



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Lozano Saenz, Bryan Junior <https://orcid.org/0000-0003-2270-6525>

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio <https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres y hermanos que con su constante apoyo y motivación hicieron posible la culminación de esta investigación.

### **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad por el tiempo de enseñanza y ser un lugar donde nos desarrollamos como buenos profesionales.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5. Procedimientos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>28</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Ventajas y desventajas de los agentes desinfectantes para el agua potable .....	14
<b>Tabla 2:</b> LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua .....	16
<b>Tabla 3:</b> LMP de parámetros de calidad organoléptica del agua .....	17
<b>Tabla 4:</b> Efectos del cloro gas por su nivel de exposición.....	22
<b>Tabla 5:</b> Propiedades de la familia del cloro .....	23
<b>Tabla 6:</b> Localización de la muestra a estudiar .....	30
<b>Tabla 7:</b> Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (Cap. M.J).....	31
<b>Tabla 8:</b> Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (Cap. Y.C) .....	31
<b>Tabla 9:</b> Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. Co. PTAP) .....	32
<b>Tabla 10:</b> Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. N. P) .....	32
<b>Tabla 11:</b> Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. 400m <sup>3</sup> ) .....	33
<b>Tabla 12:</b> Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (Cap. M.J) .....	33
<b>Tabla 13:</b> Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (Cap. Y.C).....	33
<b>Tabla 14:</b> Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. Co. PTAP) .....	34
<b>Tabla 15:</b> Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. N. P).....	34
<b>Tabla 16:</b> Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. 400m <sup>3</sup> ).....	35
<b>Tabla 17:</b> Datos obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo. ....	35
<b>Tabla 18:</b> Datos de turbidez obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo.....	36
<b>Tabla 19:</b> Datos de pH obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo.....	37
<b>Tabla 20:</b> Datos obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa.....	38
<b>Tabla 21:</b> Datos de turbidez obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa.....	38
<b>Tabla 22:</b> Datos de pH obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa. ....	39
<b>Tabla 23:</b> Presupuesto de implementación del clorador por inyección directa ....	43
<b>Tabla 24:</b> Presupuesto de recarga de cloro gas al año .....	44
<b>Tabla 25:</b> Consumo de Hipoclorito de Calcio al 70% granulado .....	44
<b>Tabla 26:</b> Presupuesto en insumo del Hipoclorito de calcio al 70% granulado....	44
<b>Tabla 27:</b> Cuadro comparativo entre costos en la implementación e insumo en cloro para los dos sistemas de desinfección. ....	45
<b>Tabla 28:</b> Cuadro comparativo entre la eficiencia en resultados obtenidos entre los dos sistemas de desinfección. ....	45

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1:</b> pH del agua VS % de ácido hipocloroso (HOCL) e ion hipoclorito (OCL <sup>-</sup> ) .....	18
<b>Figura 2:</b> Relación dosis-demanda-residual .....	19
<b>Figura 3:</b> Curva de demanda de cloro experimentada .....	20
<b>Figura 4:</b> Esquema general del sistema de desinfección por goteo .....	21
<b>Figura 5:</b> Dosificador de cloro gas por inyección directa .....	21
<b>Figura 6:</b> Imagen satelital reservorio Cochaongo - PTAP .....	29
<b>Figura 7:</b> Ubicación satelital del reservorio y las viviendas en estudio .....	30
<b>Figura 8:</b> Duración del proceso de inactividad en función del pH y concentración .....	42

## Resumen

El objetivo general fue comparar los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.

Se utilizó la siguiente metodología: El tipo de investigación según su función es aplicada, de enfoque cuantitativo y el diseño es experimental tomando una tendencia a cuasiexperimental al no tomar aleatoriamente el grupo de estudio. La técnica que se utilizó fue la observación y el instrumento para ambas variables, la ficha de recolección de datos. La población fue los reservorios de agua potable y la muestra el reservorio Cochaongo-PTAP.

La conclusión principal fue que tanto el sistema de inyección directa y de goteo logran abastecer de una calidad óptima y están dentro de los LMP por el reglamento, sumando a esto el resultado de costo-beneficio se determinó que el sistema de inyección directa tendría una mejor comparativa frente al sistema de goteo, esto permitió desechar la hipótesis planteada al inicio de la investigación; sin embargo, se ha comprobado que el sistema de goteo en la ciudad de estudio tiene una mejor disposición por los trabajadores en el uso y manipuleo permitiendo el trabajo con el cloro en su estado menos peligroso (hipoclorito de calcio al 70% granulado).

Palabras clave: Cloración, sistema de inyección directa, sistema de goteo.

## **Abstract**

The overall objective was to compare direct injection and drip chlorination systems in drinking water reservoirs, Yungay, Ancash, 2022.

The following methodology was used: The type of research according to its function is applied, quantitative approach and the design is experimental taking a tendency to quasi-experimental by not taking randomly the study group. The technique used was observation and the instrument for both variables, the data collection sheet. The population was the drinking water reservoirs, and the sample was the Cochaongo-PTAP reservoir.

The main conclusion was that both the direct injection and drip system manage to supply an optimal quality and are within the LMP by the regulation, adding to this the cost-benefit result it was determined that the direct injection system would have a better comparison with the drip system, this allowed discard the hypothesis raised at the beginning of the investigation; however, it has been proven that the drip system in the study city has a better disposition by workers in the use and handling allowing work with chlorine in its least dangerous state (70% granulated calcium hypochlorite).

Keywords: Chlorination, direct injection system, drip system.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad aún existe una emergencia sanitaria producto de la pandemia que estamos atravesando, el virus cuyo nombre científico viene a ser SARS-CoV-2 (Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2) y que con costumbre lo llamamos como “COVID-19” puso en jaque al mundo entero siendo nuestra única defensa por muchos tiempo la constante higiene y limpieza; fundamentalmente de partes de nuestro cuerpo en contacto con superficies posiblemente contaminadas en el exterior de nuestra vivienda; por mucho tiempo el lavarnos las manos con agua y jabón por mínimo 20 segundos (CDC, 2021), una buena alimentación y distanciamiento fueron claves para nuestra supervivencia frente a este mal y, como si esto fuera poco nuestras comunidades rurales y ciertas ciudades siguen sufriendo de enfermedades endémicas y epidemias tales como el dengue que ya ha sumado muchas muertes en la actualidad (Salud con Lupa, 2022). Tener agua suficiente es tan importante como tener agua debidamente clorada para que esta se convierta en agua de consumo humano (GIZ, 2017), las consecuencias de consumir agua no tratada para el consumo humano son enfermedades como la diarrea, problemas gastrointestinales, deshidratación, enfermedades epidérmicas y demás; las muertes a causa de diarrea son demasiadas y aún más, los que sufren y pierden la batalla ante este mal son los niños que tienden a tener un proceso acelerado de deshidratación y al final conseguir la muerte.

Por consiguiente, la siguiente tesis buscó comparar dos sistemas de cloración que por características de la zona y criterios técnicos en ejecución y mantenimiento me atribuí el analizarlos, ambos sistemas de cloración buscaron tratar de forma óptima y segura el agua cruda captada de ríos o afluentes mediante obras hidráulicas de captación y conducidas a los tres reservorios que cuenta la ciudad de Yungay para poder abastecer de agua potable a sus pobladores y con ello solucionar el problema de una inestabilidad dentro de la calidad mínima para el abastecimiento de agua para consumo humano.

La formulación del problema nos apoyó en saber concretamente que problema responder como solución durante la investigación, para ello el problema general contó con tres problemas específicos. Problema general: ¿Cuál es el resultado del

estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022? Del mismo modo los problemas específicos fueron: ¿Cuál será el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable? ¿Cuáles serán los valores de turbiedad y PH del agua en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable? ¿Cuál es la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable?

La justificación teórica: generar reflexión y discusión académica sobre conocimientos establecidos en el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N°031-2010-SA. Práctica: La investigación nos ayudó a contar con un sistema de cloración idóneo que contará con proporciones de usos correctos. Metodológica: La presente investigación aportó con estrategias de calidad al personal técnico quienes a diario son ellos los que monitorean la calidad de agua potable de la ciudad. Social: Mediante el estudio comparativo pudimos ayudar a la sociedad a tener un servicio idóneo de agua potable, ya que mediante los resultados pudimos solucionar los desperfectos encontrados actualmente con el servicio. Ambiental: Al tener un correcto y óptimo sistema de cloración se controló las dosificaciones de servicio de los reservorios, esto ayudó a la conservación de los recursos hídricos. Económica: Al finalizar la investigación se pudo tener un documento referencial de costo-beneficio de los dos sistemas de cloración propuestos para la ciudad.

La hipótesis general: El sistema de goteo recoge las mejores ventajas de cloración de agua potable para la ciudad de Yungay. Se tuvo como hipótesis específicas: El sistema de goteo cuenta con un tiempo de recarga óptima y sencilla para los operarios técnicos encargados en el monitoreo de calidad. El sistema de goteo mostró mejores resultados en los análisis de los parámetros de turbiedad y PH frente al sistema de inyección directa. En relación con el costo-beneficio el sistema de cloración directa resulta elevada e inconsistente para con la población que abastecen los reservorios frente al sistema de goteo.

El objetivo general fue: Comparar los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022. Objetivo específico: Determinar el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable. Determinar la calidad de agua en cuestión de valores de turbiedad y PH en los sistemas de inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable. Determinar la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua para consumo humano.

