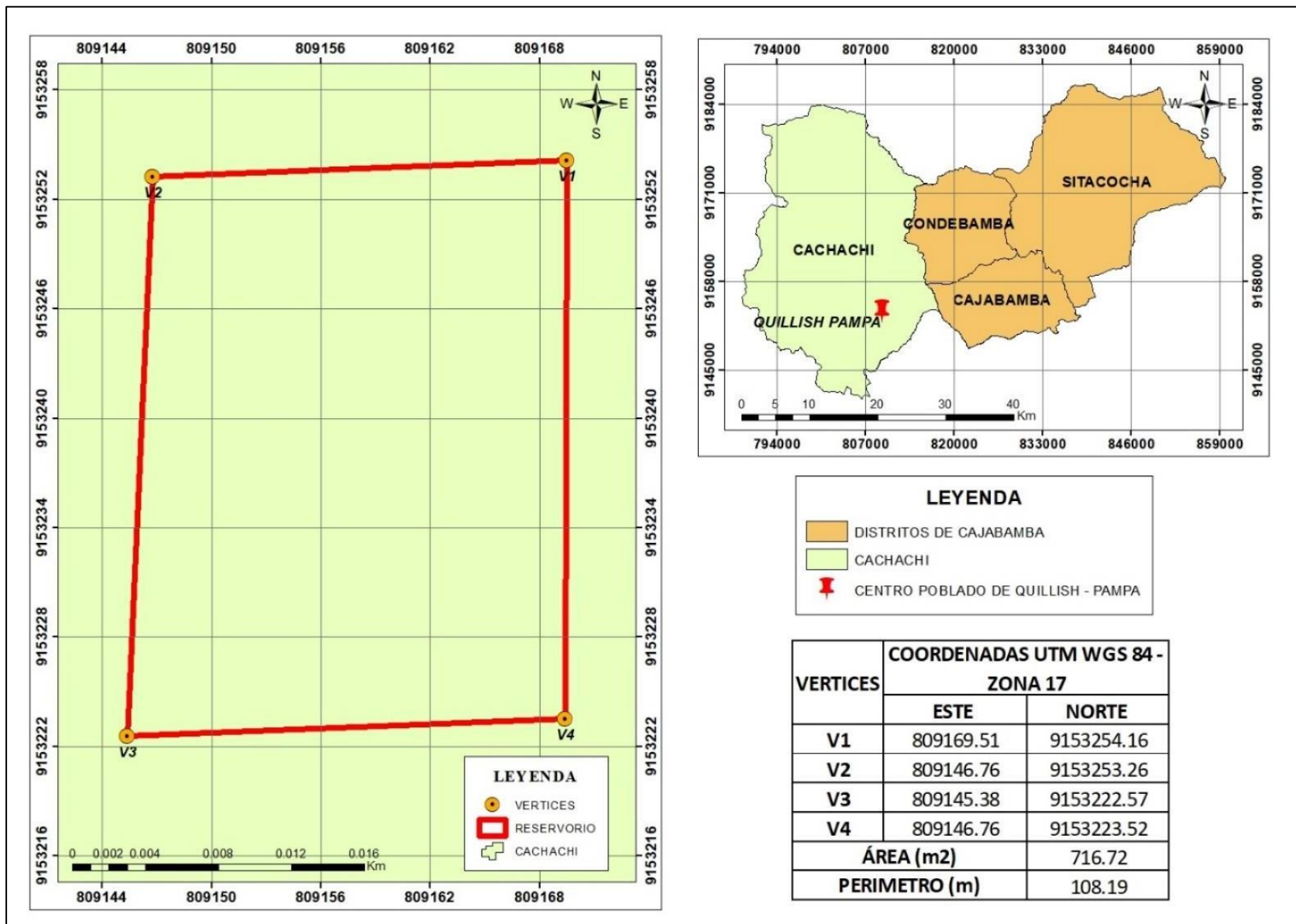


Figura 4. Dimensiones del reservorio de agua de lluvia

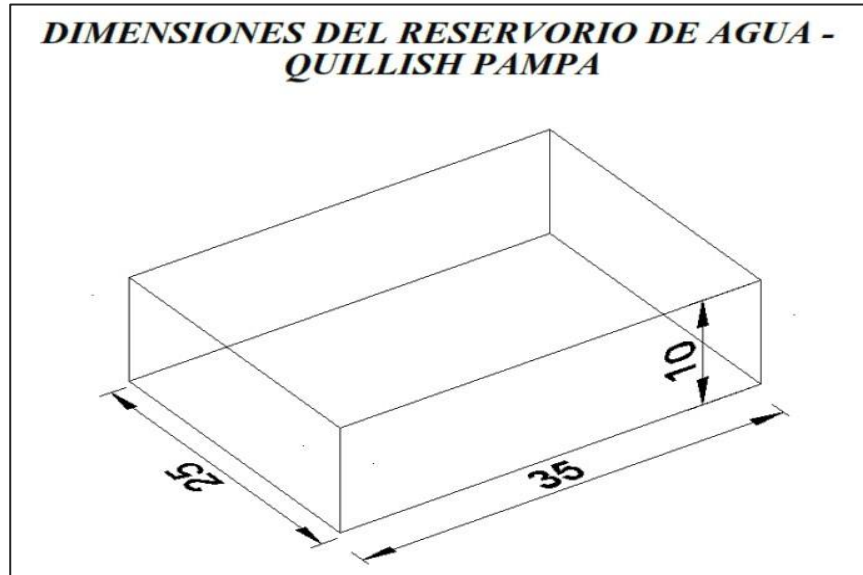


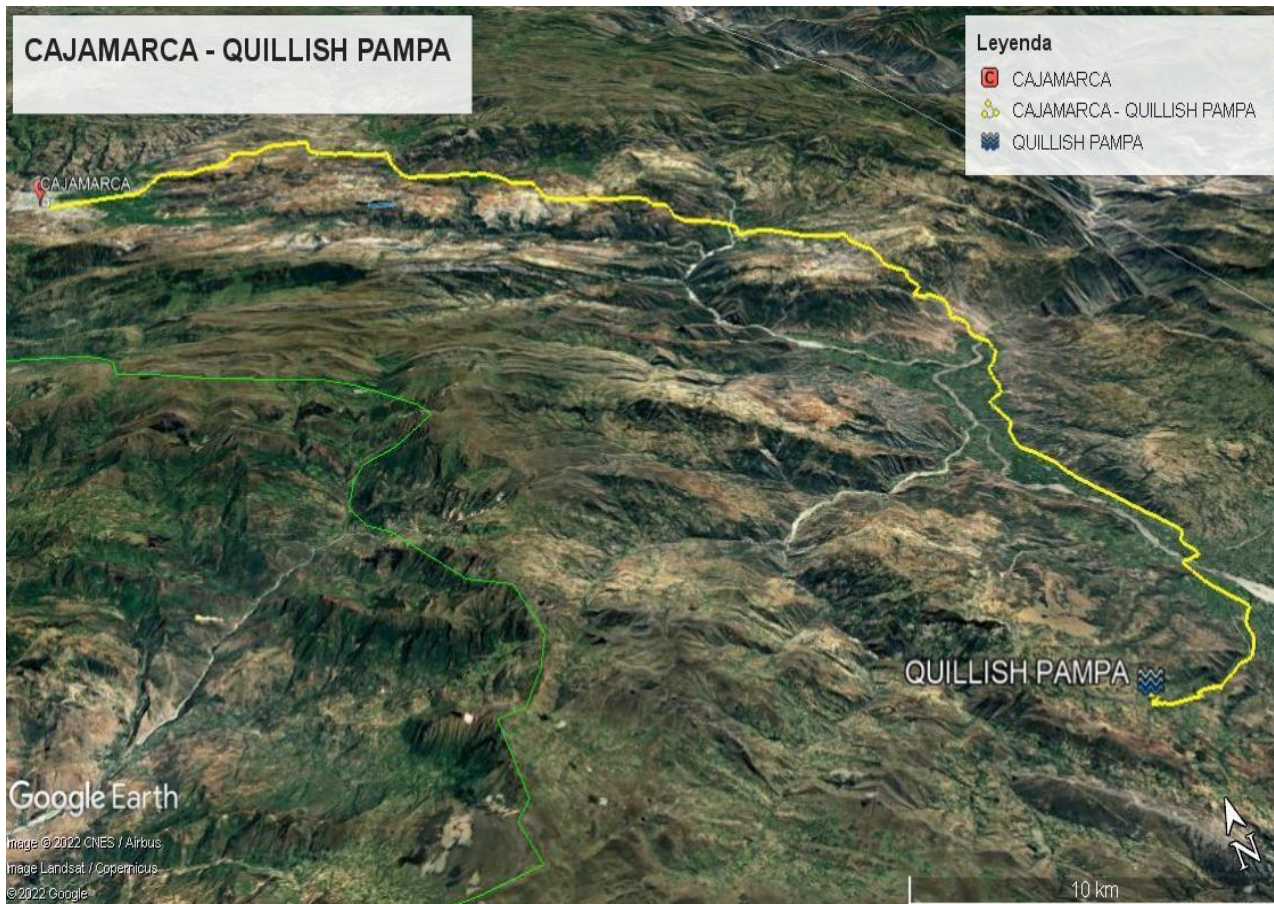
Tabla 8. Volumen del reservorio de agua

Dimensiones del reservorio de agua de lluvia	
Medida de un lado del taque de reserva	25m.
Medida de otro lado del tanque de reserva	35m.
Medida de la altura	10m.
Volumen	8 750 m³

3.4. Accesibilidad

Desde la ciudad de Cajamarca hacia el centro poblado Quillish Pampa hay una distancia de 79.3Km, tomando la carretera 3N, se llega en un tiempo aproximado de 3 horas.

Figura 5. Ruta: Cajamarca – Quillish Pampa



3.5. Materiales e Insumos

Tabla 9. *Materiales e insumos*

MATERIAL E INSUMO	
Descripción	Cantidad
Batas blancas	2
Par de zapatos de seguridad	2
Mascarillas	2
Par de guantes quirúrgicos	2
Cuaderno de campo	1
Frascos de plásticos	3
Lapicero o lápiz	2
Cámara fotográfica	1

3.6. Procedimiento

3.6.1. Trabajo de Campo

El trabajo en campo consistió en realizar monitoreos en el reservorio, el cual abastece a la población de Quillish Pampa con agua de lluvia. Cabe señalar que los monitoreos se realizaron en los meses de febrero – abril 2022, donde se evaluó la capacidad de dicho reservorio y se procedió a sacar muestras para evaluar la calidad del agua.

Figura 6. Toma de muestras de agua del reservorio



Figura 7. *Toma de muestras de agua del reservorio*



Figura 8. *Área de estudio*



Figura 9 . *Reservorio de agua de lluvia – Quillish Pampa*



Figura 10. *Cultivos de la zona de Quillish Pampa*



3.6.2. Capacidad del reservorio

Aguas sin Fronteras (2001) en su “Guía de diseño para captación del agua de lluvia” indican que para determinar la capacidad del reservorio se consideró evaluar la precipitación promedio mensual, demanda del agua por el número de habitantes del centro poblado y la determinación del volumen del reservorio de abastecimiento.

a. Precipitación promedio mensual

Para determinar la precipitación mensual, se tomaron los datos que nos brinda el SENAMHI a través de su estación meteorológica más cercana al área de estudio, en este caso se consideró la estación ubicada en el distrito de Cachachi con código 107068.

Tabla 10. Ubicación de la estación Cachachi

Estación Meteorológica	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – ZONA 17S		
		Este	Norte	Altitud
Estación Cachachi	107068	801503	9175454	3228m.s.n.m.

