

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ESTUDIO DE LAS DOSIFICACIONES DE CLORO RESIDUAL EN LOS CASERIOS DE PUYLUCANA, ALTO PUYLUCANA Y PAMPA IRACUSHCO DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Mirtha Janneth Roman Barrios

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2021



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios, por inspirarme y darme fuerza para seguir adelante en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida.

A mis queridos padres, por su amor, trabajo y sacrificio constante en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí. Es un orgullo y privilegio ser su hija, son los mejores padres.

A todas las personas especiales que compartieron sus conocimientos y me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a ti Dios por bendecirme y guiarme cada día para llegar a culminar con esta investigación satisfactoriamente.

Agradecer a mis padres por el apoyo incondicional que me brindan día a día y la enseñanza de buenos valores que me impulsaron a lograr los objetivos planeados que tengo en esta investigación.

Agradezco a nuestra docente y asesor del curso de tesis por el apoyo y las enseñanzas dadas en cada etapa de esta investigación teórica para poder culminarla de manera óptima.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1.Realidad problemática	9
1.2.Formulación del problema.....	24
1.3.Objetivos.....	24
1.3.1. Objetivo general	24
1.3.2. Objetivos específicos.....	24
1.4.Hipótesis	25
1.4.1. Hipótesis general	25
1.4.2. Hipótesis específicas	25
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	26
2.1.Tipo de investigación	26
2.2.Población y muestra	26
2.2.1. Población:.....	26
2.2.2. Muestra:.....	26
2.3.Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	28
2.3.1. Materiales	28
2.3.2. Equipos.....	28
2.3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28

2.3.4. Análisis de datos.....	29
2.4.Procedimiento.....	29
2.4.1. Descripción del sistema de abastecimiento	29
2.4.2. Ubicación de los puntos de muestreo	30
2.4.3. Diseño de monitoreo	31
2.4.4. Análisis de la muestra.....	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	34
3.1.Resultados del cloro residual de los caseríos	34
3.1.1. Cloro residual del caserío de Puylucana.....	34
3.1.2. Cloro residual del caserío de Alto Puylucana	36
3.1.3. Cloro residual del caserío de Pampa Iracushco.....	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	39
4.1.Discusión	39
4.1.1. Concentración promedio del caserío de Puylucana.....	39
4.1.2. Concentración promedio del caserío de Alto Puylucana.....	40
4.1.3. Concentración promedio del caserío de Pampa Iracushco	41
4.2.Conclusiones.....	42
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.....	18
Tabla 2	Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Puylucana	27
Tabla 3	Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Alto Puylucana	27
Tabla 4	Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Pampa Iracushco	27
Tabla 5	Análisis de las muestras en los caseríos de estudio	33
Tabla 6	Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Puylucana	34
Tabla 7	Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Alto Puylucana	36
Tabla 8	Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Pampa Iracushco	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de abastecimiento por gravedad simple	30
Figura 2. Mapa de ubicación de los sistemas de potabilización estudiados	31
Figura 3. Concentración del cloro residual en el caserío de Puylucana.....	35
Figura 4. Concentración del cloro residual en el caserío de Alto Puylucana.	36
Figura 5. Concentración del cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco.....	38
Figura 6. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Puylucana.	39
Figura 7. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Alto Puylucana.	40
Figura 8. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco.	41

RESUMEN

La desinfección de los sistemas de potabilización constituye una barrera importante contra las enfermedades de transmisión hídrica. Esta investigación tiene como objetivo principal: Estudiar la concentración de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca, 2021. La metodología para el desarrollo de la presente tesis fue la siguiente: se recopiló información, se describió los sistemas de abastecimiento, se ubicó los puntos de muestreo, se diseñó el monitoreo, se analizó el cloro residual en el reservorio, casa más cercana y casa más alejada de los caseríos estudiados y se elaboró cuadros y gráficos mediante el software de Microsoft Excel 2017 para cada zona de estudio. Como principal resultado de 27 muestras se encontró que el 56 % de muestras cumplen con la concentración recomendada de cloro residual no menor a 0,5 mg/L; mientras que el 44 % de muestras no cumple con la concentración recomendada de cloro residual no menor a 0,3 mg/L. Finalmente se concluyó que algunos beneficiarios de los sistemas de abastecimiento, de las casas más cercana y alejadas consumen agua no apta para consumo humano por no cumplir con el DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Palabras Clave: desinfección del agua, cloración del agua, cloro residual y monitoreo de cloro.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La disponibilidad de agua potable es una de las prioridades en todas las sociedades humanas. Además de la cantidad suficiente para cubrir las necesidades básicas, el agua debe tener una calidad que garantice seguridad en la salud pública. La desinfección es una etapa esencial en el proceso de potabilización del agua para eliminar microorganismos patógenos y evitar infecciones en la población. La introducción de la cloración a principios del siglo XX supuso un importante avance en salud pública gracias a la reducción de las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua. (Villanueva et al., 2011)

América Latina y el Caribe cuentan con la cobertura más alta de agua potable de las regiones en desarrollo (94 %). Sin embargo, los índices de cobertura varían ampliamente entre países y entre las zonas rurales y urbanas de un mismo país. Por ejemplo, en Uruguay más del 96 % de la población cuenta con acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, frente a menos de la mitad de la población en Bolivia (46 %) y casi la cuarta parte (24 %) en Haití. Aproximadamente 37 millones de personas carecen de acceso a agua potable, y casi 110 millones no tienen acceso a saneamiento. Los países con el menor acceso al agua potable de América Latina son: Haití, República Dominicana, Nicaragua, Ecuador, Perú y Bolivia. En algunos países, como el Perú, en donde cerca del 90 % de la población cuenta con abastecimiento de agua, el servicio presenta importantes limitaciones, con un suministro intermitente, baja presión y calidad deficiente del agua potable. (Casma, 2015)

Las causas de una inadecuada cloración en un sistema de potabilización son principalmente el deficiente manejo y diseño de las plantas de tratamiento de agua potable, debido a que no se cumple con los requerimientos establecidos en cada una de las etapas,

como el mal diseño del filtro ocasionando que queden partículas en el agua las cuales dificultan la desinfección. Asimismo, es importante tener en cuenta el pH y la turbidez al momento de la cloración porque con un pH alcalino y una alta turbidez el cloro no tendría ningún efecto en el agua.

El acceso a servicios de agua, saneamiento e higiene sin riesgos podría evitar que muchas personas sufran enfermedades. Se calcula que las enfermedades diarreicas causan alrededor del 3,6 % del total de los años de vida ajustados en función de la discapacidad debidos a enfermedades y causan 1,5 millones de fallecimientos cada año; cada año se producen 396 millones de casos de paludismo. La mayor parte de la carga de morbilidad se registra en el África, al sur del Sahara; los reservorios artificiales y las obras de riego mal diseñadas son las principales causas de la expansión y la intensificación de la esquistosomiasis; el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento y el mejoramiento de las prácticas de higiene pueden reducir la morbilidad por ascariasis en un 29 % y la morbilidad por anquilostomiasis en un 4 %; existen 1,5 millones de casos de hepatitis A clínica cada año. (OMS, 2012)

De acuerdo con las estimaciones, el 58 % de esa carga de enfermedad; es decir, 842 000 muertes anuales, se debe a la ausencia de agua salubre y a un saneamiento y una higiene deficientes, e incluyen 361 000 fallecimientos de niños menores de 5 años, la mayor parte de ellos en países de ingresos bajos. (OMS, 2014)

Según la OMS, la concentración de cloro libre en el agua tratada debe estar entre 0,2 y 0,5 mg/L, al tener menos de la cantidad de concentración existe la probabilidad de tener enfermedades diarreicas, anemia y desnutrición en niños menores de 5 años es fatal en algunos casos lo cual no permite que se desarrolle adecuadamente, asimismo si tenemos

en exceso en la concentración recomendada por la OMS, genera enfermedades en los seres humanos debido a los subproductos que se forman en la mezcla de cloro con el agua, aumentando la cantidad de mortalidad en la población de mayor riesgo los cuales son los niños menores de 5 años. (OMS, 2014)

La aparición del cólera en el Perú en el 1991, significó un duro golpe a esa tendencia y puso de manifiesto la pobre calidad sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua, en especial en lo referente a la calidad del agua, lo que llevó a los gobiernos de los países de la Región a solicitar apoyo a través de los mecanismos intrarregionales. En la “Reunión Internacional sobre la Calidad del Agua”, auspiciada por la Organización Panamericana de la Salud y realizada en Lima, Perú, en 1996, en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (OPS/CEPIS), una de las recomendaciones fue que los países de la Región desarrollaran programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. (Rojas, 2002)

En la actualidad uno de los principales problemas en las zonas rurales del Perú es la falta de implementación de sistemas de cloración. Por ello tenemos una alta incidencia de enfermedades diarreicas y parasitarias en las poblaciones de las zonas rurales de nuestra amazonia, por el consumo directo de fuentes y aguas superficiales y la imposibilidad de implementar sistemas convencionales de abastecimiento de agua potable y sistemas de cloración, dada las difíciles condiciones de accesibilidad y carencia de fuentes alternativas de agua subterránea, para el abastecimiento. (MINSA, 2011)

Datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática según departamento, la mayor cobertura de personas que consumen agua con nivel de cloro adecuado mediante red pública se registró en la Provincia Constitucional del Callao con 75,5 %, le sigue los

departamentos de Tacna (73,1 %), Provincia de Lima (70,1 %), Moquegua (60,1 %), Madre de Dios (55,2 %) y Arequipa (51,2 %). Por otro lado, los departamentos con menor cobertura (menos del 14 %) con agua con cloro adecuado fueron: San Martín, Puno, Huancavelica, Loreto, Cajamarca, Amazonas y Pasco. (INEI, 2019)

Esta problemática también radica en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco por una inadecuada desinfección de su agua potable por la falta de capacitación y conocimiento de cómo realizar una correcta desinfección en su sistema de potabilización. Asimismo, no tienen un control de monitoreo de cloro residual, porque si se analiza el agua y se encuentra que todavía existe cloro residual, se comprueba que la mayoría de los organismos peligrosos ya fueron eliminados del agua. Tampoco, tienen conocimiento de las enfermedades que puede provocar una inadecuada desinfección como: gastrointestinales, parasitosis, hepatitis y cólera.