## II. MARCO TEÓRICO

Gámiz (2020). Esta investigación tuvo como objetivo crear un modelamiento avanzado y optimizador en la actividad de la desinfección de una planta de tratamiento de agua para consumo humano. La metodología fue experimental y consistió en la implantación de un sistema y manipuleo del sistema de cloración en determinados ETAP donde se necesitaba un sistema de desinfección optimizada según el caudal de la estación de tratamiento de agua potable. Los resultados obtenidos dieron las validaciones de las siguientes simulaciones: Para el reconocimiento del modelo de reacción de cloro se obtuvo que el decaimiento del cloro es válido en el primer reservorio, ya que la materia orgánica demandaba inicialmente mayor cloro. Para la validación de las tres siguientes las simulaciones dieron como resultado que la fracción reactiva es de  $f=0.40$  (40%) para una recarga de 1 ppm en un gasto de 1.5 m<sup>3</sup>/s. Como conclusiones tenemos que se ha detallado y aceptado el proceso de desinfección para las ETAP desde la estandarización de los coeficientes difusos obtenidos del CFD Comsol y el análisis de decrecimiento de cloro en el proceso de los cuatro días. Para el control simple y visual del proceso de cloración se ha implementado un simulador de control de cloro.

Salazar (2018). Esta investigación tuvo como objetivo obtener el grado de funcionamiento de los sistemas de desinfección tradicional y goteo adaptado en el tratamiento de agua para consumo humano. La metodología fue de tipo experimental, se tomaron especímenes de diferentes puntos de los reservorios de agua para consumo humano para realizar su determinado estudio. Los resultados obtenidos fueron: respecto a lo obtenido de cloro residual libre en las tres zonas de estudio fueron las siguientes, Urubamba Sector 1: consumo de agua de mala calidad, La Shilla: consumo de agua de buena calidad, Las Zarsas: consumo de agua de buena calidad. Respecto a los resultados de Turbiedad, Urubamba Sector 1: consumo de agua de mala calidad (20 UNT), La Shilla: consumo de agua al límite máximo permisible (5 UNT), Las Zarsas: consumo de agua al límite máximo permisible (5 UNT). Respecto a los resultados de pH, Urubamba Sector 1: pH (7.4), La Shilla: pH (7.4), Las Zarsas: pH (7.2). Conclusiones: El sistema de desinfección por goteo rinde más que el sistema convencional. La cloración en el agua es positiva siempre que el nivel de turbidez no pase los límites máximos permisibles.

Se encontró niveles de pH permitidos en las normas peruanas en los tres sistemas evaluados.

Díaz y Ríos (2020). Esta investigación tuvo como objetivo determinar el cloro residual libre en el agua para consumo en las viviendas en el centro poblado La Palma. La metodología fue de tipo experimental, se comparó y analizó datos tomados en distintos puntos de las 25 viviendas a donde abastecía el agua clorada. El resultado mostró que la solución madre utilizada para clorar no era la adecuada, esto provocaba que el agua llegue en un mal estado a las viviendas. Conclusiones: los responsables del manejo y mantenimiento del sistema de desinfección desconocen de la preparación correcta de la solución concentrada inicial, medición de caudal y cálculos adecuados del cloro en estado granulado al 70%.

Saldaña (2017). Esta investigación tuvo como objetivo obtener la calidad fisicoquímicas y organolépticas del agua potable en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017. La metodología fue de tipo no experimental, porque se observará las variables para poder saber cuál es la fluctuación entre las actitudes del agua y los diferentes puntos de especímenes que manifiesta el protocolo de monitoreo “*Caracterización de Fuentes de Agua y del Agua para consumo Humano*” en la RD N°160-2015/DIGESA/SA. Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos demostraron respecto al análisis de las cuatro plantas de monitoreo que la calidad de agua potable esta apta para el consumo en las viviendas, dichos valores obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles (LMP). Conclusión: se obtuvo la calidad de agua potable en las cuatro estaciones de monitoreo obteniéndose resultados positivos de seguridad en el agua. Se logro obtener los parámetros físicos en las cuatro estaciones.

Concha (2016). Esta tesis tuvo como objetivo mejorar la calidad de agua a los pobladores del caserío de Casacán, juntamente con el Área Técnica Municipal (ATM) de la Municipalidad Provincial de Ambo. La metodología fue de tipo experimental, se obtuvo el análisis comparativo de cloro residual libre en los domicilios que el sistema de cloración abastece de agua para consumo humano. Los resultados en el análisis fisicoquímico dentro de una conexión domiciliaria

dieron que la cantidad de cloro fue de cero (0), siendo el LMP de 0.5 dando como no apta para consumo humano, dentro de los análisis bacteriológicos se encontró coliformes totales en 92 UFC/100ml y coliformes termotolerantes en 60 UFC/100ml; siendo los LMP de ambos de cero (0). Conclusiones: el buen estado del agua en el caserío de Casacán con los resultados obtenidos de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos dan como no apta para el consumo humano a dicha agua, sin embargo, la utilización del hipoclorito de calcio al 70% ayudará a eliminar las bacterias que dañan a los consumidores.

Sumaran (2019). Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el buen estado del agua de consumo en las viviendas de los centros poblados de Bolaina, Marona y Shapajilla del distrito de Luyando. La metodología fue de tipo experimental, se realizó el análisis comparativo de cloro residual libre en las viviendas que el sistema de desinfección abastece de agua potable. Los resultados: los tipos de sistemas que abastecieron de agua fueron de gravedad con tratamiento y de bombeo sin tratamiento, en ambas se calculó la cantidad necesaria para la desinfección de los reservorios y cloración del agua a tratar, para poder abastecer a las comunidades de Bolaina, Marona y Shapajilla de agua potable. Conclusión: Se elaboró la línea base llegando a identificar que los sistemas que alimentan de agua potable en los poblados de Bolaina, Marona y Shapajilla tienen un estado regular, ya que se encuentran en operatividad limitada de sus captaciones.

Pérez y Ramos (2018). Esta investigación tuvo como objetivo determinar la cantidad de cloro a utilizar en función del cloro libre del sistema de agua para consumo humano en el sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018. La metodología fue de un diseño no experimental transversal descriptivo, ya que no manipula libremente las variables de estudio. Los resultados: se observó que no se está suministrando la cantidad idónea del hipoclorito de calcio al 70% ya que los valores de cloro residual estaban por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP). Llegando a implementar el sistema de cloración se podrá obtener una dosis de 1.5 ppm hasta 2 ppm, parámetros que se encuentra dentro de lo LMP que son de 0.5-1.5 mg/l. Conclusiones: el suministro mínimo de cloro encontrado en el reservorio fue de 0.40 mg/l siendo el máximo de 0.50 mg/l,

con esto podemos concluir que no se está respetando los parámetros básicos de cloro libre manifestadas en el D.S. N°031-2010-SA que nos comenta estrictamente que en la última vivienda tiene que llegar un nivel de cloro residual libre no menor a 0.50 mg/l.

EA Roshani (2017). Esta investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia del cloro en estado granulado y la irradiación ultravioleta (UV) para con ello destruir microbacterias no tuberculosas (MNT) como la *M. marium* y *M. fortuitum*. La metodología fue experimental, usaron dosis de 5, 50, 100, 1000 y 10000 mg/l de Ca (OC<sub>2</sub>l) durante 1,5,10,15,20,30 y 60 min. Los resultados: cuando se usó 10000 mg/l de cloro en estado granulado, se solicitaron de 10 y 20 minutos de tiempo de contacto para obtener una inactividad o eliminación de microorganismos suspendidos en el agua. Conclusiones: el estudio sugiere realizar dos desinfecciones seguidas, iniciando con la de cloración con hipoclorito de calcio seguido de radiación UV con el fin de eliminar por completo las bacterias y virus provenientes del agua.

Dorcas (2016). Esta tesis tuvo como objetivo el desarrollo y evaluación de un modelo de desinfección de agua para consumo humano a pequeña escala. La metodología fue experimental al manipular las variables y someterlas a ensayos microbiológicos. Los resultados: se combinó el WFMF con dos desinfectantes (WaterGuard y Tabletas de bromocloro) todo esto para llegar a una calidad aceptada para el consumo humano, como producto se obtuvo cuatro diferentes tipos de agua donde se evaluaron dos parámetros: Ecoly y turbidez. Se obtuvo una calidad de agua con turbiedad menor a 1 NTU. Conclusión: El estudio demostró que la turbidez tiene gran importancia en el desempeño de la desinfección del agua para consumo humano.

Ephrem et al. (2020). Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la desinfección del agua para consumo humano utilizando la cloración y así reducir las enfermedades diarreicas entre niños menores de cinco años en las zonas rurales del este de Etiopía. La metodología fue experimental, se realizó ensayos en las zonas rurales de Dire Dawa del octubre de 2018 a enero de 2019,

con una muestra de 405 hogares donde se analizó mediante gráficas y formulas estadísticas la influencia de clorar el agua y el consumo directo a niños menores de cinco años. Los resultados: se observó una disminución del 36% de casos con diarrea en los niños, las mayores y menores disminuciones se dieron en niños de 1 a 2 años y 3 a 4 años, 42.7% y 30.4% respectivamente. Conclusión: una valiosa solución provisional se dio en las zonas rurales donde la diarrea sigue siendo una causa de muerte mayor en los niños, la cloración del agua a nivel doméstico con lejía líquida mitigó en gran medida dicho problema en la población de Dire Dawa.