La estación meteorológica “Cachachi” se encuentra a una distancia en línea recta aproximada de kilómetros respecto a donde se realizará el proyecto; como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 11. Ubicación de la Estación Meteorológica Cachachi respecto al Reservorio.



La estación meteorológica de Cachachi presenta datos históricos desde el año 2018, los cuales serán representados a partir del 01 de octubre de 2018 al 13 de diciembre de 2022, teniendo en cuenta la sucesión consecutiva de los meses y creando datos puntuales para el presente estudio.

Cabe señalar que, para tener resultados más precisos principalmente para determinar la acumulación del agua de lluvia, se considerara los datos que brinda el SENAMHI desde el mes de mayo 2021 hasta abril 2022.

b. Demanda del agua

Aguas sin Fronteras (2001) en su “Guía de diseño para captación del agua de lluvia” indican que la demanda se percibe de acuerdo al consumo de agua por habitante al día, considerando la totalidad de personas en el centro poblado. Entonces emplea la siguiente fórmula:

$$Di = \frac{Nu * Dot * Nd}{1000}$$

Donde:

Di: Demanda de agua/mes

Nu: Cantidad de personas

Dot: Consumo diario por persona

Ndi: Días con los que cuenta el mes

1000: Factor de conversión de L a m³

Para lo cual se tiene en cuenta que por persona se consume 50L/día, donde para el centro poblado de Quillish Pampa por vivienda habitan 3 personas.

c. Oferta de agua mensual (m³)

Aguas sin Fronteras (2001) en su “Guía de diseño para captación del agua de lluvia” indican que para hallar la oferta agua que tiene el reservorio de agua, se debe considerar los promedios de las precipitaciones de los meses de estudio (febrero, marzo y abril) y el área del reservorio (tabla 8); así mismo el coeficiente de escorrentía, para el cual se tuvo en cuenta que, al encontrarse en una zona rural con un suelo semipermeable y una pendiente suave (>1%), el coeficiente de escorrentía es 0.55. Entonces se empleó la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi * Ce * Ac}{1000}$$

Donde:

Ai: Oferta de agua / mes (m³)

Ppi: Precipitación promedio mensual (L/m²)

Ce: Coeficiente de escorrentía = 0.55 = 0.6

Ac: Área de reservorio (m²) = 716.72

3.6.3. Análisis de Muestras

Para el análisis de la muestra de agua tomada del reservorio, se seleccionó la categoría de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (D.S. N°004-2017-MINAM) según las actividades diarias a las que se dedican los pobladores de Quillish Pampa.