En base a lo sustentado, en las zonas lejanas del Perú no hay un control de desinfección adecuada en sus sistemas de potabilización. Teniendo en cuenta lo antes mencionado es indispensable la investigación de las concentraciones de cloro residual. Desde este punto de vista, el presente estudio plantea realizar una investigación sobre la concentración de cloro en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco del departamento de Cajamarca.

Consideramos los siguientes antecedentes internacionales

Sánchez et al., (2010) en Colombia desarrolló la investigación titulada “Modelación del cloro residual y subproductos de la desinfección en un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali”, realizó el modelamiento del comportamiento del cloro residual y subproductos, con aproximadamente 7000 usuarios (30 000 habitantes) abastecido con agua procedente del río Cauca. En el sector piloto estudiado, el 80 % del cloro residual estuvo por encima de 0,3 mg/L y 0,7 mg/L. El subproducto de la desinfección predominante fue el cloroformo, representando el 95 % de los trihalometanos, con valores de 80 µg/L en el 95 % de los puntos de la red. El comportamiento del cloro residual y del cloroformo se vio afectado por la edad del agua en la tubería, la cual se incrementó cuando el sistema fue abastecido por el tanque de almacenamiento.

Zúñiga y Samperio (2019) en México realizaron la investigación titulada “Importancia de la cloración del agua: sitios de abastecimiento con presencia de bacterias patógenas”, tomaron muestras en los municipios de Lerma, Timilpan, Toluca y Metepec. En los sitios muestreados predominó el pH alcalino y no había datos de cloro residual. Hubo contaminación bacteriana en tres de los cuatro sitios muestreados. En los sitios muestreados la potabilización fue inadecuada. La potabilización del agua a través de la cloración es primordial en todas las regiones, el cloro es un elemento relativamente barato y de fácil aplicación.

Consideramos los siguientes antecedentes nacionales

Pérez y Ramos (2018) desarrollaron el proyecto “Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica”, recolectaron datos de cloro residual de 132 viviendas al azar de una población total de 200 viviendas, con un nivel de confianza del 95 %. Según el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, especifica que el 90 % de viviendas no deben contener menos de 0,5 mg/L de cloro residual mientras que el 10 % restante debe no debe contener menos de 0,3 mg/L de cloro residual, los resultados obtenidos demostraron que la dosificación no es correcta para el volumen de ingreso de agua al reservorio, dado que el cloro residual en el reservorio el mínimo es 0,4 mg/L y máximo 0,5 mg/L, y en las redes de distribución el mínimo es 0 mg/L y el máximo es 0,39 mg/L, con ello concluyeron que no se cumple con lo recomendado por el reglamento de calidad de agua de consumo humano.

Quispe (2018) en Puno desarrolló la tesis “Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del centro poblado de Cayacaya – Putina”, analizó un total de 30 muestras por vivienda donde se obtuvo que: en la vivienda más próxima al reservorio el 57 % estaba dentro de los límites permisibles y el 43 % se encontró por debajo; en la vivienda intermedia de la red el 27 % estuvo dentro de los límites permisibles y el 73 % se encontró por debajo; y en la vivienda más alejada de la red el 3 % estuvo dentro de los límites permisibles y el 97 % se encontró por debajo. Finalmente concluyó que los beneficiarios del sistema de abastecimiento, utilizan agua no apta para consumo humano por estar fuera de los límites máximos permisibles establecidas por el Ministerio de Salud.

Consideramos los siguientes antecedentes locales

Ramón (2018) desarrollo el proyecto “Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable”, registró el cloro residual por un periodo de 10 días en el sector 01 Urubamba, en el sector 02 La Shilla y en el sector 03 Las Zarsas, obteniendo como resultados en el primer sector que solo el 27 % cumple con la concentración recomendada no menos de a 0,5 mg/L, habiendo una brecha larga en relación al 90 % recomendado y en el resto de muestras; solamente el 20 % estaba por encima del 0,3 mg/L; mientras que el 53 % de muestras no cumple con los límites permisibles. El sector 02 de 30 muestras tomadas 28 de ellas estaban en límite correcto, puesto que más del 93 % de muestras superan el límite y ninguna muestra está por debajo de lo permitido o sea 0,3 mg/L. Finalmente en el sector 03 encontramos que, de 30 muestras tomadas, 28 superan el 0,5 mg/L y ninguna de ellas está por debajo del 0,3 mg/L que también establece el D.S. N° 031 – 2010 – SA. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

Muñoz (2019) desarrolló la presente investigación titulada “Eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano del caserío Cauchamayo - Celendín”, registró el cloro residual por un periodo de 31 días, obteniendo como resultados que en el inicio de la red se encuentra en el intervalo de 0,76 mg/L; 0,97 mg/L, en la mitad de la red estuvo en el intervalo de 0,6 mg/L; 0,86 mg/L y al final de la red en un intervalo de 0,51 mg/L; 0,74 mg/L, cumpliendo con lo establecido por la OMS en el 2009 “Las concentraciones objetivas de cloro son 0,50 – 1,00 mg/L”, demostrando que si es eficiente el sistema de cloración por goteo instalado.

Dentro de este marco presentamos las definiciones conceptuales

Agua de manantial: El agua de manantial es un flujo natural del agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área pequeña. Puede aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, riachuelos o ríos, lagunas o lagos. Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener su origen en el agua de lluvia que se filtra o tener un origen ígneo. (Leal y Rodríguez, 1998, p. 224)

Agua apta para el consumo humano: “Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento DS N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” (MINSA, 2011, p.28).

Sistemas de potabilización: “Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano” (Torres, 2007, p.18).

Abastecimiento de agua: Nos indica que el abastecimiento del agua consiste en el suministro en forma individual o colectiva de agua, requerida para satisfacer las necesidades de las personas que integran una localidad, evitando que puedan afectarse en su salud. Para efectuar el abastecimiento de agua se deben de realizar los siguientes pasos (APRISABAC, 1997, p. 17-18):

- Captación.
- Conducción.
- Tratamiento.
- Almacenamiento.
- Distribución.
- Consumo.

Tipos de sistema de abastecimiento de aguas: Según (APRISABAC, 1997, p. 18), indica los siguientes tipos de sistemas:

- Gravedad sin planta de tratamiento
- Gravedad con planta de tratamiento
- Bombeo sin planta de tratamiento
- Bombeo con planta de tratamiento

Calidad de agua: La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico. El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto calidad del agua. Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. (MMA, 2012, p. 196)

Tratamiento de agua cruda: Indica que el proveedor suministrara agua para consumo humano previo tratamiento del agua cruda. El tratamiento se realizará de acuerdo a la calidad del agua cruda, en caso que esta provenga de una fuente subterránea y cumpla los límites máximos permisibles (LMP), deberá ser desinfectada previo al suministro a los consumidores. (MINSa, 2011, p. 30)

Parámetros microbiológicos y otros organismos: Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de: (MINSa, 2011, p. 28)

- Bacterias coliformes totales, Termotolerantes y Escherichia Coli.
- Virus.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y protozoarios patógenos.

- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/mL a 35°C.

Parámetros de control obligatorio: “Son parámetros de control obligatorio” (MINSA, 2011, p. 28):

- Coliformes totales.
- Coliformes Termotolerantes.
- Color.
- Turbiedad.
- Residual de desinfectante.
- pH.

Clasificación de la calidad de agua para consumo humano: Establecido por los Estándares de Calidad del Agua: (MINAM, 2017, p. 4-5)

Tabla 1

Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Tipo	Clasificación de las aguas para consumo humano
A1	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
A2	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
A3	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Fuente: (MINAM, 2017).

Desinfección: Indica que la desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro. (OMS, 2006, p. 14)

También nos dice que la desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en agua superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema. (OMS, 2006, p. 14)

Dosificador: OPS/COSUDE (2007), lo define como “un dispositivo que descarga un producto químico a una frecuencia predeterminada en el tratamiento del agua. La dosis se puede modificar manualmente o bien automáticamente por cambios en el caudal” (p. 5).

Cloración: La cloración en un sistema de potabilización tiene un proceso mediante el cual se agrega una determinada cantidad de cloro al agua. La cantidad de cloro que se va a dosificar equivale a la demanda del agua del sistema de abastecimiento. El cloro puede ser suministrado en muchas formas que incluye el gas cloro, las soluciones de hipoclorito y otros compuestos clorinados en forma sólida o líquida. Algunas de las alternativas de desinfección incluyen la ozonización y la desinfección con radiación ultravioleta (UV), las cuales no son muy comunes en el medio rural. (Quispe y Torres, 2018, p. 34)

Cloro residual: Se entiende como la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento. (MINSA, 2011, p. 10)

Subproductos del cloro: “El cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua que se está tratando generando subproductos, específicamente compuestos orgánicos

sintéticos como los trihalometanos, aunque se ha identificado a otros SPD tales como los ácidos haloacéticos” (Rodríguez et al., 2005, p. 1).