Portillo (2013). Este trabajo de investigación tuvo como objetivo desarrollar una propuesta en el diseño de un sistema de desinfección utilizando cloro gas en un reservorio de agua utilizando un estudio tanto técnico como analítico. La metodología fue experimental ya que se evalúan y manipulan las variables en este caso particular se monitorea la calidad del servicio según los análisis fisicoquímicos obtenidos y funcionales al diseño de un sistema con cloro gas. Los resultados: al analizar la muestra pertinente del pozo Labor de Castilla los valores de pH, color y Turbidez salieron (7.06, 0, 2.1 NTU) estos datos están dentro de los LMP y los análisis microbiológicos del tanque Labor de Castilla dieron Coliformes Totales menor a 1 UFC/100ml, Coliformes Fetales menor a 1 UFC/100ml y Escherichia Coli resultado en grado ausente. Conclusiones: al utilizar el cloro gas como método de desinfección podemos asegurarnos de una eficiencia alta ya que es el único método que se encuentra al 100% de contenido de cloro. Hay cinco aspectos importantes que considerar para determinar el diseño del sistema de cloración por cloro gas: temperatura, pH, caudal y análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

Hsieh et al. (2015). Este artículo de investigación tuvo como objetivo aportar una mejora respecto a la seguridad del servicio hídrico, realizando un análisis entre la relación de turbidez del agua para consumo humano y las enfermedades gastrointestinales en la ciudad de Nueva York en función a los datos del departamento de emergencias de la ciudad. La metodología que se llevó a cabo fue de caso experimental utilizando un modelo de serie de tiempo de Poisson para determinar la función de relación entre la turbidez y las enfermedades GI. Los resultados que dieron estas evaluaciones exploratorias comparadas con los datos



del departamento de emergencias dieron que los análisis de turbidez medidos entre los años 2002 a 2009 fueron parte del aumento de casos a emergencias por enfermedades gastrointestinales, aunque otras variables fueron también las enfermedades estacionales de la ciudad. Conclusiones: Este estudio determinó una pequeña asociación entre la turbidez del agua y las enfermedades gastrointestinales de la población.

Ribeiro et al. (2018). Este artículo de investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la intervención ambiental para el tratamiento de agua en escuelas rurales de la Amazonia occidental, y determinar la eficacia del tratamiento del recurso hídrico con clorador simplificado los estándares de que se manejan para la turbidez, Coliformes fecales y *Escherichia coli*. La metodología fue experimental analizando a 20 escuelas públicas en la zona rural de Rio Branco. Los resultados fueron que antes de los análisis el 70% de la muestra de colegios no cumplían con los niveles de turbidez máximos, luego de la intervención se logró que el 100% cumpla con los LMP en función de los niveles de turbidez. Conclusión: se logró mejorar la calidad de agua en las escuelas con la utilización de un sistema de cloración con hipoclorito de calcio al 65%.

Malhotra et al. (2015). La siguiente investigación tuvo el objetivo de determinar la calidad microbiológica del agua potable en múltiples fuentes del distrito de Amritsar, al norte de la India. La metodología realizada fue de carácter experimental mostrando el análisis bacteriológico de 1317 muestras de agua y determinando la calidad microbiana del agua para consumo humano. Los resultados dieron que un total de 42,9% de las muestras analizadas derivadas de distintos lugares resultaron aguas contaminadas no aptas para el consumo del ser humano. Conclusión: sin importar el constante esfuerzo realizados por las autoridades, centros médicos, gobiernos nacionales existe un determinado número de la población mundial (mil millones) que continúan sin acceso a este importante recurso hídrico. El análisis bacteriológico de las distintas fuentes de agua nos muestra que existe un riesgo enorme en las propagaciones de las distintas enfermedades que se transmiten mediante este fluido de vital importancia.

EL SHERBINY MM et al. (2021). La siguiente investigación tuvo como objetivo el determinar el comportamiento fisiológico de las macroalgas marinas con al estar en contacto con el dióxido de cloro. La metodología fue experimental ya que ciertas muestras de los dos tipos de macroalgas (*Ulva reticulata* y *Hypnea musciformis*) fueron expuestas a 0.05, 0.1 y 0.5 mg/l de dióxido de cloro durante 5 días. Los resultados dieron un aumento de clorofila, carotenoide y polifenoles totales en el proceso de primera exposición y para el tratamiento final estos parámetros bajaron. Conclusión: las respuestas fisiológicas observadas muestran que el dióxido de cloro tiene efectos destructivos frente a estos dos tipos de algas en las aguas marinas.

Mohammad et al. (2019). Esta investigación tuvo como objetivo proporcionar un sistema de seguridad, salud y medio ambiente (HSE) eficiente para el tratamiento con cloro gas en el proceso del tratamiento de agua para consumo humano. La metodología fue experimental al evaluar el tratamiento del recurso hídrico en las regiones de Razavi-khorasan e Irán. Los resultados manifestaron que según los análisis de efectos de falla (FMEA) los factores de riesgo con denominación de prioridad de riesgo mayor de 46 son los de mayor representación en la muestra estudiada. Conclusión: los mecanismos de riesgos más predominantes en el diseño fueron la implementación deficiente del mecanismo de control del aire dentro de la cloración, almacenamiento de cilindros de cloro cerca de las instalaciones mecánicas y eléctricas y falta de información científica en el personal técnico acerca de cloración con cloro gas.

Gómez-López VM (2014). Este artículo de investigación tuvo como objetivo el determinar las cualidades y propiedades del dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) como insumo en la desinfección del agua. Tuvo una metodología experimental al realizar análisis toxicológicos para la eliminación de contaminantes en el agua. El resultado que tuvo al utilizarlo como desinfectante mostró que es un excelente oxidante, bactericida, fungicida, alguicida y antiséptico. Se concluye que el dióxido de cloro es un sustituto perfecto frente al cloro ya que genera menos subproductos los cuales son dañinos para la salud del ser humano.

Xu et al. (2020). Este artículo de investigación contempló como objetivo establecer un modelo de predicción de triclorometano (TCM) como subproducto de la desinfección del agua cruda con cloración al noroeste de China. La metodología realizada fue experimental llevando a cabo un análisis de una considerable planta de tratamiento de agua cruda, los contenidos de cada parámetro tales como: T° del agua, pH, Turbidez, índice de permanganato de potasio y dosis de cloro se detectaron con método de estándares nacionales y con el análisis de regresión lineal múltiple se pudieron agregar la generación de TCM. Los resultados fueron que a razón de la capacidad y costo de las pruebas fue imposible detectar TCM continuamente en el agua efluente y esto tiene mucha repercusión ya que una vez que cambie la fuente del agua cruda no se garantiza la calidad del agua emisora. Conclusión: en la generación de TCM las PTAP de tamaño pequeño y mediano cuentan con un buen modelo de predicción llamada modelo de regresión de TCM.

Xing-Fang (2018). Este artículo de investigación tuvo como objetivo medir la correlación de los subproductos de desinfección Trihalometanos (THM) con el cáncer de vejiga. La metodología vendría a hacer experimental analizando los subproductos que trae cada sistema de desinfección ya sea por cloro, por cloraminas, ozono o UV. Los resultados mencionaron que existe un 47% de hombres europeos que resultan con cáncer de vejiga a causa frecuente de consumir agua potable con contenido de THM. Conclusión: las empresas privadas y estatales están cada vez más convencidos en realizar un cambio de sistema de desinfección con cloro y pasar al uso de ozono, UV, dióxido de cloro y cloraminas los cuales dejan menos subproductos que deja el cloro convencional.

Weihang et al. (2019). Este artículo de investigación tuvo como objetivo analizar revistas de investigación en 2018 sobre la serie de procesos fisicoquímicos que se utilizan en la desinfección de agua destinada a la población y agua residuales. La metodología fue cualitativa ya que recoge investigaciones sobre el tema y nos resumen las tecnologías más apropiadas según la necesidad y la situación del afluente. El resultado muestra las tecnologías del tratamiento del agua y agua residual tales como: tecnología de membrana, filtración granular, flotación adsorción, coagulación-floculación, desionización capacitiva, intercambio iónico y

oxidación. Conclusión: se llegaron a analizar 266 artículos sobre el tema de tratamiento de agua potable y agua residual dividiéndose en 8 partes principales.

Aguirre (2020). Esta investigación tuvo como objetivo mejorar la calidad del agua aplicando la técnica de cloración por goteo para consumo humano en el centro poblado de Camjata, Puno. La metodología fue descriptivo-experimental recabando información con cada muestra y análisis en los laboratorios. Los resultados mencionan que se requiere hipoclorito de calcio al 70% en una cantidad de 4.29 kg la cual tendrá una pureza de solución de 1 mg/l, el agua contiene un pH de 7.2, la temperatura de 25 °C y la cantidad de coliformes termotolerantes vendría a ser de 1.8 UFC/100ml. Conclusión: Con los parámetros especificados de cantidad de cloro y cloro residual se llegó a obtener una disminución de coliformes termotolerantes de un factor 79 UFC a 1.8 UFC/100ml corroborando la eficacia en el uso del hipoclorito de calcio como desinfectante para el agua potable en el centro poblado de Camjata, Puno.