Entonces, teniendo en cuenta lo mencionado en el párrafo precedente, los resultados de las muestras serán contrastados con los ECA agua - Categoría 3 sub categoría D1 (riego de vegetales) y D2 (bebida de animales).

Es importante señalar que solo se están considerando los parámetros analizados por laboratorio para la contrastación con los ECA agua – categoría 3.

Tabla 11. *Parámetros a analizar según los ECA agua – categoría 3.*

Parámetro	Unidad	D1	D2
Físico – Químico			
Bicarbonatos	mg / L	518	0.1
Cloruros	mg / L	500	**
Conductividad	μS/cm	2500	5000
Demanda Bioquímica (DBO ₅)	mg / L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg / L	40	40
Nitratos (NO ₃ ⁻ -H) ⁺	mg / L	100	100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg / L	10	10
Potencial de Hidrogeno	pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg / L	1000	1000
Fluoruro	mg / L	1	**
Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP / 100ml	1000	1000

Fuente: D.S. N°004-2017-MINAM

Para la presente tesis, el análisis de las muestras de agua de lluvia fue realizado por el laboratorio regional del agua, el cual está acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL (Instituto Nacional de Calidad) con registro N° LE – 084. Además, el laboratorio para cada parámetro ha empleado el siguiente método de ensayo.

Tabla 12. *Métodos de ensayo para el análisis en laboratorio.*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017: Alkalinity. Titration Method.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100ml	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

Fuente: Laboratorio Regional del agua. Gobierno Regional de Cajamarca.

3.6.4. Gabinete

El trabajo en gabinete consistió en la contrastación y evaluación de los resultados de laboratorio con los ECA agua – categoría 3, para lo cual se hizo uso de Microsoft Excel, el cual sirvió para elaborar gráficos comparativos.

Así mismo se evaluó la capacidad del reservorio de agua de lluvia, para esto se utilizó el software AutoCAD, para plasmar las dimensiones. También, se empleó los softwares de ArcMap y Google Earth para realizar mapas temáticos de ubicación de la zona de estudio.

3.7. Aspectos Éticos

La tesis presenta información que no debe ser manipulada ni alterada, ya que con los datos obtenidos exponen la efectividad del tema de investigación, demostrando compromiso y autenticidad, respetando los principios éticos y morales.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Para la presente tesis, a fin de determinar la precipitación, se han analizado los datos que brinda el SENAMHI por medio de su estación meteorológica que se ubica en la zona de estudio, el distrito de Cachachi.

4.1.1 Cantidad de agua de lluvia de los meses de febrero – abril en el área de estudio

Precipitación desde febrero – abril 2022

Tabla 13. Registro de la precipitación en el mes de febrero 2022

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
1/02/2022	0
2/02/2022	0
3/02/2022	0
4/02/2022	2.2
5/02/2022	3
6/02/2022	6.1
7/02/2022	3.2
8/02/2022	11.2
9/02/2022	18
10/02/2022	11
11/02/2022	10.2
12/02/2022	4.3
13/02/2022	2
14/02/2022	13.5
15/02/2022	1.2
16/02/2022	12.2
17/02/2022	0
18/02/2022	2.3
19/02/2022	0
20/02/2022	0
21/02/2022	0

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
22/02/2022	7.1
23/02/2022	1.6
24/02/2022	17.5
25/02/2022	14.2
26/02/2022	12
27/02/2022	1.2
28/02/2022	0

Figura 12. Precipitación en el mes de febrero

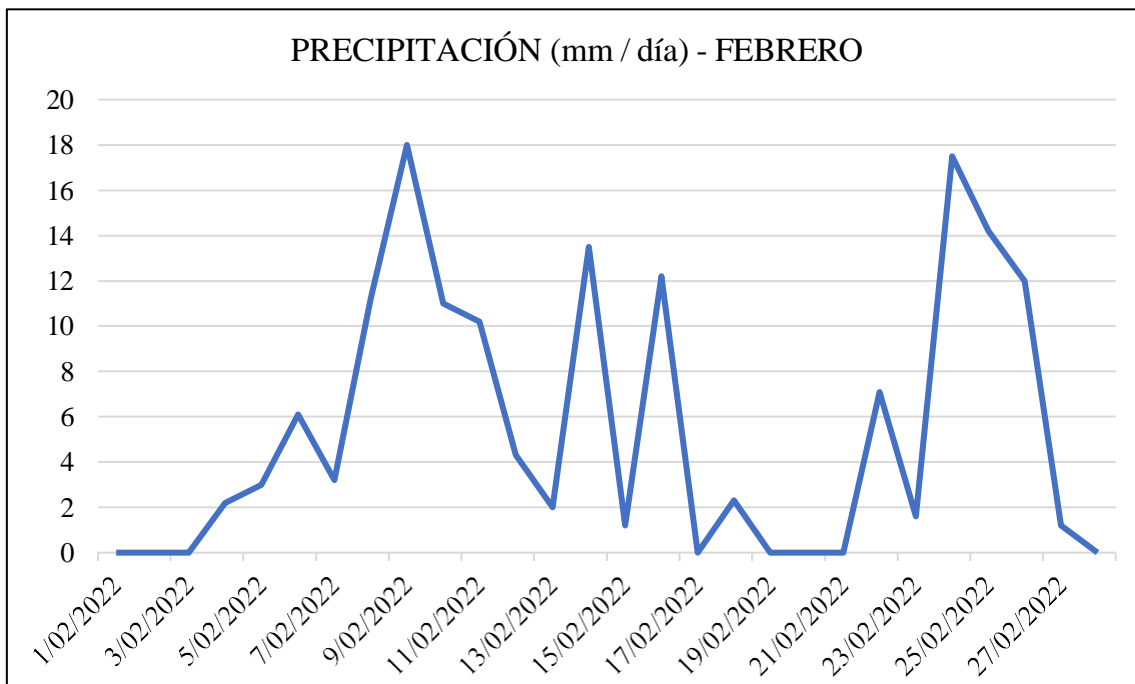


Tabla 14. Registro de la precipitación en el mes de marzo 2022

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
1/03/2022	1.8
2/03/2022	38.2
3/03/2022	8.6
4/03/2022	26.8
5/03/2022	6

