

# 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



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
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
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
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
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
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
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
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
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## 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.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.**

## REFERENCIAS

- APRISABAC. (1997). Manual de procedimientos técnicos en saneamiento. Cajamarca, Perú.  
recuperado de: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/753\\_minsa179.pdf](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](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](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](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](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](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%b3n%20de%20j%3%b3n/cap.3\\_part2.\\_libro\\_blanco\\_de\\_l\\_agua.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/unc/3564/tesis%20pata%20t%3%b3n%20de%20j%3%b3n/cap.3_part2._libro_blanco_de_l_agua.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](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](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/](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](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%20ochanca%20y%20ramos%20castellanos.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/unh/2181/tesis_2018_ing.amb._perez%20ochanca%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](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](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](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](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](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>