Pillaca (2021). Esta investigación tuvo como objetivo realizar una investigación sistemática respecto a los contaminantes derivados de la desinfección llamados subproductos desinfectantes (DBP). La metodología fue descriptiva al reunir los diversos en un solo informe los diversos subproductos obtenidos según el insumo en la desinfección. Los resultados mostraron los esfuerzos que se están realizando para disminuir estos subproductos que por lo general son tema de investigación como principales causantes a cáncer al consumidor en un largo tiempo, para esto aplican bisulfitos o eliminación de materia orgánica. Conclusión: se están aplicando otros insumos de desinfección al agua tales como ozono, UV, cloraminas, todo esto para mitigar los subproductos creados en la cloración.

Efus (2020). Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la utilización de hipoclorito de calcio en el tratamiento de agua para consumo de la población del caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca. La metodología fue descriptivo-experimental se realizaron evaluaciones fisicoquímicas, microbiológico y de metales pesados. Los resultados fueron los siguientes: dosificación de cloro de 1.5 ppm, tiempo de contacto 30

minutos, se logró remover el 99.90% de coliformes totales y fecales. Conclusión: se concluyó que se debe continuar con el uso del hipoclorito de calcio como insumo desinfectante para continuar con la óptima calidad del agua para consumo humano.

Agua potable: El agua para consumo humano debe cumplir parámetros físicos, químicos y microbiológicos para que esta sea inocua al ser bebida por las personas y no provoque peligro ante su vida; también el agua potable tiene las siguientes características: transparencia, sin sabor, sin olor y no tiene que contener sólidos en su superficie (Rivera A.L. 2018).

En el Perú, según estadísticas en las zonas rurales contamos con un déficit de alcance de agua potable, ya que 1 de cada 3 personas no cuentan con el abastecimiento de agua potable y, el 1% de las personas que, sí cuentan, en el 2015, accedían al agua clorada (GIZ, 2017, p. 11).

Turbidez: Es una característica física del agua, que por propiedad óptica se sabe de los contenidos de sólidos en suspensión que hacen que un haz de luz no transmita a través de este, estos materiales en suspensión pueden ser en su mayoría: arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica y estas aún más pequeñas en microorganismos. La determinación de este parámetro es de gran importancia ya que guarda una relación importantísima al momento de empezar la cloración del agua y se mide en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT). (Herreros y Tarqui, 2015, p. 16).

Se recomienda que la cloración del agua no se realice con más de 5 UNT. Mientras más turbia sea el agua, será un indicador para concluir que los contaminantes suspendidos en el líquido provocarían un riesgo mayor a los pobladores (GIZ, 2017, p. 24).

Cloración: Es una actividad u operación necesaria para asegurarnos obtener una agua inocua y potable para la población que la abastezca, su utilización es de carácter obligatorio en todos los sistemas de captación y alimentación de agua potable (GIZ, 2017, p. 20).

La cloración del agua se puede realizar mediante agentes fisicoquímicos, en la siguiente tabla 1, se expone los pros y contras de los principales agentes desinfectantes. (GIZ, 2017, p. 21).

**Tabla 1:** Ventajas y desventajas de los agentes desinfectantes para el agua potable

Agente desinfectante	Ventajas	Desventajas
Agentes físicos	<p><b>Filtración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No deja pasar ningún microorganismo, incluido los quistes de parásitos en el agua.</li> <li>• Tiene una efectividad del 96 a 98 %.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No filtra microorganismos de menor tamaño.</li> <li>• No es apta para turbiedades altas.</li> <li>• No elimina los generadores de malos olores y color como son las algas y diatomeas.</li> <li>• No hay forma de obtener cloro residual.</li> <li>• No hay forma de obtener cloro residual.</li> </ul>
	<p><b>Radiación ultravioleta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elimina la estructura de bacterias y virus.</li> <li>• Tiempo de contacto cortos.</li> <li>• No pone en peligro la estructura del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita luz eléctrica para su funcionamiento.</li> <li>• Pierde efectividad en aguas turbias o con color.</li> </ul>
Agentes químicos	<p><b>Cloración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con efecto residual.</li> <li>• Bajo costo y sencilla aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede entregar sabor, olor y color al agua.</li> </ul>

<b>Agente desinfectante</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortos periodos de contacto.</li> <li>• Elimina casi por completo las bacterias y los virus.</li> <li>• Tiempo de contacto mucho menor que el cloro.</li> <li>• Capacidad de desinfección no depende del pH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con pH mayores a 7.5, su efectividad de desinfección es obsoleta.</li> <li>• Cuidado intermedio con el cloro.</li> <li>• Es altamente corrosivo al hidratarse.</li> <li>• Puede generar subproductos peligrosos para la salud.</li> <li>• No tiene efecto residual.</li> <li>• Alto costo respecto al cloro.</li> <li>• Baja vida media en el agua, menos de 30 min.</li> </ul>
<b>Ozono</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere equipo especializados y energía para su aplicación.</li> <li>• Complicado mantenimiento de equipos.</li> </ul>

Fuente: GIZ – FPA.

Indicadores de la calidad del agua: Dentro del territorio peruano, el buen estado del agua para consumo humano se regula y gestiona mediante el Decreto Supremo N°031-2010-SA. El reglamento menciona que, para desinfección mediante cloración, el agua potable no debe contener menos de 0.50 mg/l de cloro residual libre en el 90% de las pruebas tomadas durante un mes, del restante, ninguna prueba debe tener menos a 0.30 mg/l, la turbiedad tendrá que ser menor a 5 UNT y el rango de pH tendrá entre 6.5 a 8.5 para que la cloración tenga efecto beneficiario (GIZ, 2017, p. 20).

**Tabla 2:** LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C	0 (*)

UFC=Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples= $<1,8/100$  ml

Fuente: adaptación del DS N°031-2010-SA, p. 38



**Tabla 3:** LMP de parámetros de calidad organoléptica del agua

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500

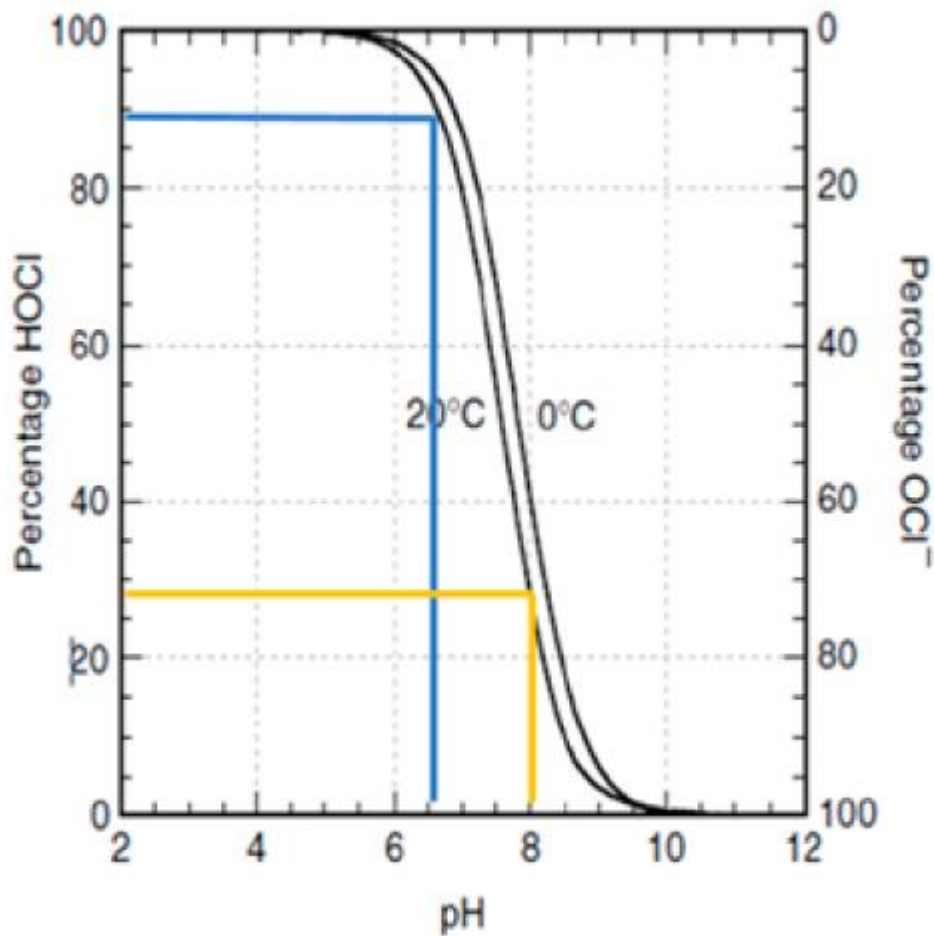
UCV=Unidad de color verdadero  
UNT=Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: adaptación del DS N°031-2010-SA, p. 39

pH del agua: Es la cuantificación de contenido de los iones de hidrógeno presentes en el agua, está vinculado al nivel de acidificación o alcalinidad que tiene el agua y su escala es del 0 al 14, siendo el neutro el valor 7. El agua potable tiene que estar dentro del rango de 6.5 a 8.5 de pH. (GIZ, 2017, p. 23).

El cloro al ser hidratado responde mediante sus formas de (HOCL) y (OCL<sup>-</sup>). Las medidas en las que se relacionan dependen mucho del pH del agua. La más relevante forma activa del cloro es el HOCL; pero como se puede observar en la Figura 1, sólo se produce porcentajes significativos de estas dos formas cuando la solución esta con un pH menor a 7.5, ya que realizar la cloración con pH superior a 7.5 resultaría poco eficiente dando como resultado un agua potable de mediana calidad (GIZ, 2017, p. 26). El rango de pH donde permite una desinfección óptima tendría que estar entre 6.8 a 7.5.