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
6/03/2022	0
7/03/2022	0
8/03/2022	0
9/03/2022	3.5
10/03/2022	0
11/03/2022	0
12/03/2022	3.5
13/03/2022	1.5
14/03/2022	12.2
15/03/2022	4.2
16/03/2022	0
17/03/2022	1
18/03/2022	0
19/03/2022	4
20/03/2022	2.3
21/03/2022	13.9
22/03/2022	0
23/03/2022	3.4
24/03/2022	13.3
25/03/2022	16.5
26/03/2022	3.5
27/03/2022	20.2
28/03/2022	1
29/03/2022	0
30/03/2022	4.4
31/03/2022	7.6

Figura 13. Precipitación en el mes de marzo

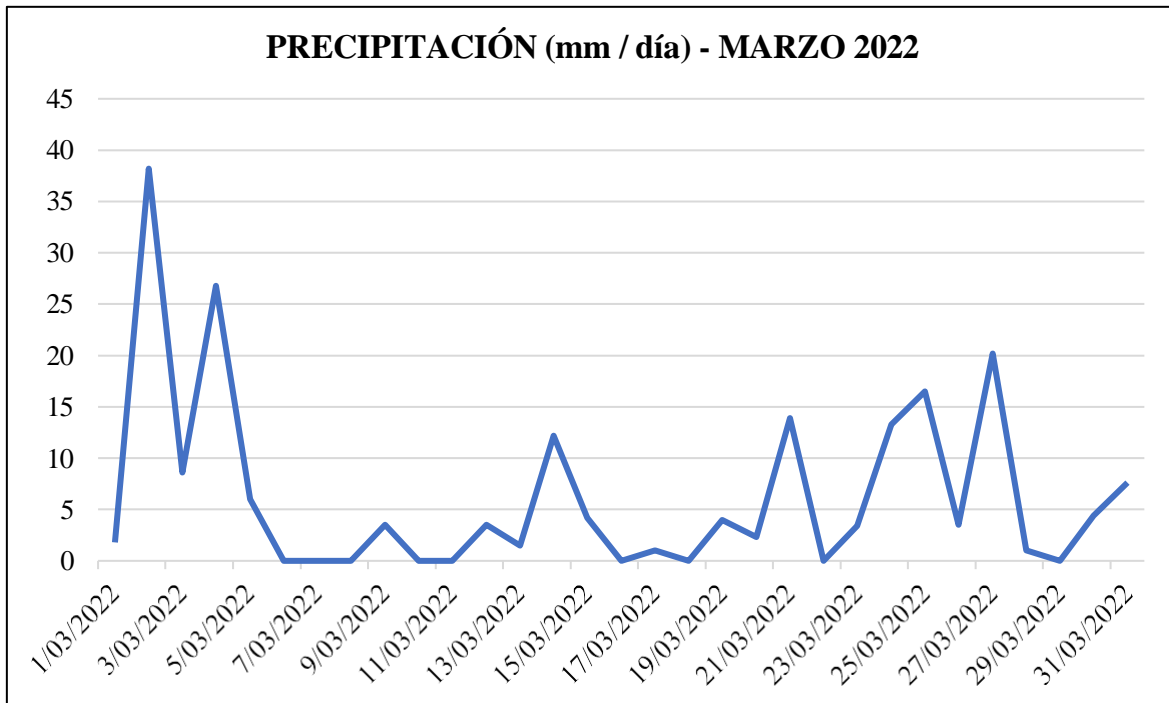


Tabla 15. Precipitación en el mes de abril 2022

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
1/04/2022	21.6
2/04/2022	5
3/04/2022	13.5
4/04/2022	0
5/04/2022	0
6/04/2022	4.7
7/04/2022	0
8/04/2022	0.5
9/04/2022	5.8
10/04/2022	0
11/04/2022	0
12/04/2022	12.7
13/04/2022	0
14/04/2022	2.2
15/04/2022	0.5
16/04/2022	0
17/04/2022	0

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm / día)
18/04/2022	0
19/04/2022	5.9
20/04/2022	6
21/04/2022	3
22/04/2022	6.5
23/04/2022	2
24/04/2022	15.7
25/04/2022	0
26/04/2022	0
27/04/2022	0
28/04/2022	0
29/04/2022	0
30/04/2022	0

Figura 14. Precipitación en el mes de abril

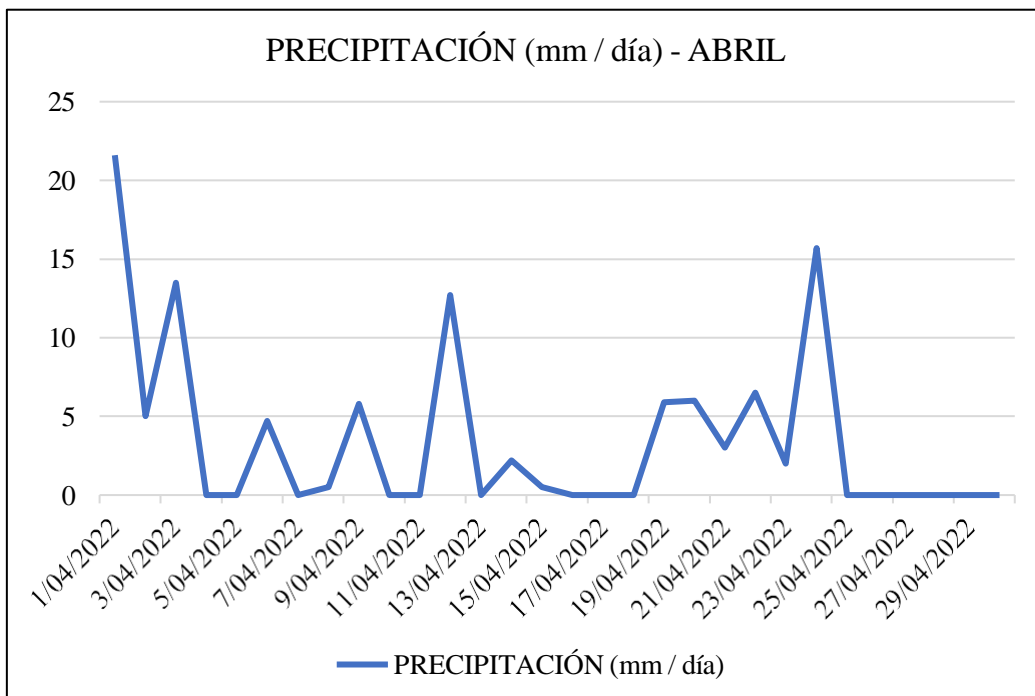


Tabla 16 Promedio de la precipitación en los meses febrero – abril 2022

	N	Media	Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar
FEBRERO	28	5,5000	1,12416
MARZO	31	6,3677	1,60695
ABRIL	30	3,5200	1,01540
N válido (por lista)	28		