Los trihalometanos (THM): Son la suma de cuatro compuestos cloroformo (CHCl_3), bromodiclorometano (CHBrCl_2), dibromoclorometano (CHBr_2Cl) y bromoformo (CHBr_3). Los AHA son la suma de varios ácidos haloacéticos; cinco de ellos (llamados en adelante AHA5) son los ácidos monocloroacético (CH_2ClCOOH), dicloroacético (CHCl_2COOH), tricloroacético (CCl_3COOH), monobromoacético (CH_2BrCOOH) y dibromoacético (CHBr_2COOH). Se han detectado asimismo otros SPD, tales como dicloroacetónitrilo, tricloroacetónitrilo, bromocloroacetónitrilo, dibromoacetónitrilo, etc. Estos son los subproductos que se encuentran en mayor cantidad en el agua potable clorada. (Rodríguez et al., 2005, p. 5)

Medición del cloro residual: El método más utilizado es el colorimétrico utilizado como insumo el DPD (N, N-Dietil-parafenileno-diamina). Consiste en tomar una muestra de agua clorada en algún punto de la red de distribución y medir la cantidad de cloro residual en función al cambio de cloración del agua de acuerdo a un patrón establecido.

El rango ideal de cloro residual debe encontrarse en valores mayores o iguales a 0,50 mg/L, establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua de Consumo Humano. (Quispe y Torres, 2018, p. 35)

Según Quispe (2018), nos indica que el material necesario para medir el cloro residual es el siguiente:

- Pastillas DPD N° 1.
- Comparador de cloro residual.

También Quispe (2018), establece que para la medición del cloro residual se procede de la siguiente manera:

- Determinar los 3 puntos de muestreo en la red de distribución: en la parte alta, media y baja de la red de distribución.
- Disponga de un comparador de cloro y reactivos (pastillas DPD).
- Abrir el grifo o caño y dejar correr el agua por un periodo no menor a un minuto.
- Enjuagar el comparador de cloro residual varias veces (mínimo 3).
- Tomar la muestra de agua en el tubo del comparador dejando un centímetro libre.
- Echar una pastilla DPD a la muestra de agua contenida en el comparador, luego taparlo.
- Agitar el comparador para mezclar bien y esperar aproximadamente 1 minuto.
- Transcurrido ese tiempo, comparar los resultados con la escala de colores para cloro residual, ubicado lateralmente en el comparador de cloro.

Colorímetro: Nos indica que es un equipo que identifica el color y el matiz para una medida más objetiva del color, permite medir la absorbencia de una solución en una específica frecuencia de luz camilogeno a ser determinada. Es por eso, que hacen posible descubrir la concentración de un soluto conocido que sea proporcional a la absorción. (Murillo, 2015, p. 27-28)

DPD: Es el nombre simplificado y comercial que se le da al producto químico cuya mezcla contiene el componente: N, N-Dietil-parafenileno-diamina. Nos dice que el DPD es una mezcla solida homogénea que se emplea para determinar la presencia de cloro libre o cloro total en agua desinfectadas con insumos químicos clorados y se presenta en polvo, envasado en sachos de un material trilaminado que evita el contacto con la luz UV, la contaminación y la humedad. (Murillo, 2015, p. 28)

Control de calidad del comparador de cloro: Para la determinación de los valores con este equipo depende de la vista del operador y de la técnica que tiene para una buena determinación. Una mala visión de la persona, unas celdas antiguas y opacas o una mala incidencia de la luz pueden provocar lecturas equivocadas. Obtendremos, lecturas mucho más precisas y exactas si es que tenemos el equipo adecuadamente calibrado (Quijandría, 2014).

Límite máximo permisible: Según el Ministerio de Salud no dice que “son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua” (MINSa, 2011, p. 10).

Monitoreo operativo: Indica que las medidas de control son medidas aplicadas en el sistema de abastecimiento de agua de consumo que impiden, reducen o eliminan la contaminación y se definen en la evaluación del sistema. Incluyen, por ejemplo, las medidas de gestión de la cuenca de captación, el zócalo que rodea un pozo, los filtros y las infraestructuras de desinfección, y los sistemas de distribución de agua por tuberías. Si funcionan correctamente en conjunto, garantizan el cumplimiento de las metas de producción de salud. (OMS, 2006, p. 30)

Normas que garantizan la calidad de agua:

Organización Mundial de la Salud: Indica que ha elaborado las Guías para la Calidad del Agua Potable, dirigidas principalmente a los responsables de la elaboración y gestión de políticas en materia de agua y salud, y a sus asesores, para orientarles en la elaboración de normas nacionales. Muchas otras personas utilizan las Guías y documentos asociados como fuente de información acerca de la calidad del agua y la salud, así como sobre métodos de gestión eficaces. (Murillo, 2015, p. 28)

Ministerio de Salud: La Autoridad de Salud a Nivel Nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental; en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda. (MINSa, 2011, p. 13)

DS N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: El presente reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. (MINSa, 2011, p. 9)

Control de calidad: El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, se debe garantizar el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento DS N° 031-2010-SA, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua. (MINSa, 2011, p. 18)

Supervisión de Calidad: La Autoridad de Salud, la SUNASS, y las Municipalidades en sujeción a sus competencias de ley, supervisan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de su competencia el cumplimiento de las disposiciones y los requisitos sanitarios del presente reglamento. (MINSa, 2011, p. 18)

Justificación

Esta investigación se justifica principalmente por estadísticas del año 2018 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática el cual nos indican que solo el 8,0 % de la población del departamento de Cajamarca consume agua con nivel de cloro adecuado ($\geq 0,5$ mg/L), esta estadística es preocupante y también sabiendo que somos uno de los departamentos más pobres del país. Por esta razón es de gran importancia el estudio de las concentraciones de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco, ya que una inadecuada desinfección tiene como consecuencias a generar enfermedades en la población, afectando a los más vulnerables los cuales son los menores de 5 años y ancianos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el resultado del estudio de las dosificaciones de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estudiar las dosificaciones de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca, 2021

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada del caserío de Puylucana - Cajamarca, 2021.
- Determinar la concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada del caserío de Alto Puylucana - Cajamarca, 2021.

- Determinar la concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada del caserío de Pampa Iracushco - Cajamarca, 2021.
- Comparar los resultados con el DS N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las dosificaciones de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca es deficiente.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada del caserío de Puylucana son deficientes.
- La concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada de Alto Puylucana son deficientes.
- La concentración de cloro residual en la salida del reservorio, casa más cercana y casa más alejada del caserío de Pampa Iracushco son deficientes.
- Los resultados de las dosificaciones de cloro residual en los caseríos Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco no cumplen con el DS N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente tesis reúne las características necesarias para ser calificada como una investigación no experimental, por su alcance temporal como longitudinal y por definición descriptivo.

La investigación no experimental se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández et al., 2003).

Longitudinal: Analiza cambios a través del tiempo.

Descriptivo: También conocida como la investigación estadística, se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Esta investigación responde a las preguntas: quién, qué, dónde, cuándo y cómo (Marroquín, 2012).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población: La población son las aguas de consumo humano de los caseríos de e Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia y departamento de Cajamarca.

2.2.2. Muestra: Las muestras son obtenidas del reservorio, casa más cercana y casa más alejada de cada sistema de cloración de los caseríos en estudio.

Tabla 2

Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Puylucana

Punto	Muestra	Coordenadas UTM	Descripción
M1	M1.1	E: 781158 N: 9209060	Muestra 1.1 del reservorio del caserío de Puylucana.
	M1.2	E: 781199 N: 9209051	Muestra 1.2 de la casa más cercana del caserío de Puylucana.
	M1.3	E: 781107 N: 9208788	Muestra 1.3 de la casa más alejada del caserío de Puylucana.

Tabla 3

Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Alto Puylucana

Punto	Muestra	Coordenadas UTM	Descripción
M2	M2.1	E: 782925 N: 9209499	Muestra 2.1 del reservorio del caserío de Alto Puylucana.
	M2.2	E: 782830 N: 9209488	Muestra 2.2 de la casa más cercana del caserío de Alto Puylucana.
	M2.3	E: 782414 N: 9208993	Muestra 2.3 de la casa más alejada del caserío de Alto Puylucana.

Tabla 4

Georreferenciación de los puntos de muestreo del caserío Pampa Iracushco

Punto	Muestra	Coordenadas UTM	Descripción
M3	M3.1	E: 781984 N: 9209328	Muestra 3.1 del reservorio del caserío de Pampa Iracushco.
	M3.2	E: 782022 N: 9209315	Muestra 3.2 de la casa más cercana del caserío de Pampa Iracushco.
	M3.3	E: 782198 N: 9209385	Muestra 3.3 de la casa más alejada del caserío de Pampa Iracushco.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Materiales

- Guantes descartables
- Mascarilla
- Frascos de plásticos
- Casco
- Chaleco
- Agua destilada
- Pastillas DPD 1 (N, N-Dietil-parafenileno-diamina)
- Cadena de custodia
- Fichas de recolección de datos
- Libreta de campo

2.3.2. Equipos

- GPS Garmin
- Comparador visual de cloro residual y pH – XXD-1-503
- Cámara fotográfica LG

2.3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se utilizó el tipo de muestreo manual y se tomó muestras puntuales.
- Para la recolección de muestras se usó un adecuado equipo de protección personal (guantas, mascarilla, chaleco y casco) y GPS para georreferenciar los puntos de muestreo, según la R.D. N° 160-2015-DIGESA-SA. “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

- El instrumento usado para el recojo de información, es el comparador visual de cloro residual y pH – XXD-1-503.