**Figura 1:** pH del agua VS % de ácido hipocloroso (HOCL) e ion hipoclorito (OCL<sup>-</sup>)



Fuente: GIZ – FPA, p. 27

Cloro (Cl<sub>2</sub>): El químico sueco Sheele en 1774 descubre el cloro, pero aún en 1810 fue acuñado con tal nombre gracias a su particular característica de color verde-amarillo, proveniente del vocablo Chloros. El cloro es 2.5 veces más pesado que el aire en condiciones ambientales de temperatura y presión (GIZ, 2017, p. 25)

El cloro es un insumo y elemento químico cuyo costo no es elevado y se puede encontrar en cualquier lugar, esto permite que sea un desinfectante universal, además cuando se combina con el agua tiene la característica de eliminar la mayoría de los organismos patógenos que provocan las enfermedades tales como: diarrea, fiebre tifoidea, hepatitis y cólera (Organización Mundial de la Salud, 2009, p. 1)

**Demanda de cloro:** Es el requerimiento de cloro variable que permite que se realicen todas las reacciones químicas secundarias, con esta cantidad se eliminan la mayoría de los compuestos nitrogenados, en particular los iones amonio (Organización Panamericana de la Salud, 1999, p. 8).

También la solicitud de cloro se puede interpretar como la cuantificación de cloro que al diluirse con agua limpia se llega a consumir eliminando las sustancias orgánicas presentes en el agua tratada, provocando la destrucción o inactivación de los microorganismos (GIZ, 2017, p. 24).

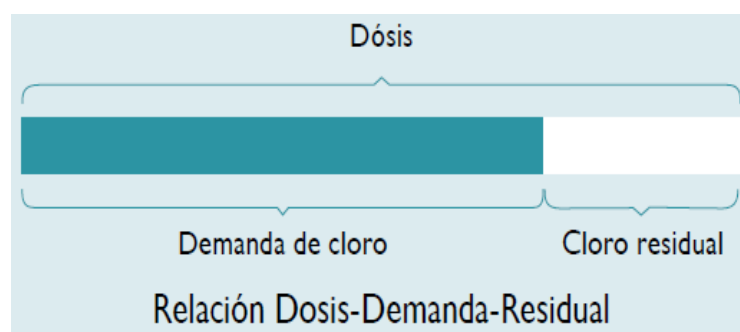
**Cloro residual:** Es el cloro que queda en el agua después de que la demanda de este se haya consumido eliminando todos los organismos que provocan enfermedades a los que beban el agua sin clorar, se mide con el reactivo DPD-1 (Organización Mundial de la Salud, 2009, p. 1).

Es la cantidad de cloro que finalmente tiene la función de desinfectante, según el reglamento no tiene que ser menor de 0.5 mg/l (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010, p. 42).

Es la cantidad de cloro que queda como excedente después de haber efectuado la desinfección del agua, en otras palabras, la destrucción o inactivación de las bacterias presentes en el agua cruda captada de la fuente (GIZ, 2017, p. 24).

**Dosis de Cloro:** Es el conjunto entre la demanda de cloro y el cloro residual.

**Figura 2:** *Relación dosis-demanda-residual*

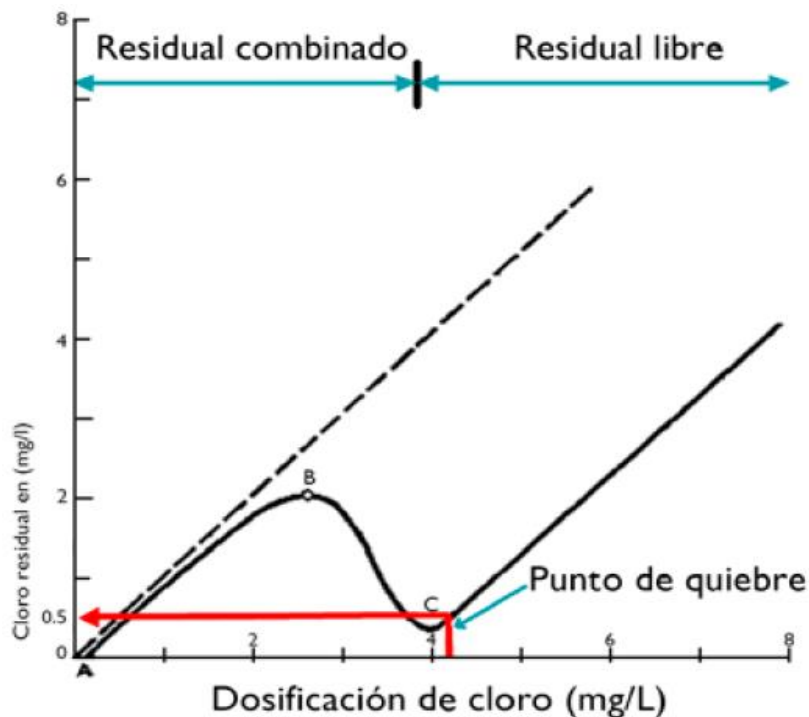


Fuente: GIZ – FPA, p. 31

La solicitud de cloro se realiza de forma práctica y experimental probando distintas muestras de dosis de cloro al agua, de esta forma se llega a obtener la dosis correcta de cloro para aplicarse en los reservorios de agua para consumo humano (GIZ, 2017, p. 31).

En la figura 2, se puede observar un caso práctico donde a partir de una dosis de 4mg/l, el cloro residual sube D.P al incremento de la dosis (GIZ, 2017, p. 31).

**Figura 3:** Curva de demanda de cloro experimentada



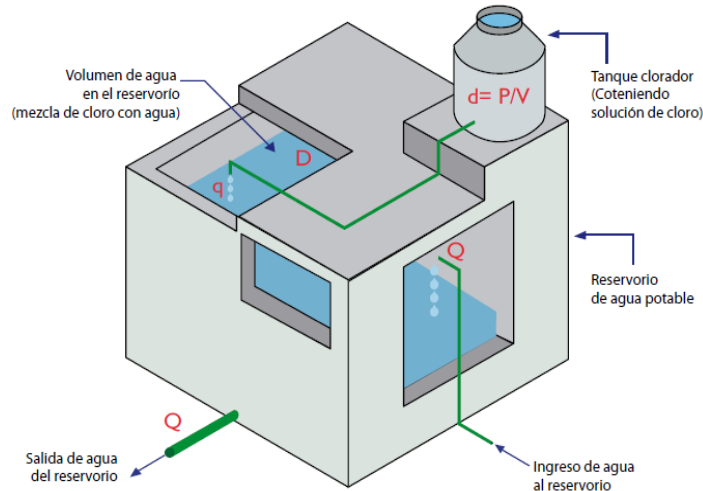
Fuente: Fustamante, N. 2017, p. 32

(PTAP): Es un sistema engranado que cuenta con muchas unidades hidráulicas diseñadas e instaladas con una única finalidad de tratar al agua cruda en sus distintas características tales como: fisicoquímicas, bacteriológicas y organolépticas y, obtener el líquido clorado para consumo humano con parámetros básicos de calidad regidos por nuestro reglamento el D.S N°031-2010-SA (GIZ, 2017, p. 16).

Cloración por goteo: Es un método de cloración que permite la desinfección del agua cruda y convertirla en agua para consumo humano mediante goteos de cloro en solución líquida constante en cantidades calculadas según el requerimiento de

tiempo de recargas. Los componentes esenciales para estos sistemas de cloración es de un tanque clorador y un elemento clorador (GIZ, 2017, p. 37).

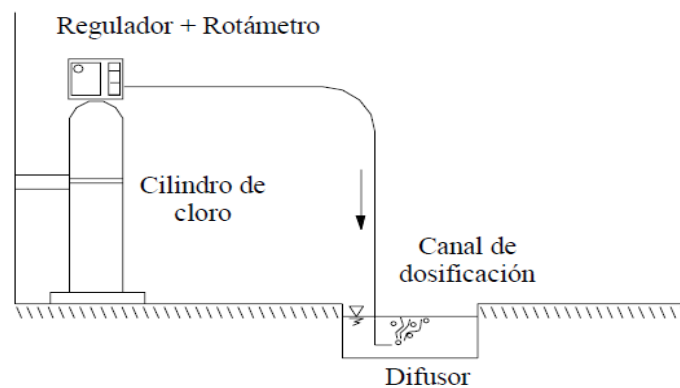
**Figura 4:** Esquema general del sistema de desinfección por goteo



Fuente: GIZ – FPA.

Cloración por inyección directa: Es un método de cloración de agua cruda donde se inyecta directamente cloro en estado gaseoso a presión desde el mismo balón, este método es usualmente aplicado en lugares donde no llega energía eléctrica para operar una bomba periférica. El Cloro gas es suministrado al reservorio mediante un dosificador de inyección directa que es colocado directamente sobre la válvula del balón de gas de cloro sujeta con una abrazadera de tipo yugo, siendo su proceso de operación mediante la presión interna del mismo gas dentro del balón y canalizándose el cloro directamente al agua a tratar (J&S Químicos).