En la tabla 25 se observan los promedios de las precipitaciones durante los meses de febrero a abril teniendo en el mes de febrero una precipitación de 5.5 ± 2.19 , en el mes de marzo 6.37 ± 3.16 y en el mes de abril 3.53 ± 2 mm/día

4.1.1.1 Oferta de agua mensual (m³)

Para hallar la oferta agua que tiene el reservorio de agua, se consideró los promedios de las precipitaciones desde el mes de febrero hasta abril 2022 donde se empleó la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi * Ce * Ac}{1000}$$

Tabla 17. Oferta de agua en los meses de febrero – abril

Mes	Precipitación promedio	Ce	Ac	Oferta de agua
Feb-22	5.5	0.6	716.72	2.37
Mar-22	6.4	0.6	716.72	2.75
Abr-22	3.52	0.6	716.72	1.51

Tabla 18. Oferta acumulada dese febrero hasta el mes de abril

Mes	Ai	Aai (acumulado)
Feb-22	2.37	2.37
Mar-22	2.75	5.12
Abr-22	1.51	6.63

4.1.1.2 Demanda de agua mensual por persona

Según indica Sedapal (2022), por persona se llega a consumir de 50 litros de agua por día para satisfacer sus necesidades. Teniendo en cuenta este dato se utilizó la siguiente formula:

$$Di = \frac{Nu * Dot * Nd}{1000}$$

Tabla 19. Demanda de agua mensual por persona en m³ para los meses de estudio.

MES	Ndi	Nu*	Dot	Di (m ³)
Febrero	28	3	50	4.2
Marzo	31	3	50	4.7
Abril	30	3	50	4.5

En la tabla 28 se muestra la demanda de agua (Di) en los meses de febrero, marzo y abril con resultados de 4.2, 4.7, 4.5, respectivamente.

4.1.1.3 Volumen del reservorio de agua necesario para los meses de estudio

Para determinar el volumen necesario en el reservorio, se procede a calcular la diferencia entre la oferta y demanda acumulada para los meses de estudio. Entonces se empleó las siguientes formulas:

- **Oferta acumulada**

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + A_i$$

Donde:

Aa_i: Oferta acumulada en el mes de estudio

Aa_(i-1): Oferta de agua del mes anterior

A_i: Oferta de agua del mes de estudio

- **Demanda acumulada**

$$Da_i = Da_{(i-1)} + D_i$$

Donde:

D_{ai} : Demanda acumulada en el mes de estudio

$D_{a(i-1)}$: Demanda de agua del mes anterior

D_i : Demanda de agua del mes de estudio

- *Volumen del reservorio de agua necesario*

$$V_i = Aa_i - Da_i$$

Tabla 20. *Volumen de agua necesario para una familia.*

Mes de estudio	A_i	Aa_i (acumulado)	D_i	Da_i (acumulado)	V_i m ³ (diferencia)
Febrero	2.37	13.06	4.2	4.2	8.86
Marzo	2.75	15.81	4.7	8.9	6.91
Abril	1.51	17.32	4.5	13.4	3.92

En la tabla 29 muestra que los datos analizados en el mes de febrero se encuentra la diferencia mayor entre la oferta y la demanda acumulada, indicando el volumen óptimo de almacenamiento de agua de lluvia correspondiente para una familia de 3 personas.

Entonces teniendo estos resultados que para una familia de 3 personas el volumen debe ser 8.86 m³, se procede a obtener volumen de agua de lluvia necesario para 41 familias que conforman el centro poblado de Quillish Pampa.

Tabla 21. *Volumen del reservorio de agua necesario para las 41 familia de Quillish Pampa.*

Total de Pobladores	Total de familias	Volumen por familia	Volumen Total
103	41	8.86 m ³	363.26 m³

La tabla 30 indica que el volumen necesario con el que debe de contar el reservorio de agua de lluvia para el consumo de las 41 familias es de 363.26m³.

4.1.2 *Calidad de las aguas de lluvia captadas en los meses de febrero – abril en el distrito de Quillish Pampa – Cajabamba 2022*

A continuación, se hace un análisis de las características del agua captada.

Tabla 22. Resultado de muestra de agua de lluvia vs ECA Categoría 3 de agua (D1 y D2)

Parámetro	Unidad	Categoría 3		Resultado de Laboratorio
		D1 - riego de vegetales	D2 - bebida de animales	
Fluoruro	mg/L	1	**	0.147
Cloruro	mg/L	500	**	0.858
Nitrito (NO ₂)	mg/L	10	10	0.013
Bromuro	mg/L	**	**	0.035
Nitrato	mg/L	100	100	0.064
Sulfato	mg/L	1000	1000	143.76
Fosfato	mg/L	**	**	0.032
Potencial de hidrogeno	pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4	8
Conductividad	uS/cm	2500	5000	495
Bicarbonatos	mg/L	518	**	89.4
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	15	15	2.6
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	40	40	8.3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	1000	40

En la tabla 16 se muestran los resultados de cada parámetro analizado por laboratorio contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental para agua – Categoría 3, según D.S.N°004-2017-MINAM.

4.1.2.1 Análisis Estadístico

Para analizar los datos estadísticamente antes se corrobora la naturaleza de los mismos para lo cual aplicamos la prueba de normalidad de Shapiro Wilk por trabajarse con una cantidad de datos menores a 30, por lo que se plantean las siguientes hipótesis:

H₀: Los datos tienen una distribución normal

H₁: Los datos tienen una distribución diferente a la normal

Tabla 23. Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl*	Sig.	Estadístico	gl	Sig.*
Resultados de laboratorio relacionados con D1	0.314	11	0.003	0.563	11	0.000
Riego de Vegetales (D1)	0.253	11	0.047	0.725	11	0.001
Resultados de laboratorio relacionados con D2	0.358	8	0.003	0.598	8	0.000
Bebida de animales (D2)	0.351	8	0.004	0.598	8	0.000

De acuerdo a la tabla 23 se observa un valor de significancia Sig. < 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, lo que significa que los datos tienen una distribución diferente a la normal, por lo tanto, los datos son no paramétricos y se aplica una prueba no paramétrica para su respectivo análisis.