2.3.4. Análisis de datos

- Para la interpretación de datos se construyeron tablas y gráficos mediante el software de Microsoft Excel 2017 para cada zona de estudio comparando los datos con el DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Descripción del sistema de abastecimiento

Los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco presentan un sistema de tipo gravedad sin tratamiento, una captación de ladera, líneas de aducción y distribución, reservorios de concreto armado, cámaras rompe presión y cajas de válvulas de concreto y conexiones domiciliarias. Dónde el agua es captada de un manantial, luego se conduce por gravedad hacia un reservorio para su respectiva desinfección con cloro por goteo en los caseríos de Puylucana y Alto Puylucana y cloración convencional en el caserío de Pampa de Iracushco para posteriormente ser distribuida por gravedad a las casas de los caseríos mencionados mediante una red de tuberías.

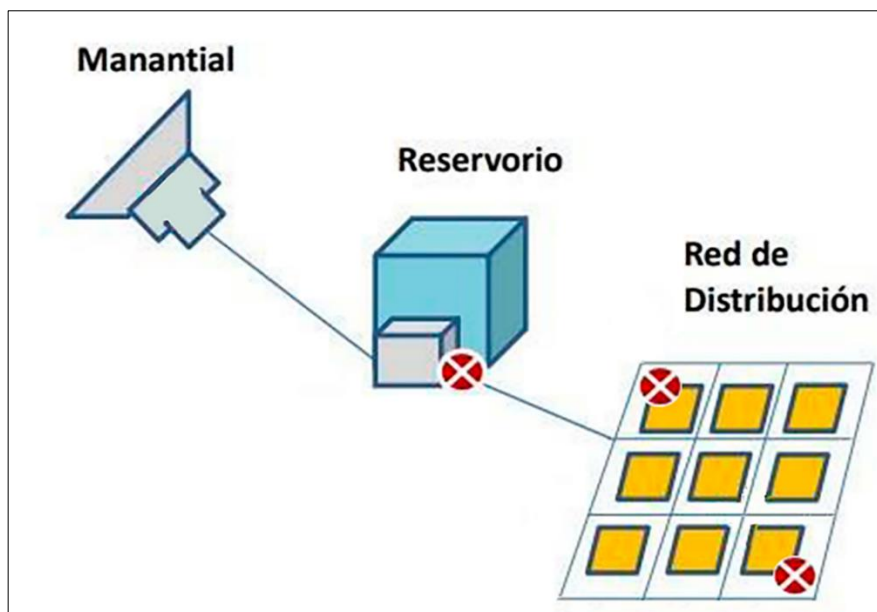


Figura 1. Sistema de abastecimiento por gravedad simple

Fuente: (SIAPA, 2014).

2.4.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Para la definición de los puntos de muestreo se utilizó el RD N° 160-2015-DIGESA-SA en la cual se encuentra establecido el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”, donde se indica que los puntos de muestreo deben de estar identificados, para ello se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), se registró en coordenadas UTM y se utilizó para el registro de la información.

La ubicación de los puntos de muestreo para determinar el cloro libre residual, dentro del sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco, se consideró en base a la referencia que se tiene del sistema y a los siguientes criterios:

- Se ubicó el primer punto, en el reservorio que abastece la red de distribución.
- Se ubicó el segundo punto, en las casas más cercanas al reservorio de los caseríos en estudio.
- Se ubicó el tercer punto, en las casas más alejadas al reservorio de los caseríos en estudio.

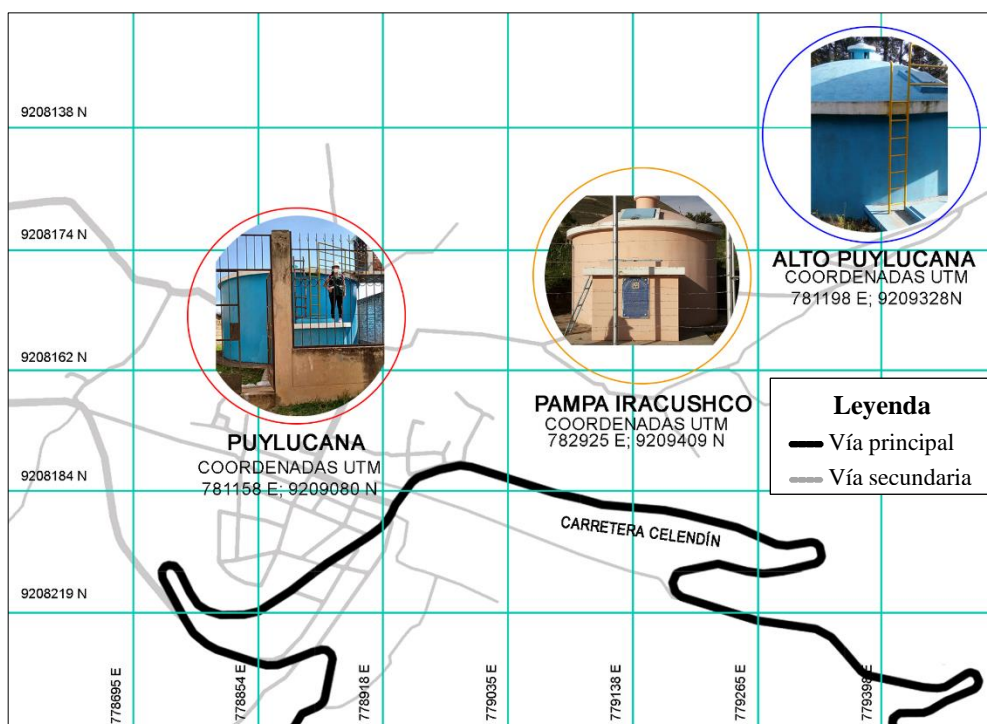


Figura 2. Mapa de ubicación de los sistemas de potabilización estudiados

2.4.3. Diseño de monitoreo

Para realizar el monitoreo, también se utilizó la R.D. N° 160-2015-DIGESA-SA, el cual especifica el protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y percepción del agua para consumo humano, y se usó la siguiente denominación para los puntos de muestreo.

M1 = Cloro residual en el reservorio, casa más cercana y casa más alejada.

M2 = Cloro residual en el reservorio, casa más cercana y casa más alejada.

M3 = Cloro residual en el reservorio, casa más cercana y casa más alejada.

Para el monitoreo se tomaron tres muestras los días 08, 19 y 28 en cada punto de muestreo durante el mes de febrero del 2021, dando un total de 27 muestras, cumpliendo con lo normado en la cadena de custodia donde se registró toda la información relevante para asegurar la integridad de las muestras.

2.4.4. Análisis de la muestra


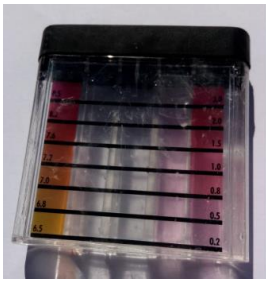
Para la toma de muestras y medición de cloro residual in situ se utilizó el comparador de cloro residual con pastillas DPD 1 (N, N-Dietil-parafenileno-diamina) y se procedió de la siguiente manera:

- Se determinó los 3 puntos de muestreo en la red de distribución: en el reservorio, casa más cercana al reservorio y en casa más alejada del reservorio.
- Se usó el equipo de protección personal (casco, chaleco, guantes y mascarilla).
- Se tomó la muestra del reservorio de la siguiente manera: se enjuagó 3 veces el frasco y se sumergió en el reservorio alrededor de 30 cm y retirando el frasco de muestreo con cuidado.
- Para la casa más cercana y alejada del reservorio, se abrió el grifo para dejar correr el agua por el periodo de 3 minutos, con el objetivo de limpiar la salida y descargar el agua que ha estado almacenada en la tubería.
- Se enjuago 3 veces el comparador de cloro, para luego proceder a tomar la muestra de agua en el tubo del comparador dejando un centímetro libre.

- Se procedió a colocar un sobre de pastilla DPD 1 a la muestra de agua contenida en el comparador, luego se tapó para poder agitar el comparador logrando una mezcla homogénea y se esperó 1 minuto para que se cumpla la reacción.
- Transcurrido el tiempo de espera, se compararon los resultados con la escala de colores adherida al comparador de cloro, lo cual indica la cantidad de cloro residual en el agua (coloración rosácea).
- Se tomó nota de los datos obtenidos en la libreta de campo.
- Finalmente se georreferenció los puntos de muestro con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) en coordenadas UTM.

Tabla 5

Análisis de las muestras en los caseríos de estudio

Fotografía	Descripción
	<p>Análisis de la muestra de cloro residual en los caseríos cumpliendo con el protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y percepción del agua para consumo humano.</p>
	<p>Lectura del cloro residual, comparando los resultados con la escala de colores adherida al comparador de cloro.</p>

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados del cloro residual de los caseríos

3.1.1. Cloro residual del caserío de Puylucana

Resultados de cloro residual en el Punto 1 del caserío de Puylucana comparados con los LMP, que establece la DIGESA, mediante D.S. 031-2010-SA, para las muestras M1.1 (Reservorio) y M1.2 (casa más cerca) y M1.3 (casa más alejada).

Tabla 6

Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Puylucana

Fecha	Datos			LMP
	Reservorio	Casa más cercana	Casa más alejada	
08/02/2021	1,0	0,8	0,5	5 mg/L
19/02/2021	0,8	0,5	0,2	5 mg/L
28/02/2021	1,0	0,8	0,5	5 mg/L
Promedio	0,9	0,7	0,4	5 mg/L

En la tabla 6 se muestran los datos del análisis de cloro residual en el caserío de Puylucana los días 08, 19 y 28 de febrero del presente año.