**Figura 5:** Dosificador de cloro gas por inyección directa



Fuente: SOLSONA, F. 2002, p. 45

Cloro gas: Es el estado primario del cloro viene a ser peligrosamente tóxico, capaz de llevar a la muerte a quien permanece por mucho tiempo en su atmosfera. La inhalación producto de una exposición larga es mortal para el operador. La siguiente tabla muestra ciertos efectos tóxicos del cloro gas según su nivel de exposición.

**Tabla 4:** Efectos del cloro gas por su nivel de exposición

Nivel de exposición	Efecto tóxico
0.01 mg/l	Peligroso para los seres acuáticos
3.5 mg/l	Se detecta el olor característico del cloro
Hasta 15 mg/l	Empieza a reaccionar nuestra nariz y ojos con la irritación
50 mg/l	Reacciones peligrosas por su exposición
1000 mg/l	Muerte

Fuente: adaptación de GIZ - FPA

Comparación entre el cloro gas y el hipoclorito de calcio: El cloro comercialmente tiene muchas variantes que, según su concentración de cloro activo, presentación y estabilidad pueden ser las siguientes: Cloro gaseoso e hipoclorito de calcio.

**Tabla 5: Propiedades de la familia del cloro**

Nombre y fórmula	Nombre comercial o común	Características	% de cloro activo	Estabilidad en el tiempo	Seguridad	Envase usual
<b>Cloro gas (Cl<sub>2</sub>)</b>	Cloro gaseoso	Gas licuado a presión	99.5%	Muy buena	Gas altamente tóxico	balones de 40 a 70 kg. Recipientes de 1 a 5 toneladas
<b>Hipoclorito de calcio (Ca(ClO)<sub>2</sub>)</b>	HTH, Perclorón	Polvo y gránulos	Polvo: 20 – 35% Granulado: 65 – 70% Tabletas: 65-70%	Buena, pérdida de 2 a 2.5% por año.	Corrosivo al hidratarse	baldes de plástico de 45 – 135 kg,

Fuente: SOLSONA, F. 2002, p. 45

Relación costo-beneficio: la relación costo-beneficio vienen a ser una forma de medición al momento de tomar una decisión o varias decisiones de gran importancia en la investigación de aplicaciones de nuevos modelos que conlleven un crecimiento conjunto. (Aguilera, 2017)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación

Según Tacillo, 2016, p. 88. El tipo de investigación aplicada es aquella que tiene como característica aprovechar las teorías y leyes científicas probadas y aplicarlas para dar solución a problemas de la realidad.

Manteniendo la misma línea de Tacillo, la presente investigación fue de tipo aplicada porque, en función a las leyes científicas y bases teóricas probadas respaldadas por normas y reglamentos, ayudaron a Comparar los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2021.

Diseño de investigación

El diseño de la tesis cuasiexperimental corresponde a la manipulación deliberada de por lo menos una variable independiente para observar los cambios respecto a la variable dependiente; pero se diferencia al experimento puro, del diseño experimental, en el grado de confiabilidad. Perteneciente a la investigación cuantitativa (Tacillo, 2016, p. 84).

Teniendo como guía a Tacillo, la presente tesis conllevó un diseño de investigación cuasiexperimental, ya que se manipulará la variable independiente (sistema de inyección directa y sistema de goteo) para observar los cambios respecto a la variable dependiente (cloración en reservorios de agua potable).

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable independiente:

$X_1$  = Sistema de inyección directa

$X_2$  = Sistema de goteo

Definición conceptual:

Según (J&S Químicos), El sistema de inyección directa es un método de cloración de agua cruda donde se inyecta directamente cloro en estado gaseoso a presión



desde el mismo balón, este método es usualmente aplicado en lugares donde no llega energía eléctrica para operar una bomba periférica. El Cloro gas es suministrado al reservorio mediante un dosificador de inyección directa que es colocado directamente sobre la válvula del balón de gas de cloro sujeta con una abrazadera de tupo yugo, siendo su proceso de operación mediante la presión interna del mismo gas dentro del balón y canalizándose el cloro directamente al agua a tratar.

Según (GIZ, 2017, p. 37), El sistema de goteo es un método de cloración que permite la desinfección del agua cruda y convertirla en agua para consumo humano mediante goteos de cloro en solución líquida constante en cantidades calculadas según el requerimiento de tiempo de recargas. Los componentes esenciales para estos sistemas de cloración es de un tanque clorador y un elemento clorador.

Definición operacional:

La variable independiente (X1): sistema de inyección directa, fue evaluada en 3 indicadores: cilindro de gas, regulador y tiempo de contacto los cuales determinaron la influencia del sistema en el proceso de cloración directa con gas cloro.

La variable independiente (X2): sistema de goteo, fue evaluada en 4 indicadores: Tanque clorador, solución madre, Tiempo de contacto y caudal de goteo los cuales determinaron la influencia del sistema en el proceso de cloración con hipoclorito de calcio al 70% mediante el sistema de goteo.

Dimensiones 1: Dosificación de inyección directa

Indicadores:

- Cilindro de gas
- Rotámetro
- Tiempo de contacto

Dimensiones 2: Sistema dosificador de cloro

Indicadores:

- Tanque clorador

- Solución madre
- Tiempo de contacto
- Caudal de goteo

Escala de medición X<sub>1</sub>: Razón

Escala de medición X<sub>2</sub>: Razón

Variable dependiente:

Y = Cloración en reservorios de agua potable

Definición conceptual:

Según (GIZ, 2017, p. 20). La cloración en reservorios de agua potable es una actividad u operación necesaria para asegurarnos obtener una agua inocua y potable para la población que la abastezca, su utilización es de carácter obligatorio en todos los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

Definición operacional:

La variable dependiente cloración en reservorios de agua potable se evaluó en 3 dimensiones: Tiempo entre dos recargas sucesivas, parámetros de turbiedad y pH y, comparación económica los cuales determinaran la influencia en la calidad y beneficios del servicio.

Dimensiones 1: Tiempo entre dos descargas sucesivas

Indicadores:

- Comparador de cloro (0.5 mg/l – 2.0 mg/l)

Dimensiones 2: Parámetros de turbiedad y pH (alcalinidad del agua)

Indicadores:

- Turbiedad (UNT): 0 – 5
- pH: 6.5 – 8.5)

Dimensiones 3: Comparación económica

Indicadores:

- Relación costo-beneficio

Escala de medición: Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Población:

La población a la cual se estudió fueron los reservorios de agua potables de la ciudad de Yungay – Ancash.

Muestra:

La muestra de la siguiente investigación fue el reservorio Cochaongo – PTAP de la ciudad de Yungay – Ancash.

Muestreo:

Para la investigación nos apoyamos del muestreo no probabilístico de tipo intensional para la selección de nuestra muestra.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Técnicas:

Según (Tacillo, 2016, p. 65). Las técnicas de recolección de datos vendrían hacer la forma en la que se emplean los distintos instrumentos con la única finalidad de recolectar toda información recogida de una investigación determinada. Estas pueden ser de tipo de observación, encuestas o entrevistas.

Para nuestra investigación la técnica que se llegó a utilizar fue la técnica de observación; ya que, se observó la forma de funcionamiento en los reservorios de agua potable hasta su abastecimiento en las viviendas derivadas.

Instrumentos de recolección de datos:

Los instrumentos utilizados fueron: ficha de recolección de información, manuales de cloración, reglamento como el D.S N°031-2010.SA, balanza, recipiente milimétrico, comparador de cloro residual, reactivo DPD 1, turbidímetro digital, pH metro.

### **3.5. Procedimientos**

Para poder registrarse de datos verídicos y fiables se solicitó un permiso para la investigación a la entidad encargada en la calidad y abastecimiento de agua potable de la ciudad de Yungay, en este caso hablamos de la Municipalidad Provincial de Yungay, esta misma entidad cuenta con 3 reservorios: Reservorio Cochaongo (PTAP), Reservorio Nuevo Progreso y, Reservorio 400m<sup>3</sup>, los cuales suministran de este líquido vital a los pobladores. Los equipos que se utilizaron para comparar dos sistemas de cloración en estos reservorios serán: comparador de cloro digital, turbidímetro digital y un pH metro, estos nos ayudaron a obtener datos de parámetros fisicoquímicos y de cloro residual que llegue a las viviendas y tuvieron que estar bajo normas reglamentarias al D.S N°031-2010. SA.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos que se llegó a utilizar en esta presente tesis fue el método experimental al poder manipular las variables en función a los datos obtenidos en campo y en laboratorio tras los análisis fisicoquímicos y microbiológicos; también nos ayudaron los parámetros de pH y turbidez obtenidos en los reservorios y las viviendas escogidas para su evaluación de calidad bajo los estándares normados en el territorio peruano. Todos estos datos fueron recolectados en una ficha de recolección de información y posteriormente evaluados utilizando el Microsoft Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se deja constancia de que los datos obtenidos en campo y laboratorio los cuales ayudaron a determinar una comparación objetiva entre los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo son propiedad del autor, y en referencia a los cuadros, antecedente y base teórica han sido correctamente citadas dando el reconocimiento a sus autores verdaderos. Todo esto se referencio bajo las normas ISO 690.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

El presente informe de investigación se desarrolló tomando como punto de inicio uno de los tres reservorios que abastece de agua potable a la ciudad de Yungay, para esta evaluación se tomó el reservorio Cochaongo el cual contempla también la única planta de tratamiento de agua potable (PTAP) en la ciudad de estudio. Geográficamente se encuentra ubicada a  $9^{\circ}09'06.44''$  S y  $77^{\circ}43'46.96''$  O a una altitud de 2620 m.s.n.m. Políticamente se ubica en el departamento de Ancash, provincia de Yungay y distrito de Yungay.