Comparación de los parámetros obtenidos en el laboratorio con los valores ECA Categoría

3 D1 - riego de vegetales

Para la comparación de las medias poblacionales entre los datos obtenidos en el laboratorio y los datos ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales, por ser de naturaleza no paramétrica se aplica una

prueba no paramétrica, además al comparar datos independientes entre sí corresponde utilizar la prueba de U de Mann-Whitney. Se plantean las siguientes hipótesis:

H_0 : Los valores obtenidos en el laboratorio son iguales o mayores a los valores ECA

Categoría 3 D1 - riego de vegetales

H_1 : Los valores obtenidos en el laboratorio son menores a los valores ECA Categoría 3 D1

- riego de vegetales

Antes se muestran los rangos de los promedios de los datos obtenidos en el laboratorio y los valores ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales

Tabla 24 Rangos promedios para los valores de los datos obtenidos en el laboratorio y los valores ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales

ORIGEN		N	Rango promedio	Suma de rangos
Valores	Laboratorio	11	8,41	92,50
	ECA	11	14,59	160,50
	Total	22		

En la tabla 24 se observan solo como referencia que los rangos promedios para los datos obtenidos en el laboratorio que son menores a los rangos de los valores ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales.

Tabla 25 U de Mann-Whitney para comparar los parámetros obtenidos en el laboratorio con los valores ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales

	Valores
U de Mann-Whitney	26,500
W de Wilcoxon	92,500
Z	-2,234
Sig. asin. (unilateral)	0,0125
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,023 ^b

De acuerdo a la significancia asintótica unilateral ($\alpha = 0.0125$) menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que nos dice que los valores obtenidos en el laboratorio son significativamente menores a los valores ECA Categoría 3 D1 - riego de vegetales. Por lo tanto,

de acuerdo a la metodología aplicada, el agua de lluvia recolectada se puede utilizar para el riego de vegetales.

Comparación de los parámetros obtenidos en el laboratorio con los valores ECA Categoría

3 D2 - bebida de animales

Para la comparación de las medias poblacionales entre los datos obtenidos en el laboratorio y los datos ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales, del mismo modo que el análisis anterior por ser de naturaleza no paramétrica se aplica una prueba no paramétrica, además al comparar datos independientes entre sí corresponde utilizar la prueba de U de Mann-Whitney. Se plantean las siguientes hipótesis:

H₀: Los valores obtenidos en el laboratorio son iguales o mayores a los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales

H₁: Los valores obtenidos en el laboratorio son menores a los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales

Antes se muestran los rangos de los promedios de los datos obtenidos en el laboratorio y los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales.

Tabla 26 Rangos promedios para los valores de los datos obtenidos en el laboratorio y los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales

ORIGEN1	N	Rango promedio	Suma de rangos
Valores1 1	8	6,44	51,50
2	8	10,56	84,50
Total	16		

En la tabla 24 se observan solo como referencia que los rangos promedios para los datos obtenidos en el laboratorio que son menores a los rangos de los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales.

Tabla 27 *U de Mann-Whitney para comparar los parámetros obtenidos en el laboratorio con los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales*

	Valores ¹
U de Mann-Whitney	15,500
W de Wilcoxon	51,500
Z	-1,735
Sig. asin. (unilateral)	0,042
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,083 ^b

De acuerdo a la significancia asintótica unilateral ($\alpha = 0.042$) menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que nos dice que los valores obtenidos en el laboratorio son significativamente menores a los valores ECA Categoría 3 D2 - bebida de animales. Por lo tanto, de acuerdo a la metodología aplicada, el agua de lluvia recolectada se puede utilizar para el consumo para animales.

4.1 Discusión

Con respecto a la calidad del agua de la lluvia, los parámetros analizados como el fluoruro (0.147mg/L), cloruro (0.858mg/L), nitrito (0.013mg/L), bromuro (0.035mg/L), nitrato (0.064mg/L), sulfato (143.76mg/L), fosfato (0.032mg/L), potencial de hidrogeno (8pH), conductividad (495 uS/cm), bicarbonatos (89.4mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (2.6 mg O₂/L), demanda química de oxígeno (8.3 mg O₂/L) y coliformes termotolerantes (40 NMP/100mL). Estos fueron verificados de manera estadística con los Estándares de Calidad Ambiental Categoría 3, sub categoría (D1 y D2), obteniendo que los parámetros se encuentran dentro del rango establecido por normativa (D.S. N°004-2017-MINAN), es decir, son aptos para el riego de vegetales y consumo de los animales; en relación a los parámetros fisicoquímicos nuestros resultados de DBO₅ y DQO llegan a coincidir con Rojas et. al (2012) en su estudio “Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia”, donde también analizaron muestras de agua de lluvia y reportaron concentraciones bajas

en Demanda Biológica de Oxígeno (2.7 mg/L) y Demanda Química de Oxígeno (6.7 mg/L) cumpliendo con los índices indicados por su normativa correspondiente (NOM – 003 – SEMARNAT – 1997).

A la vez se comprobó la cantidad necesaria de agua de lluvia que llega a satisfacer a una familia conformada por 3 personas del centro poblado de Quillish Pampa a través de ecuaciones formuladas por la "Guía de Diseño para captación del agua de lluvia", donde se analizó las precipitaciones (0.13 – 6.4), la oferta del agua de la lluvia y la demanda de acuerdo al consumo de agua por persona (4.2 – 4.7 m³) correspondientes a los meses de febrero, marzo y abril. Es así que la cantidad necesaria de lluvia para una familia es 8.86m³ (8 860L) y el volumen con el que debe de contar el reservorio de agua de lluvia para abastecer a 41 familias es de 363.26m³; cabe señalar que el reservorio con el que cuenta el centro poblado tiene un volumen de 8 750 m³ (tabla 8), entonces podemos decir que los pobladores en los meses de sequía con ayuda del reservorio no pasan necesidad por falta de agua. En relación a Diaz y Medina (2020) en su artículo titulado "Demanda, colecta y calidad del agua de lluvia en la comunidad nativa Yahuahua, nieva, Amazonas (Perú)" que como resultado tienen una demanda de 0.18 m³ para una familia con precipitaciones de (0.29 – 0.55).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

La cantidad de agua de lluvia captada en los meses de febrero, marzo y abril en el área de estudio tuvieron una precipitación promedio de 5.5 ± 2.19 mm/día, en el mes de marzo 6.37 ± 3.16 mm/día y en el mes de abril 3.53 ± 2 mm/día. Se determino el volumen necesario del reservorio de agua de lluvia para satisfacer al centro poblado de Quillish Pampa, donde para 41 familias debe de contar con un volumen aproximado de 363.26m^3 .

La calidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 cumplen con las exigencias de la normativa vigente, D.S. N°004 – 2017 MINAM, para ser usadas en el riego de vegetales y bebida de animales”.

Se concluye finalmente que la calidad y cantidad de las aguas de lluvias captadas en los meses Febrero – Abril en el Distrito de Quillish Pampa- Cajabamba 2022 cumplen con las exigencias de la normativa vigente, D.S. N°004 – 2017 MINAM, para ser usadas en el riego de vegetales y como bebida de animales”.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio meteorológico para tener resultados más verídicos con respecto a las precipitaciones de la zona de estudio, así poder determinar con mayor certeza la capacidad del reservorio de agua de lluvia.