A. Interpretación de resultados del caserío de Puylucana

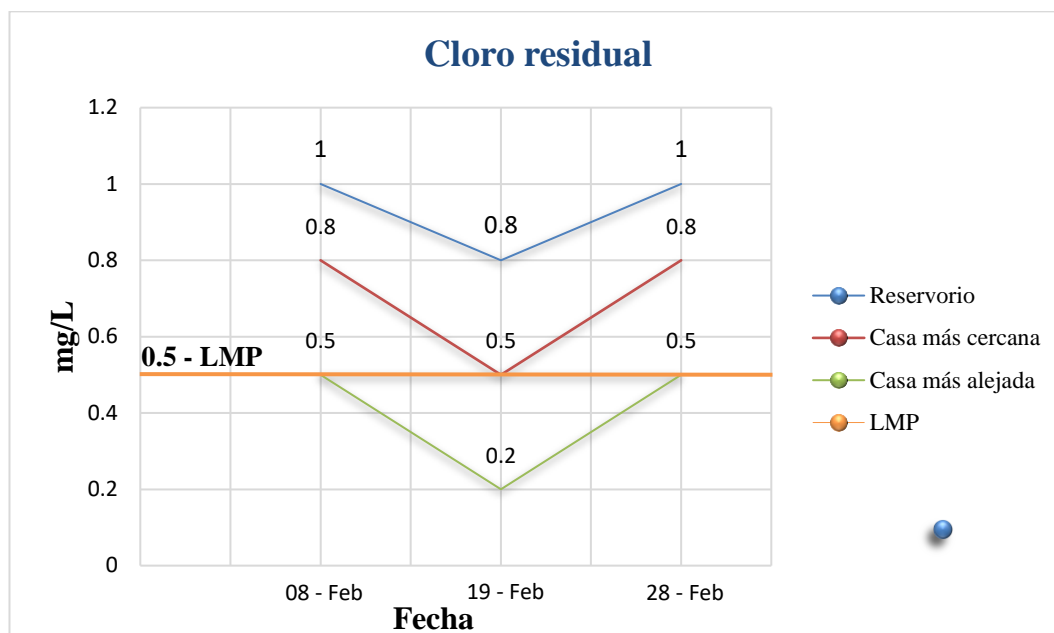


Figura 3. Concentración del cloro residual en el caserío de Puylucana.

Como se observa en la figura 3 en el día 08 de análisis de cloro residual en el reservorio se tuvo una lectura de 1,0 mg/L, en la casa más cercana 0,8 mg/L y en la casa más alejada 0,5 mg/L; pasado 11 días en el día 19 bajo la concentración teniendo en el reservorio 0,8 mg/ L, en la casa más cercana 0,5 y en la casa más alejada 0,2 mg/L. En el día 28 de análisis se tuvo una lectura de 1,0 mg/L, en la casa más cercana 0,8 mg/L y en la casa más alejada 0,5 mg/L.

En este sentido del total de 9 muestras tomadas solo 8 de ellas, que es el 89 % de muestras, cumplen con la concentración recomendada no menor a 0,5 mg/L; mientras que 1 de ellas que es el 11 % de muestras no cumple con los límites máximos permisibles está por debajo de 0,3 mg/L. Lo que nos daría a entender que los usuarios de las casas más alejadas estarían consumiendo agua medianamente potable.

3.1.2. Cloro residual del caserío de Alto Puylucana

Resultados de cloro residual en el Punto 2 del caserío de Alto Puylucana comparados con los LMP, que establece la DIGESA, mediante D.S. 031-2010-SA, para las muestras M2.1 (Reservorio) y M2.2 (Casa más cercana) y M2.3 (Casa más alejada).

Tabla 7

Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Alto Puylucana

Fecha	Datos			LMP
	Reservorio	Casa más cercana	Casa más alejada	
08/02/2021	1,0	0,8	0,2	5 mg/L
19/02/2021	0,8	0,2	0,0	5 mg/L
28/02/2021	0,5	0,0	0,0	5 mg/L
Promedio	0,8	0,3	0,1	5 mg/L

En la tabla 7 se muestran los datos del análisis de cloro residual en el caserío de Alto Puylucana los días 08, 19 y 28 de febrero del presente año.

B. Interpretación de resultados del caserío de Alto Puylucana

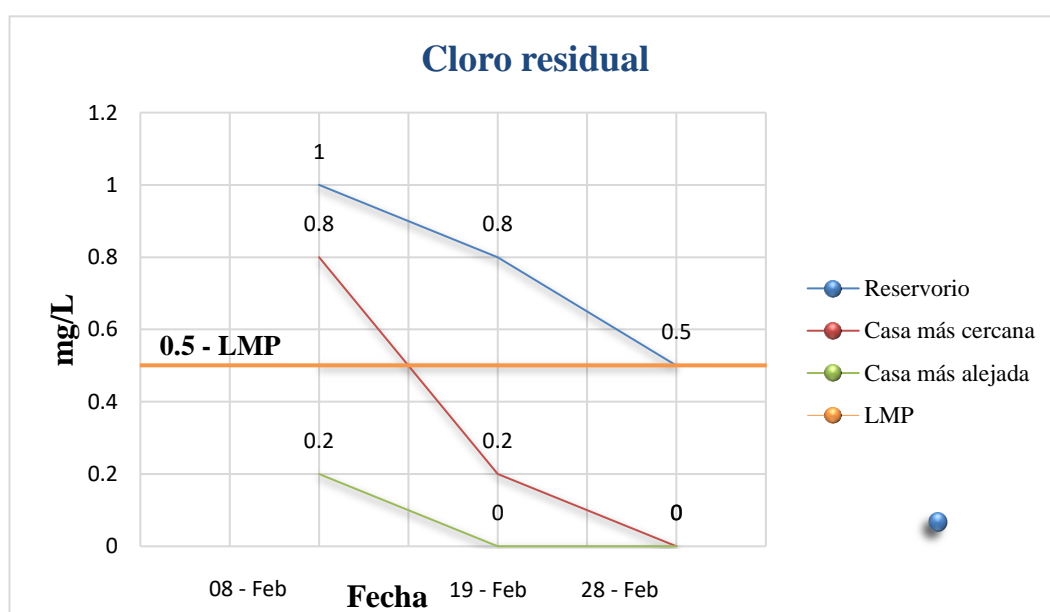


Figura 4. Concentración del cloro residual en el caserío de Alto Puylucana.

Se observa en la figura 4 que en el día 08 de análisis de cloro residual en el reservorio se tuvo una lectura de 1,0 mg/L, en la casa más cercana 0,8 mg/L y en la casa más alejada 0,2 mg/L; en el día 19 bajo la concentración teniendo en el reservorio 0,8 mg/L, en la casa más alejada 0,2 mg/L y en la casa más alejada no se encontró concentración de cloro residual. Finalmente, en el día 28 de análisis se tuvo una lectura de 0,5 mg/L en el reservorio y en la casa más cercana y alejada no se encontró ninguna concentración de cloro residual. Con estos datos, observamos que del total de 9 muestras tomadas 4 de ellas, que es el 44 % están en limite correcto; asimismo 5 de ellas que es el 56 % están por debajo de lo permitido de 0,3 mg/L; por lo tanto, en cuanto al parámetro cloro residual el agua es de mala calidad

3.1.3. Cloro residual del caserío de Pampa Iracushco

Resultados de cloro residual en el Punto 3 del caserío de Pampa Iracushco comparados con los LMP, que establece la DIGESA, mediante D.S. 031-2010-SA, para las muestras M3.1 (Reservorio) y M3.2 (Casa más cercana) y M3.3 (Casa más alejada).

Tabla 8

Datos de cloro residual obtenidos del caserío de Pampa Iracushco

Fecha	Datos			LMP
	Reservorio	Casa más cercana	Casa más alejada	
08/02/2021	1,0	0,5	0,2	5 mg/L
19/02/2021	0,5	0,0	0,0	5 mg/L
28/02/2021	0,0	0,0	0,0	5 mg/L
Promedio	0,5	0,2	0,1	5 mg/L

En la tabla 8 se muestran los datos del análisis de cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco los días 08, 19 y 28 de febrero del presente año.

C. Interpretación de resultados del caserío de Pampa Iracushco

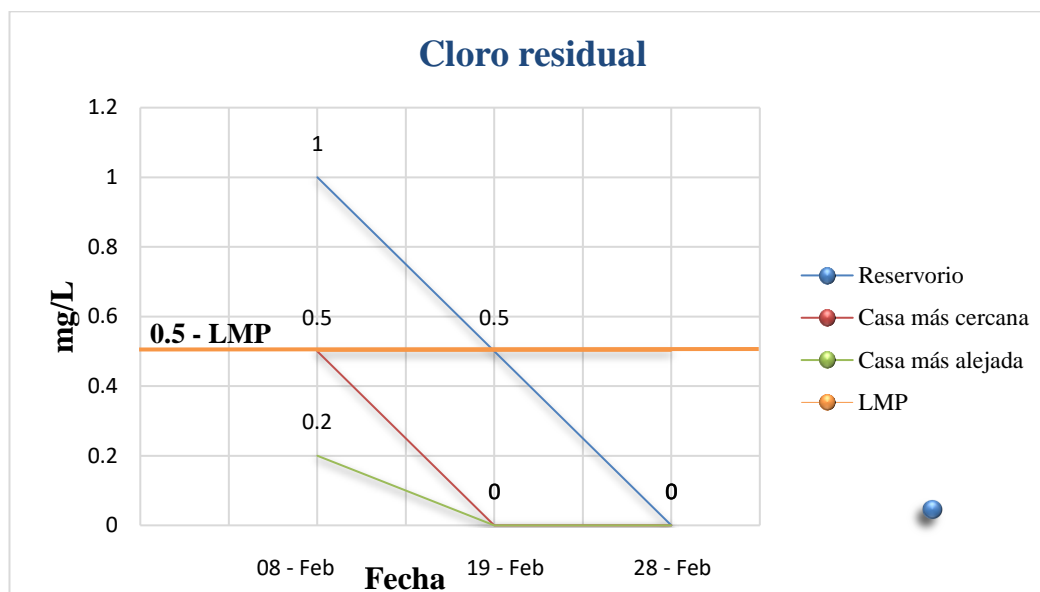


Figura 5. Concentración del cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco.