### Ubicación

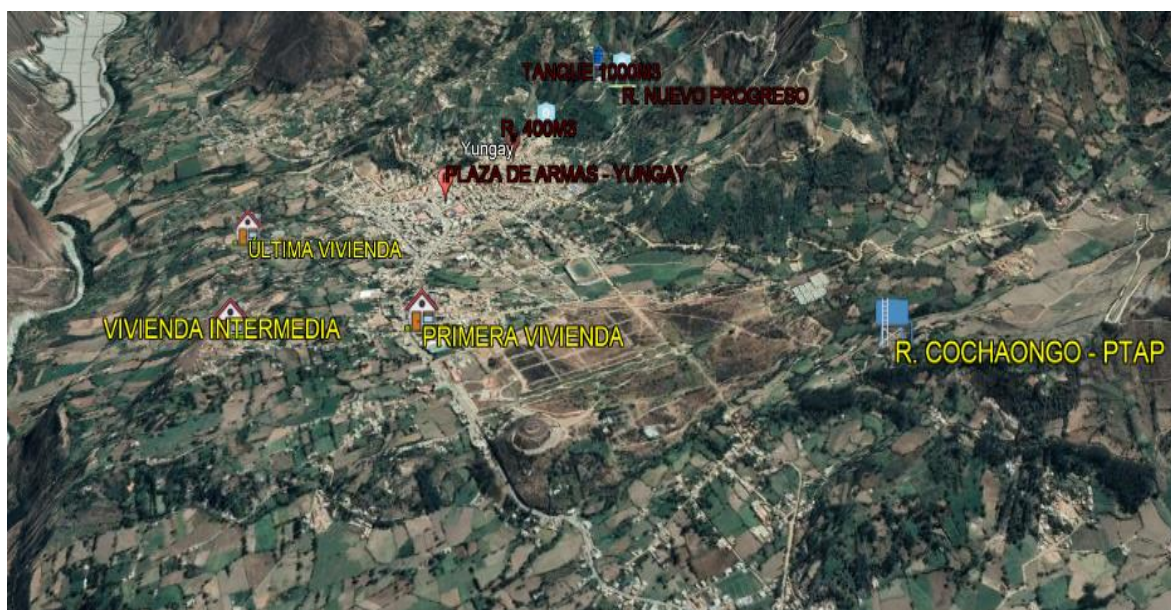
La investigación se localiza en el departamento de Ancash, provincia de Yungay y distrito de Yungay. Siendo la población de estudio los reservorios de la ciudad de Yungay, tomando como muestra el reservorio de Cochaongo-PTAP y tomando como puntos de análisis a 3 viviendas que son abastecidas directamente por este reservorio, estas viviendas las categorizaremos en primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda.

**Figura 6:** Imagen satelital reservorio Cochaongo - PTAP







Fuente: Google Maps – Ciudad de Yungay

**Figura 7:** Ubicación satelital del reservorio y las viviendas en estudio



Fuente: Google Earth

**Tabla 6:** Localización de la muestra a estudiar

Ítems	Zona	Coordenadas UTM		Altitud (m)
		E (m)	S (m)	
 Reservorio	18L	199968.00	8987229.00	2620
 Primera vivienda	18L	198392.00	8987570.00	2523
 Vivienda intermedia	18L	197727.00	8987507.00	2519
 Última vivienda	18L	197494.00	8988383.00	2448

Fuente: Elaboración propia

## Características

La Municipalidad Provincial de Yungay es la encargada del abastecimiento del recurso hídrico para la ciudad de Yungay. Dispone de dos obras hidráulicas de captación superficial de agua ubicadas a las laderas de las montañas en la ruta hacia la Laguna de Llanganuco perteneciente al Parque Nacional Huascarán; también contempla tres reservorios las cuales almacenan el recurso hídrico en estado crudo (agua cruda sin proceso de desinfección): Reservorio Nuevo Progreso (30 m<sup>3</sup>), Reservorio 400 m<sup>3</sup> – Runtu y Reservorio Cochaongo – PTAP (1000 m<sup>3</sup>). Este último es perteneciente a nuestra muestra la cual será evaluada juntamente con 3 viviendas estratégicas de su línea de abastecimiento de agua, donde se analizarán: cloro residual, turbiedad, pH y temperatura del agua. En los dos sistemas de desinfección: cloración por goteo y cloración por inyección directa con cloro gas.

## Resultados de la Calidad Organoléptica de las 2 captaciones y 3 reservorios que abastecen de agua potable a la ciudad de Yungay.

### Calidad Organoléptica Captación María Josefa

**Tabla 7:** Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (Cap. M.J)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Conductividad	μS/cm	49.9 ± 10.48	1500
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	15
pH	Valor de pH	7.12	6.5 - 8.5
Turbiedad	UNT	1.5 ± 0.1	5

μS = micro siemens

UCV = Unidad de Color Verdadero

pH = Potencial Hidrógeno

UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

### Calidad Organoléptica Captación Yanama Chico

**Tabla 8:** Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (Cap. Y.C)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Conductividad	μS/cm	50.6 ± 10.53	1500
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	15

pH	Valor de pH	7.21	<b>6.5 - 8.5</b>
Turbiedad	UNT	1.8 ± 0.1	<b>5</b>

$\mu$ S = micro siemens  
 UCV = Unidad de Color Verdadero  
 pH = Potencial Hidrógeno  
 UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

### Calidad Organoléptica Reservoirio Cochaongo - PTAP

**Tabla 9:** Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. Co. PTAP)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Conductividad	$\mu$ S/cm	51.10 ± 10.73	<b>1500</b>
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	<b>15</b>
pH	Valor de pH	6.93	<b>6.5 - 8.5</b>
Turbiedad	UNT	1.1 ± 0.1	<b>5</b>

$\mu$ S = micro siemens  
 UCV = Unidad de Color Verdadero  
 pH = Potencial Hidrógeno  
 UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

### Calidad Organoléptica Reservoirio Nuevo Progreso

**Tabla 10:** Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. N. P)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Conductividad	$\mu$ S/cm	51.30 ± 10.77	<b>1500</b>
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	<b>15</b>
pH	Valor de pH	7.67	<b>6.5 - 8.5</b>
Turbiedad	UNT	1.3 ± 0.1	<b>5</b>

$\mu$ S = micro siemens  
 UCV = Unidad de Color Verdadero  
 pH = Potencial Hidrógeno  
 UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.



## Calidad Organoléptica Reservoirio 400m3 - Runtu

**Tabla 11:** Comparación de Calidad Organoléptica vs LMP (R. 400m<sup>3</sup>)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Conductividad	μS/cm	54.2 ± 11.38	1500
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	15
pH	Valor de pH	7.08	6.5 - 8.5
Turbiedad	UNT	1.7 ± 0.1	5

μS = micro siemens

UCV = Unidad de Color Verdadero

pH = Potencial Hidrógeno

UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

## Resultados de la Calidad Microbiológica y Parasitológica de las 2 captaciones y 3 reservorios que abastecen de agua potable a la ciudad de Yungay.

### Calidad Microbiológica y Parasitológica Captación María Josefa

**Tabla 12:** Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (Cap. M.J)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100ml	4.5	20
Coliformes Totales	NMP/100ml	14	50
Escherichia Coli	NMP/100ml	<1.8	0

NMP= Método del Número más Probable

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

### Calidad Microbiológica y Parasitológica Captación Yanama Chico

**Tabla 13:** Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (Cap. Y.C)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100ml	2	20

Coliformes Totales	NMP/100ml	7.8	<b>50</b>
Escherichia Coli	NMP/100ml	<1.8	<b>0</b>
NMP= Método del Número más Probable			
Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.			

### Calidad Microbiológica y Parasitológica Reservorio Cochaongo - PTAP

**Tabla 14:** Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. Co. PTAP)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100ml	<1.1	<b>20</b>
Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	<b>50</b>
Escherichia Coli	NMP/100ml	<1.1	<b>0</b>
NMP= Método del Número más Probable			
Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.			

### Calidad Microbiológica y Parasitológica Reservorio Nuevo Progreso

**Tabla 15:** Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. N. P)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100ml	<1.1	<b>20</b>
Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	<b>50</b>
Escherichia Coli	NMP/100ml	<1.1	<b>0</b>
NMP= Método del Número más Probable			
Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.			

## Calidad Microbiológica y Parasitológica Reservoirio 400m3 - Runtu

**Tabla 16:** Comparación de Calidad Microbiológica y Parasitológica vs LMP (R. 400m<sup>3</sup>)

Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	LMP
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100ml	<1.1	20
Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	50
Escherichia Coli	NMP/100ml	<1.1	0

NMP= Método del Número más Probable

Fuente: Laboratorio SGS del Perú S.A.C.

## Resultados de cloro residual, Turbidez y pH en el reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 viviendas estratégicas – Sistema de Goteo.