LISTA DE REFERENCIAS

Aguas Urbanas (2018). Monitoreo de variables físico-químicas de agua. Universidad de la Republica Uruguay.

<http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/15/monitoreo-de-variables-fisico-quimicas-de-agua/>

CARE (2021). Escasez de agua: uno de los mayores desafíos del siglo XXI.

<https://care.org.pe/escasez-de-agua-uno-de-los-mayores-desafios-del-siglo-xxi/>

Chino, M; Velarde, E. & Espinoza, J. (2016). Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno – Perú. Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645608>

Dávila, M. (2018). Efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional, en la subcuenca tres ríos – San Lucas, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca.

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3352/T016_42125175_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAO (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia, opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>

García, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. PV albéitar.

https://www.adiveter.com/ftp_public/A3081113.pdf

Aguas sin fronteras (2001). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). Lima, Perú.

<https://www.aguasinfrenteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>

INEI (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas. Directorio Nacional de Centros Poblados.

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm

INIA (2006). El agua y el ciclo hidrológico. Suplemento Tecnológico.

<http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219220807163901.pdf>

Ortiz, E. & Medina, C. (2020). Demanda, colecta y calidad del agua de lluvia en la comunidad nativa Yahuahua, nieva, Amazonas (Perú). Revista de investigación científica REBIOL.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3515/4172>

Pérez, E. & Valenzuela, J. (2021). Determinación de la calidad de agua para el consumo humano en el sistema de potabilización del caserío de Ventanillas–Distrito de Magdalena – Cajamarca, 2019. Tesis, Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28488/Tesis.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

SEDAPAL. (2022). Sedapal presentó registros de consumo de agua de los distritos de Lima y Callao. Equipo Comunicación Institucional. <https://www.sedapal.com.pe/notas-de-prensa/sedapal-presento-registros-de-consumo-de-agua-de-los-distritos-de-lima-y-callao>

SEMARNAT (2013). Informe de la situación del medio ambiente en México – Capítulo 6 Agua.

Edición 2012. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap6_agua.pdf

SENAMHI (2011). Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del agua y la gestión integral de recurso hídrico. Sociedad Geográfica de Lima.

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf

Reyes, M. & Rubio, J. (2014). Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>

Rojas, M.; Gallardo, J. & Martínez A. (2012). Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Revista Especializada en Ciencias Químico – Biológicas. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v15n1/v15n1a2.pdf>

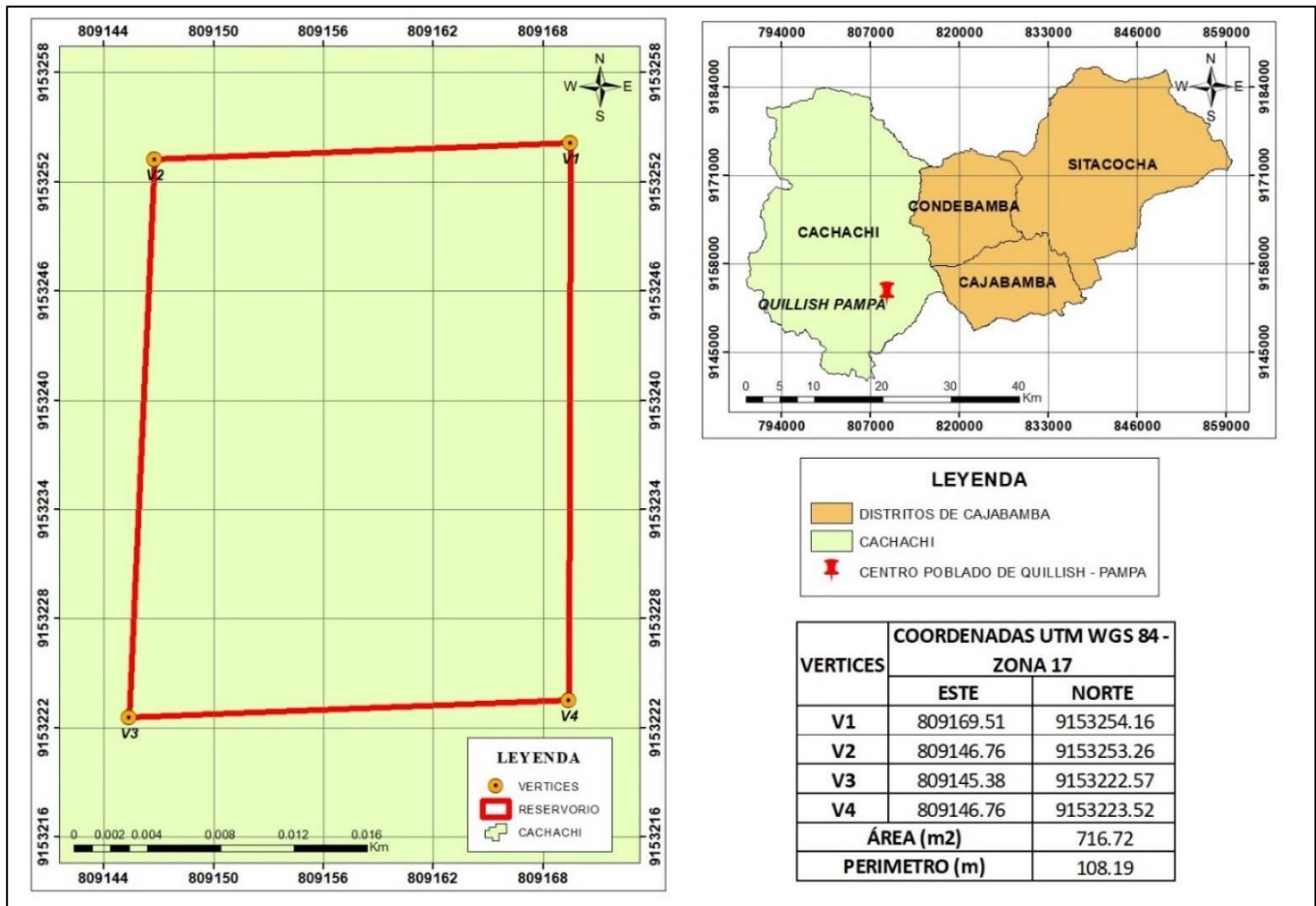
UNESCO (2014). Abordar la escasez y la calidad del agua.