Se ve en la figura 5 que en el día 08 se tuvo una lectura de 1,0 mg/L en el reservorio, 0,5 mg/L en la casa más cercana y 0,2 mg/L en la casa más alejada de la red de distribución; en los días 19 y 28 de muestreo oscila entre 0,0 mg/L y 0,5 mg/L. En cuanto al porcentaje exigido por la norma podemos encontrar que, del total de 9 muestras tomadas, 3 muestras que es el 33 % cumple con la concentración recomendada no menor a 0,5 mg/L; mientras que 6 muestras que es el 67 % no cumple con los límites máximos permisibles están por debajo de 0,3 mg/L; en consecuencia, el agua en cuanto al parámetro de cloro residual es de mala calidad.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Concentración promedio del caserío de Puylucana

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala un valor guía máximo de cloro residual de 5 mg/L. La norma vigente en Perú, en el D.S. N° 031 – 2010 SA., establece un nivel máximo de cloro residual de 5 mg/L para una desinfección eficaz en las redes de distribución. La concentración de cloro residual no debe ser menor de 0,5 mg/L. También, especifica que el 90 % de viviendas no deben contener menos de 0,5 mg/L de cloro residual mientras que el 10 % restante debe no debe contener menos de 0,3 mg/L de cloro residual.

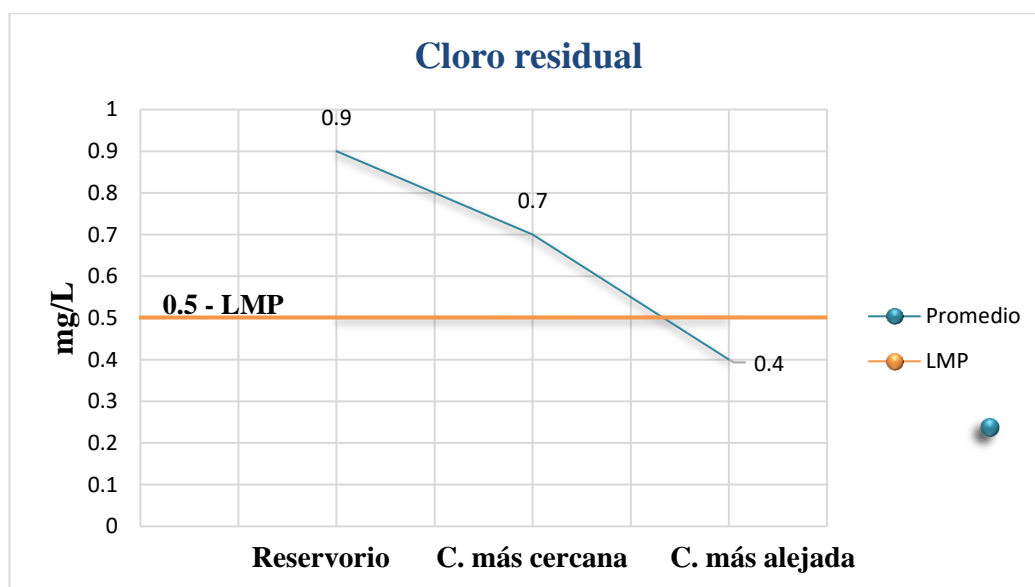


Figura 6. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Puylucana.

Se observa en la figura 6 en el caserío de Puylucana se tuvo la concentración promedio de cloro residual de 0,9 mg/L en el reservorio, 0,7 mg/L en la casa más cercana y 0,4 mg/L en la casa más alejada los cuales son muy similares al estudio de Quispe (2018) en su tesis “Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de

dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del centro poblado de Cayacaya – Putina”, se analizó 30 muestras por vivienda, obteniendo como resultado del comportamiento promedio de cloro residual de: en la vivienda más próxima al reservorio de 0,5 mg/L, en la vivienda intermedia de 0,4 mg/L y en la vivienda más alejada de 0,3 mg/L.

4.1.2. Concentración promedio del caserío de Alto Puylucana

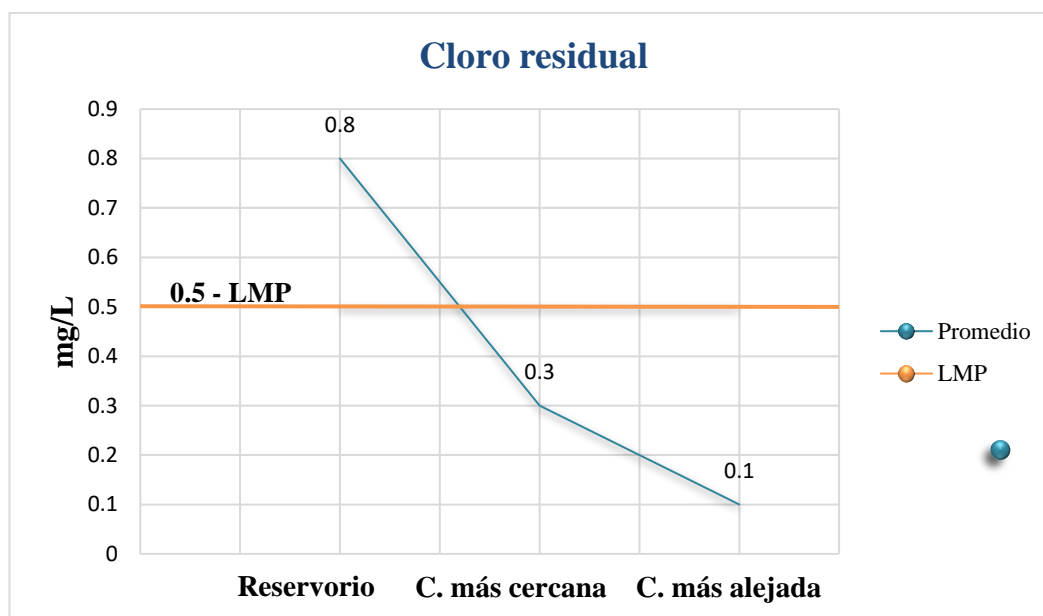


Figura 7. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Alto Puylucana.

Como se ve en la figura 7 en el caserío de Alto Puylucana se tuvo la concentración promedio de cloro residual de 0,8 mg/L en el reservorio, 0,3 mg/L en la casa más cercana y 0,1 mg/L en la casa más alejada. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Pérez y Ramos (2018) en Huancavelica en su tesis “Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica”, donde se recolectó datos de 132 viviendas al azar de una población total de 200 viviendas, obteniendo como resultados promedios de cloro residual en el reservorio es de 0,5 mg/L, en la primera casa de 0,4 mg/L y

en la última casa de 0,0 mg/L. Los resultados obtenidos demuestran que la dosificación de cloro no es correcta. Observamos que el problema no es solo en Cajamarca sino también en otras regiones del Perú.

4.1.3. Concentración promedio del caserío de Pampa Iracushco

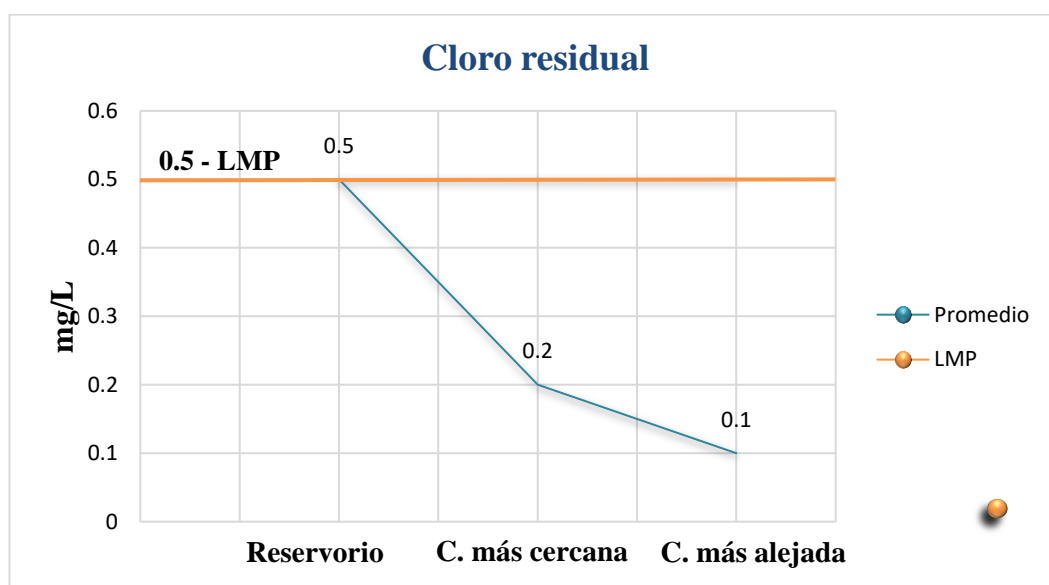


Figura 8. Concentración promedio del cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco.