<https://es.unescoChi.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>

ANEXOS

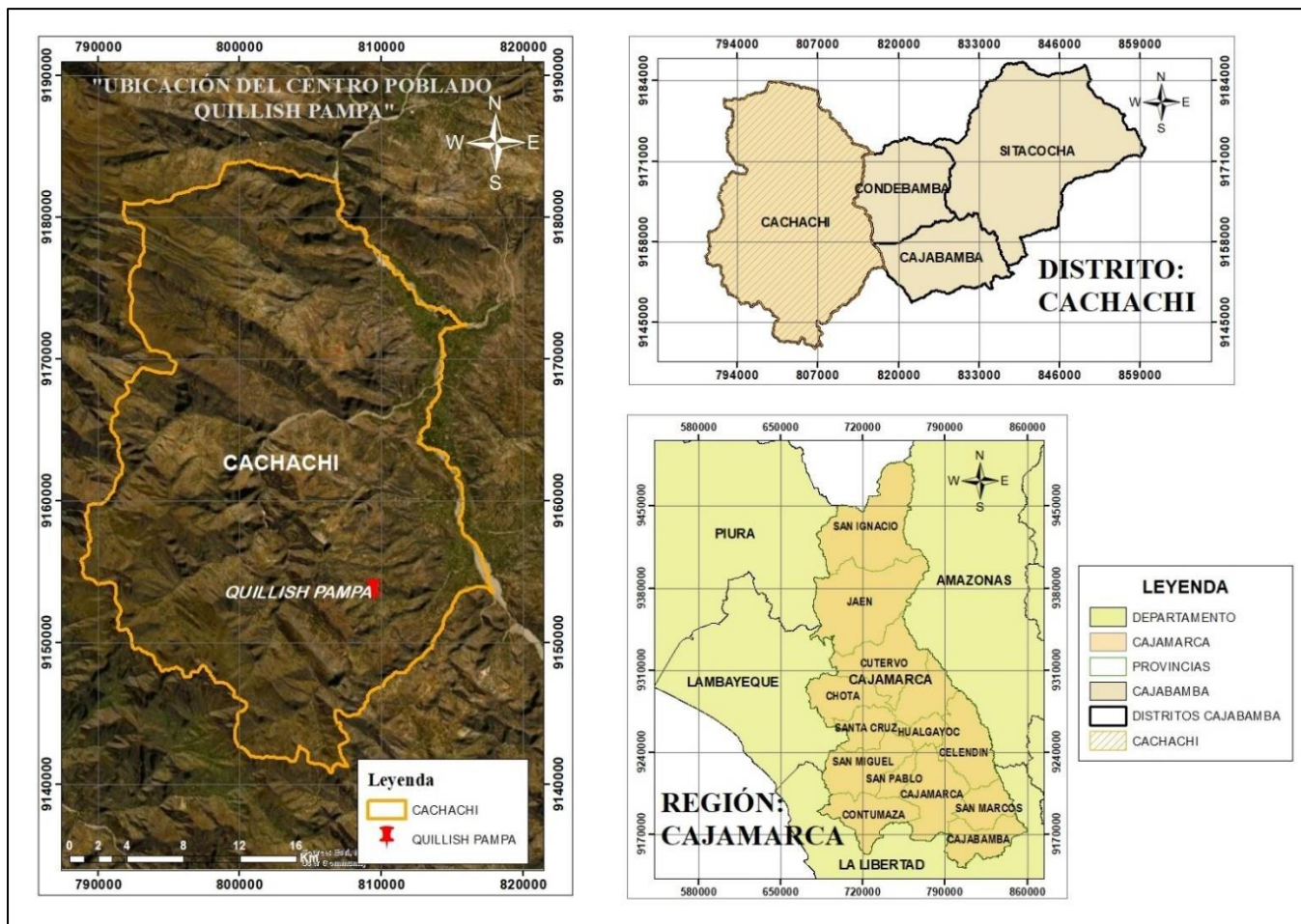
Anexo 1

Figura 15. Ubicación del Reservorio de agua lluvia



Anexo 2

Figura 16. Ubicación geográfica – Quillish Pampa



Anexo 3

Figura 17. Área de estudio – reservorio de agua lluvia



Anexo 4

Figura 18. Área de estudio – reservorio de agua lluvia



Anexo 5

Figura 19. Materiales e insumos para sacar muestras de agua



Anexo 6

Figura 20. Toma de muestras de agua en el reservorio de agua



Anexo 7

Figura 21. Muestras de agua



Anexo 8

Figura 22. *Áreas de cultivo*



Anexo 9

Figura 23. *Áreas de cultivo de maíz*



Anexo 10

Figura 24. Informe de Ensayo físicoquímicos y Microbiológicos - Datos del Cliente



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - D
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922633

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	ESCOBAR SAAVEDRA ROYSER DEYNER/ FLORES POLO ALEXANDER		
Dirección	-		
Persona de contacto	ESCOBAR SAAVEDRA ROYSER DEYNER Correo electrónico	escobarsaavedraroyser3@gmail.com	

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	26.09.22	Hora de Muestreo	17:30
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	01		
Ensayos solicitados	Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación.		
Referencia de la Muestra:	Quillishpampa- Cajabamba		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-856	Cadena de Custodia	CC - 633 - 22
Fecha y Hora de Recepción	27.09.22 10:01	Inicio de Ensayo	27.09.22 10:10
Reporte Resultado	11.10.22 10:25		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028


Cajamarca, 11 de Octubre de 2022

DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
e-mail: laboratorio@regcajamarca.gob.pe / laboratorio@regcajamarca.gob.pe FONO: 598000 anexo 1140.

Página: 1 de 3


Anexo 10

Figura 25. Informe de Ensayo físicoquímicos y Microbiológicos – Resultados de laboratorio



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - D
CON REGISTRO N° LE-084




INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0922633

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra	Reservorio Quillispampa		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0922633-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-	-	-
Descripción	Deposición Atmosférica		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Caserío Quillispampa		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.147	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	0.858	-	-	-	-	-
N-Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	0.0130	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	-	-	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	<LCM	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	143.76	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	8.00	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	495.0	-	-	-	-	-
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/L	0.8500	89.4	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6000	<LCM	-	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3000	<LCM	-	-	-	-	-


Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por NEYRA JACO Ester Miguel FAU
2243374168 soft
Módulo: Day V°B
Fecha: 11.10.2022 10:36:41 -05:00

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	40	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por COLINA VENEZAS Juan José FAU
2243374168 soft
Módulo: Day V°B
Fecha: 11.10.2022 10:33:42 -05:00

Cajamarca, 11 de Octubre de 2022

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@legua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@legua@triviasd.com | FON: 598000 anexo 1140.

Página: 2 de 3


Anexo 10

Figura 26. Informe de Ensayo físicoquímicos y Microbiológicos – Métodos de ensayo



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- D
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° IE 0922633

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity: Laboratory Method.
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B. 23rd Ed. 2017. Alkalinity: Titration Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.


✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este Informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 11 de Octubre de 2022



Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU 22452741158.pdf
Método: Doc Y B
Fecha: 11.10.2022 10:33:21 -05:00

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regcajamarca.gob.pe / laboratorio@delagua@hotmaill.com FONO: 506000 anexo 1140.

Página: 3 de 3