Se ve en la figura 8 que en el caserío de Pampa Iracushco se tuvo la concentración promedio de cloro residual de 0,5 mg/L en el reservorio, 0,2 mg/L en la casa más cercana y 0,1 mg/L en la casa más alejada. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Ramón (2018) en su tesis “Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable”, se registró el cloro residual por un periodo de 10 días en el sector 01 Urubamba, en el sector 02 La Shilla y en el sector 03 Las Zarsas, obteniendo como resultados promedios de cloro residual en el primer sector de 0,5 mg/L en el reservorio, 0,2 mg/L en la casa más cercana y 0,2 mg/L en la casa más alejada. Pero en lo que no concuerda es en el sector 02 donde se obtuvo 0,9 mg/L en el reservorio, 0,5 mg/L en la casa más cercana y 0,5

mg/L en la casa más alejada. Asimismo, en el sector 03 de 0,9 mg/L en el reservorio, 0,6 mg/L en la casa más cercana y 0,5 mg/L en la casa más alejada. En este estudio, no se encuentran esos resultados.

4.2. Conclusiones

- El estudio de las concentraciones de cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco, realizando monitoreos de cloro residual, dio como resultado que el 56 % de muestras cumplen con la concentración recomendada de cloro residual no menor a 0,5 mg/L; mientras que el 44 % de muestras no cumplen con la concentración recomendada de cloro residual no menor a 0,3 mg/L.
- La determinación de la concentración de cloro residual en el caserío de Puylucana tuvo como resultado que la concentración promedio de cloro residual en la salida del reservorio es de 0,9 mg/L, en la casa más cercana de 0,7 mg/L y en la casa más alejada de 0,4 mg/L a partir de estos resultados deducimos que la concentración de cloro residual baja a medida que se aleja del reservorio.
- La determinación de la concentración de cloro residual en el caserío de Alto Puylucana tuvo como resultado que la concentración promedio de cloro residual en la salida del reservorio de 0,8 mg/L, en la casa más cercana de 0,3 mg/L y en la casa más alejada de 0,1 mg/L a partir de ello se deduce que en el reservorio tenemos una concentración de cloro residual adecuada en los otros puntos de monitoreo no se tuvo un valor óptimo de cloro residual.
- La determinación de la concentración de cloro residual en el caserío de Pampa Iracushco tuvo como resultado que la concentración promedio de cloro residual en la salida del reservorio de 0,5 mg/L, en la casa más cercana de 0,2 mg/L y en la casa más

alejada de 0,1 mg/L a partir de ello deducimos que los resultados son variables en el tiempo.

- Los resultados obtenidos de la concentración de cloro residual de los sistemas estudiados se compararon con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano y nos dio lo siguiente: en el caserío de Puylucana el día 19 de febrero en la casa más alejada no cumple con el reglamento. En los caseríos de Alto Puylucana y Pampa Iracushco los días 19 y 28 de febrero en las casas más cercanas y alejadas tampoco cumplen con lo establecido en el reglamento.

REFERENCIAS

- APRISABAC. (1997). Manual de procedimientos técnicos en saneamiento. Cajamarca, Perú.
recuperado de: http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/753_minsa179.pdf
- Casma, JC. (2015). América latina: la región con más agua, la más castigada por la sed. Lima.
Recuperado de: https://elpais.com/internacional/2015/05/13/actualidad/1431542093_232345.html
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2003). Metodología de la investigación, quinta edición. Recuperado de: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/metodologia%20de%20la%20investigaci%c3%b3n%205ta%20edici%c3%b3n.pdf
- INEI. (2019). “Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico. Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/menurecursivo/boletines/boletin_agua_nov2019.pdf
- Leal, J. y Rodríguez E. (1998). Guía para la evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo local. Cusco, Perú. Recuperado de: [file:///c:/users/user/downloads/\[e_\]lc_ip_1.148-es.pdf](file:///c:/users/user/downloads/[e_]lc_ip_1.148-es.pdf)
- Marroquín, M. (2012). Metodología de la investigación. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Recuperado de: http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- MINAM. (2017). Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/ds-004-2017-minam.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2012). Libro blanco del agua en España. España. Recuperado de: <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/documents/plan>

%20de%20recuperaci%3%b3n%20de%20j%3%b3n/cap.3_part2._libro_blanco_de
l_agua.pdf

MINSA. (2011). Guía técnica para la implementación, operación y mantenimiento del "Sistema de tratamiento intradomiciliario de agua para consumo humano - mi agua". Lima. Recuperado de: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/guia%20tecnica%20mi%20agua.pdf>

MINSA. (2011). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Lima. Recuperado de: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf

Muñoz, R. (2019) desarrolló la presente investigación titulada "Eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano del caserío Cauchamayo - Celendín". (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/unc/3564/tesis%20pata%20t%3%adulo.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Murillo, Y. (2015). Control estadístico de la calidad del agua respecto al cloro residual y turbidez en la planta de tratamiento SEDA Juliaca de 2015. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Recuperado de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/unap/2378/murillo_cuevas_yesica_beatriz.pdf?sequence=1&isallowed=y

OMS. (2006). Guías para la calidad de agua potable. vol. 1. Tercera edición. Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1

OMS. (2012). Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento. Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/

- OMS. (2014). Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento. Recuperado de: [https://www.who.int/water_sanitation_ health/diseases-risks/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/)
- OPS/COSUDE. (2007). Guía para la instalación de sistemas de desinfección. Lima, Perú. Recuperado de: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ops-cosude%202007.%20gu%C3%ADA%20selecci%C3%B3n%20del%20sistema%20desinfecci%C3%B3n.pdf
- Pérez, R. y Ramos, G. (2018). Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica. Perú. Recuperado de: http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/unh/2181/tesis_2018_ing.amb._perez%20chanca%20y%20ramos%20castellanos.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Quijandría, S. (2014). Control de calidad de agua – determinación de cloro residual con DPD. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.r-chemical.com/control-de-calidad-de-agua-determinacion-de-cloro-residual-con-dpd/>
- Quito, C. (2013). Identificación del mal funcionamiento y rediseño del sistema de potabilización y desinfección de agua potable regional los Galtes parroquia matriz, del cantón Guamote provincia de Chimborazo. (Tesis de Grado de Ingeniero). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/525/1/unach-ec-ic-2013-0009.pdf>
- Quispe, J. y Torres, C. (2018). Diseño de un sistema automatizado de dosificación de cloro para mejorar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad La Planta – Paiján – La Libertad. (Tesis para Ingeniero Químico). Universidad Nacional

- de Trujillo, Perú. Recuperado de: http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/unitru/10532/quispelozano_j%20%20torresesparta_c.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Quispe, M. (2018). Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del centro poblado de Cayacaya – Putina. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú. Recuperado de: file:///c:/users/user/downloads/quispe_huisa_midward_faustino.pdf
- Ramón, SS. (2018). Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Perú. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14786/salazar%20silva%20ramon%20aristides.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Rodríguez, M., Rodríguez, G., Serodes, J., Sadiq, R. (2005). Subproductos de la desinfección del agua potable: formación, aspectos sanitarios y reglamentación. *Interciencia*, 12, 1. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442007001100007&lang=es
- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Recuperado de: http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/guia_Vigilancia_Control.pdf
- SIAPA. (2014). Sistemas de agua potable. Recuperado de: http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- Torres, G. (2007). Normas de diseño de sistemas de agua potable para la EMAAP-Q. Quito. Recuperado de: <https://idoc.pub/documents/normas-emaap-q-agua-potable-31-072-007-1430kyjm124j>

Villanueva, C., Kogevinas, M., Grimalt, J. (2011). Cloración del agua potable y efectos sobre la salud: revisión de estudios epidemiológicos. España. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wpcontent/uploads/2011/06/cloracionaguapotableefectossalud.pdf>

Zúñiga, I. y Samperio H. (2019). Importancia de la cloración del agua: sitios de abastecimiento con presencia de bacterias patógenas. Revista Enfermedades Infecciosas y Microbiología, vol. 39, núm. 3, pp. 86 – 92. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2019/ei193c.pdf>

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Sistema de agua potable del caserío de Puylucana.



ANEXO n.º 2. Sistema de agua potable del caserío de Alto Puylucana.



ANEXO n.º 3. Sistema de agua potable del caserío de Pampa Iracushco.



ANEXO n.º 4. Análisis del cloro residual en el reservorio de Puylucana.



ANEXO n.º 5. Análisis del cloro residual en el reservorio de Alto Puylucana.



ANEXO n.º 6. Análisis del cloro residual en el reservorio de Pampa Iracushco.



ANEXO n.º 7. Análisis del cloro residual en la casa más cercana.



ANEXO n.º 8. Análisis del cloro residual en la casa más alejada.



ANEXO n.º 9. Colocación de pastilla DPD 1 (N, N-Dietil-Parafenileno-Diamina) en la muestra.



ANEXO n.º 10. Lectura del cloro residual.



ANEXO n.º 11. Cadena de custodia del caserío de PuyLucana.

CADENA DE CUSTODIA																
Código Numero de Custodia:		001		Nombre de Red de Salud			Baños del Inca			Nombre de micro Red de salud						
Nombre del programa de monitoreo:				Disponde de sist. De agua potable		si		Nombre del sistema de abastecimiento		PuyLucana		Población de la localidad		320		
Departamento:		Cajamarca		Distrito		Baños del Inca		Nombre EES:				Población servida		320		
Provincia:		Cajamarca		Localidad		PuyLucana						Fecha de reporte		28-02-2019		
Muestreador				Mirtha Janneth Roman Barrios			DNI		72240793		Firma		Kulle			
Código de campo	Fecha de muestreo dd/mm/aa	Hora de muestreo hh/mm/ss	Matriz	Origen de la muestra	Punto de muestreo	Parámetros medidos en campo				Tipo de muestra			Continuidad del servicio en el punto de muestreo h/día	Tipo de fuente hídrica aprovechada (captación o fuente hídrica)	Coordenadas del punto de muestreo	
						PH	Temperatura (°C)	Conductividad	Turbiedad (UNT)	Cloro residual mg/L	Microbiológico	Físico Químico			Metales pesados	Zona UTM (17, 18 ó 19)
M1	08-02-21	7:30 am			Reservorio					X				Captación	781158	9209060
	08-02-21	8:00 am			Casa más cercana					X				Captación	781199	9209051
	08-02-21	9:18 am			Casa más alejada					X				Captación	781107	9208788
M1	19-02-21	7:10 am			Reservorio					X				Captación	781158	9209060
	19-02-21	7:20 am			Casa más cercana					X				Captación	781199	9209051
	19-02-21	8:15 am			Casa más alejada					X				Captación	781107	9208788
M1	28-02-21	8:00 am			Reservorio					X				Captación	781158	9209060
	28-02-21	8:28 am			Casa más cercana					X				Captación	781199	9209051
	28-02-21	9:18 am			Casa más alejada					X				Captación	781107	9208788


Observaciones:



Responsable del Monitoreo
Mirtha Janneth Roman Barrios

Estudio del cloro residual en los caseríos de Puyllucana, Alto Puyllucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca, 2021.

ANEXO n.º 12. Cadena de custodia del caserío de Alto Puyllucana.

CADENA DE CUSTODIA																	
Código Numero de Custodia:		002		Nombre de Red de Salud			Baños del Inca			Nombre de micro Red de salud							
Nombre del programa de monitoreo:				Dispone de sist. De agua potable		si		Nombre del sistema de abastecimiento		Alto Puyllucana		Población de la localidad		200			
Departamento:		Cajamarca		Distrito		Baños del Inca		Nombre EES:				Población servida		200			
Provincia:		Cajamarca		Localidad		Alto Puyllucana						Fecha de reporte		28 de febrero del 2021			
Muestreador				Mirtha Janneth Roman Barrios				DNI		72240793		Firma					
Código de campo	Fecha de muestreo dd/mm/aa	Hora de muestreo hh/mm/ss	Matriz	Origen de la muestra	Punto de muestreo	Parámetros medidos en campo					Tipo de muestra			Continuidad del servicio en el punto de muestreo h/día	Tipo de fuente hídrica aprovechada (captación o fuente hídrica)	Coordenadas del punto de muestreo	
						PH	Temperatura (°C)	Conductividad	Turbiedad (UNT)	Cloro residual mg/L	Microbiológico	Físico Químico	Metales pesados			Zona UTM (17, 18 ó 19)	Este
M2	08-02-21	1:00p.m			Reservorio										Captación	782925	9209499
	08-02-21	1:18p.m			Casa más cercana										Captación	782830	9209488
	08-02-21	2:10p.m			Casa más alejada										Captación	782914	9208993
M2	19-02-21	9:30a.m			Reservorio										Captación	782925	9209499
	19-02-21	9:50a.m			Casa más cercana										Captación	782830	9209488
	19-02-21	10:50a.m			Casa más alejada										Captación	782914	9208993
M2	28-02-21	10:30a.m			Reservorio										Captación	782925	9209499
	28-02-21	11:00a.m			Casa más cercana										Captación	782830	9209488
	28-02-21	12:00p.m			Casa más alejada										Captación	782914	9208993
Observaciones:																	



Responsable del Monitoreo
Mirtha Janneth Roman Barrios

Estudio del cloro residual en los caseríos de Puylucana, Alto Puylucana y Pampa Iracushco de la provincia de Cajamarca, 2021.

ANEXO n.º 13. Cadena de custodia del caserío de Pampa Iracushco.

CADENA DE CUSTODIA																		
Código Numero de Custodia:		003		Nombre de Red de Salud			Baños del Inca			Nombre de micro Red de salud								
Nombre del programa de monitoreo:				Disponde de sist. De agua potable		Si		Nombre del sistema de abastecimiento			Pampa Iracushco		Población de la localidad		80			
Departamento:		Cajamarca		Distrito			Baños del Inca			Nombre EES:		Pampa Iracushco		Población servida		80		
Provincia:		Cajamarca		Localidad			Pampa Iracushco			Fecha de reporte		28-02-2021						
Muestreador				Mirtha Janneth Roman Barrios			DNI			72240793					Firma		[Firma]	
Código de campo	Fecha de muestreo dd/mm/aa	Hora de muestreo hh/mm/ss	Matriz	Origen de la muestra	Punto de muestreo	Parámetros medidos en campo				Tipo de muestra			Continuidad del servicio en el punto de muestreo h/día	Tipo de fuente hídrica aprovechada (captación o fuente hídrica)	Coordenadas del punto de muestreo			
						PH	Temperatura (°C)	Conductividad	Turbiedad (UNT)	Cloro residual mg/L	Microbiológico	Físico Químico			Metales pesados	Zona UTM (17, 18 ó 19)	175	
M3	08-02-21	4:00 p.m			Reservorio					X				Captación	781984	9209328		
	08-02-21	4:15 p.m			Casa más cercana					X				Captación	782022	9209315		
	08-02-21	4:50 p.m			Casa más alejada					X				Captación	782198	9209385		
M3	19-02-21	2:00 p.m			Reservorio					X				Captación	781984	9209328		
	19-02-21	2:15 p.m			Casa más cercana					X				Captación	782022	9209315		
	19-02-21	3:30 p.m			Casa más alejada					X				Captación	782198	9209385		
M3	28-02-21	3:15 p.m			Reservorio					X				Captación	781984	9209328		
	28-02-21	3:35 p.m			Casa más cercana					X				Captación	782022	9209315		
	28-02-21	4:05 p.m			Casa más alejada					X				Captación	782198	9209385		

Observaciones:



Responsable del Monitoreo
Mirtha Janneth Roman Barrios

ANEXO n.º 14. Registro del análisis de cloro en el caserío de PuyLucana.

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
DOSADOR DE SOLUCIÓN CLORADA - (GOTEO)

SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD/BOMBEO SIN/CON PLANTA DE TRATAMIENTO (Subrayar tipo de sistema)

JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE _____

LOCALIDAD: C.P. PuyLucana DISTRITO: Baños del Inca PROVINCIA: Cajamarca DEPARTAMENTO: Cajamarca

Nº de familias en la comunidad: 320

Nº de familias que acceden al servicio: 320

Caudal de ingreso a reservorio(a): 1.5 l/s (litros/seg.)

MES: Febrero

AÑO: 2021

DIA	FECHA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/l			OBSERVACIONES	FIRMA
		CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INTERMEDIA	ULTIMA CASA		
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
Lunes	8		1.5	1.0	0.8	0.5	Ninguna	<i>Rosalba</i>
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
Viernes	19		1.5	0.8	0.5	0.2	Ninguna	<i>Rosalba</i>
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
Domingo	28		1.5	1.0	0.8	0.5	Ninguna	<i>Rosalba</i>
	29							
	30							
	31							

ANEXO n.º 15. Registro del análisis de cloro en el caserío de Alto Puyucana.

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

DOSADOR DE SOLUCIÓN CLORADA - (GOTEO)

SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD/BOMBEO SIN/CON PLANTA DE TRATAMIENTO (Subrayar tipo de sistema)

JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE Alto Puyucana

LOCALIDAD: Alto Puyucana DISTRITO: Baños del Inca PROVINCIA: Cajamarca DEPARTAMENTO: Cajamarca

Nº de familias en la comunidad: 200 Nº de familias que acceden al servicio: 200

Caudal de ingreso a reservorio^(a): 345 (litros/seg.) MES: Febrero AÑO: 2021

DÍA	FECHA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/l			OBSERVACIONES	FIRMA
		CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INTERMEDIA	ULTIMA CASA		
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
Lunes	8		3	1.0	0.8	0.2	Ninguna	<i>Ruiz</i>
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
Viernes	19		3	0.8	0.2	0.0	Ninguna	<i>Ruiz</i>
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
Domingo	28		3	0.5	0.0	0.0	Ninguna	<i>Ruiz</i>
	29							
	30							
	31							

ANEXO n.º 16. Registro del análisis de cloro en el caserío de Pampa Iracushco.

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD/BOMBEO SIN/CON PLANTA DE TRATAMIENTO (Subrayar tipo de sistema)

JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE Pampa Iracushco

LOCALIDAD: Pampa Iracushco DISTRITO: Baños del Inca PROVINCIA: Cajamarca DEPARTAMENTO: Cajamarca

Nº de familias en la comunidad: 80 Nº de familias que acceden al servicio: 80

Caudal de ingreso a reservorio(a): 1 1/5 (litros/seg.) MES: Febrero AÑO: 2021

DÍA	FECHA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/l			OBSERVACIONES	FIRMA
		CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INTERMEDIA	ULTIMA CASA		
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
<u>Lunes</u>	8		<u>1</u>	<u>1.0</u>	<u>0.5</u>	<u>0.2</u>	<u>Ninguna</u>	<u>[Firma]</u>
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
<u>Viernes</u>	19		<u>1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>	<u>Ninguna</u>	<u>[Firma]</u>
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
<u>Domingo</u>	28		<u>1</u>	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>	<u>Ninguna</u>	<u>[Firma]</u>
	29							
	30							
	31							