### Cloro Residual Reservoirio Cochaongo – PTAP

**Tabla 17:** Datos obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo.

Análisis	Cloro residual (mg/l)				Cloro residual mínimo (mg/l)
	Reservoirio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	2.00	1.75	1.46	0.83	0.50
2	1.95	1.77	1.38	0.85	0.50
3	1.98	1.80	1.45	0.78	0.50
4	2.00	1.75	1.50	0.83	0.50
5	2.00	1.72	1.49	0.80	0.50
6	1.99	1.75	1.40	0.76	0.50
7	1.90	1.70	1.38	0.70	0.50
8	1.91	1.72	1.40	0.73	0.50
9	1.86	1.65	1.35	0.64	0.50
10	1.88	1.63	1.30	0.60	0.50
11	1.90	1.71	1.33	0.66	0.50
12	1.91	1.69	1.35	0.68	0.50
13	1.93	1.69	1.38	0.70	0.50

14	1.96	1.70	1.37	0.68	<b>0.50</b>
15	1.98	1.76	1.40	0.75	<b>0.50</b>
16	1.97	1.77	1.39	0.73	<b>0.50</b>
17	1.97	1.78	1.40	0.72	<b>0.50</b>
18	1.98	1.76	1.44	0.75	<b>0.50</b>
19	1.99	1.75	1.44	0.76	<b>0.50</b>
20	1.97	1.75	1.47	0.78	<b>0.50</b>
<b>Prom.</b>	<b>1.95</b>	<b>1.73</b>	<b>1.40</b>	<b>0.74</b>	<b>0.50</b>

Fuente: Elaboración propia

### Turbidez Reservoirio Cochaongo – PTAP

**Tabla 18:** Datos de turbidez obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo.

Análisis	Turbidez (UNT)				LMP (UNT)
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	2.53	2.42	2.38	2.12	<b>5.00</b>
2	2.65	2.50	2.38	2.20	<b>5.00</b>
3	2.70	2.54	2.40	2.28	<b>5.00</b>
4	2.65	2.52	2.38	2.23	<b>5.00</b>
5	2.75	2.70	2.63	2.50	<b>5.00</b>
6	2.76	2.70	2.62	2.52	<b>5.00</b>
7	3.12	3.00	2.95	2.92	<b>5.00</b>
8	3.10	2.99	2.93	2.90	<b>5.00</b>
9	3.40	3.25	3.12	3.10	<b>5.00</b>
10	3.50	3.43	3.30	3.15	<b>5.00</b>
11	3.15	3.10	3.00	2.95	<b>5.00</b>
12	3.12	3.05	2.95	2.90	<b>5.00</b>
13	3.00	2.95	2.90	2.88	<b>5.00</b>
14	2.70	2.65	2.60	2.57	<b>5.00</b>
15	2.68	2.60	2.55	2.50	<b>5.00</b>
16	2.67	2.65	2.60	2.54	<b>5.00</b>
17	2.65	2.60	2.58	2.55	<b>5.00</b>

18	2.66	2.60	2.57	2.53	<b>5.00</b>
19	2.51	2.43	2.38	2.10	<b>5.00</b>
20	2.65	2.55	2.51	2.40	<b>5.00</b>
<b>Prom.</b>	<b>2.85</b>	<b>2.76</b>	<b>2.67</b>	<b>2.60</b>	<b>5.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### pH Reservorio Cochaongo – PTAP

**Tabla 19:** Datos de pH obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Goteo.

Análisis	pH (Unidades de pH)				LMP (pH)
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	7.12	7.10	7.08	7.10	6.5 a 8.50
2	7.10	7.08	7.10	7.00	6.5 a 8.50
3	7.15	7.13	7.10	7.10	6.5 a 8.50
4	7.08	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
5	7.05	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
6	7.10	7.10	7.08	7.10	6.5 a 8.50
7	7.00	7.00	6.95	6.99	6.5 a 8.50
8	7.25	7.20	7.14	7.14	6.5 a 8.50
9	7.30	7.25	7.20	7.18	6.5 a 8.50
10	7.28	7.25	7.18	7.18	6.5 a 8.50
11	7.20	7.15	7.16	7.15	6.5 a 8.50
12	7.13	7.10	7.10	7.10	6.5 a 8.50
13	7.08	7.08	7.10	7.10	6.5 a 8.50
14	7.05	7.00	7.02	7.02	6.5 a 8.50
15	7.02	7.00	6.99	7.00	6.5 a 8.50
16	7.00	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
17	7.02	7.02	7.00	7.00	6.5 a 8.50
18	7.05	7.00	7.02	7.03	6.5 a 8.50
19	7.10	7.10	7.12	7.13	6.5 a 8.50
20	7.15	7.15	7.13	7.10	6.5 a 8.50
<b>Prom.</b>	<b>7.11</b>	<b>7.09</b>	<b>7.07</b>	<b>7.07</b>	6.5 a 8.50

Fuente: Elaboración propia

**Resultados de cloro residual, Turbidez y pH en el reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 viviendas estratégicas – Sistema de Inyección Directa.**

**Cloro Residual Reservorio Cochaongo – PTAP**

**Tabla 20:** Datos obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa.

Análisis	Cloro residual (mg/l)				Cloro residual mínimo (mg/l)
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	2.00	1.80	1.55	1.10	<b>0.50</b>
2	1.98	1.77	1.47	1.08	<b>0.50</b>
3	1.98	1.80	1.45	1.07	<b>0.50</b>
4	2.00	1.75	1.50	1.05	<b>0.50</b>
5	2.00	1.72	1.51	1.08	<b>0.50</b>
6	2.00	1.77	1.49	1.10	<b>0.50</b>
7	1.90	1.69	1.40	1.02	<b>0.50</b>
8	1.93	1.75	1.48	1.02	<b>0.50</b>
9	1.96	1.71	1.45	1.04	<b>0.50</b>
10	1.98	1.73	1.43	1.00	<b>0.50</b>
11	1.95	1.71	1.43	1.01	<b>0.50</b>
12	1.93	1.72	1.45	1.00	<b>0.50</b>
13	1.93	1.69	1.43	1.00	<b>0.50</b>
14	1.96	1.75	1.47	1.05	<b>0.50</b>
15	1.98	1.76	1.44	1.05	<b>0.50</b>
16	1.97	1.75	1.40	1.02	<b>0.50</b>
17	1.97	1.78	1.41	1.00	<b>0.50</b>
18	1.98	1.76	1.44	1.01	<b>0.50</b>
19	1.99	1.75	1.45	1.01	<b>0.50</b>
20	1.98	1.76	1.49	1.00	<b>0.50</b>
<b>Prom.</b>	<b>1.97</b>	<b>1.75</b>	<b>1.46</b>	<b>1.04</b>	<b>0.50</b>

Fuente: Elaboración propia

**Turbidez Reservorio Cochaongo – PTAP**

**Tabla 21:** Datos de turbidez obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa.

Análisis	Turbidez (UNT)				LMP (UNT)
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	2.00	2.02	1.98	2.00	5.00
2	2.01	2.00	2.00	1.97	5.00
3	2.03	2.02	2.00	2.00	5.00
4	1.99	2.00	2.01	2.00	5.00
5	2.00	1.97	1.98	1.99	5.00
6	2.00	2.03	2.00	2.00	5.00
7	2.12	2.08	2.05	2.05	5.00
8	2.10	2.05	2.02	2.00	5.00
9	2.04	2.03	2.04	2.01	5.00
10	2.02	2.00	2.03	2.01	5.00
11	2.00	1.99	1.98	1.98	5.00
12	2.02	2.05	2.03	2.02	5.00
13	2.00	1.95	1.90	1.88	5.00
14	2.00	1.96	1.96	1.97	5.00
15	1.98	1.99	1.99	1.99	5.00
16	1.97	1.98	1.98	1.97	5.00
17	1.99	2.00	2.01	2.00	5.00
18	2.00	2.02	2.02	2.02	5.00
19	2.01	2.03	2.02	2.01	5.00
20	1.95	1.95	1.96	1.97	5.00
Prom.	2.01	2.00	1.99	1.99	5.00

Fuente: Elaboración propia

### pH Reservorio Cochaongo – PTAP

**Tabla 22:** Datos de pH obtenidos de la muestra del reservorio Cochaongo - PTAP y las 3 Viviendas – Sistema de Inyección Directa.

Análisis	pH (Unidades de pH)				LMP (pH)
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda	
1	7.01	7.00	7.01	7.00	6.5 a 8.50
2	7.01	7.01	7.02	7.00	6.5 a 8.50

3	7.00	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
4	6.98	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
5	6.97	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
6	7.00	7.01	7.02	7.01	6.5 a 8.50
7	7.00	7.00	6.97	6.99	6.5 a 8.50
8	7.00	7.02	7.04	7.04	6.5 a 8.50
9	7.00	7.00	7.01	7.01	6.5 a 8.50
10	7.00	7.01	7.00	7.00	6.5 a 8.50
11	7.02	7.01	7.00	7.00	6.5 a 8.50
12	7.00	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
13	6.98	6.99	7.00	7.01	6.5 a 8.50
14	7.00	7.00	7.02	7.02	6.5 a 8.50
15	7.02	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
16	7.00	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
17	7.01	7.01	7.00	7.00	6.5 a 8.50
18	7.00	7.00	7.02	7.02	6.5 a 8.50
19	7.01	7.00	7.00	7.01	6.5 a 8.50
20	7.00	7.00	7.00	7.00	6.5 a 8.50
<b>Prom.</b>	<b>7.00</b>	<b>7.00</b>	<b>7.01</b>	<b>7.01</b>	<b>6.5 a 8.50</b>

Fuente: Elaboración propia

### Resultados del tiempo de recarga y los indicadores del sistema dosificador por goteo con HTH al 70% e inyección directa con cloro gas.

#### Sistema dosificador por goteo con hipoclorito de calcio al 70%

Cálculo 1: Qmd en el reservorio Cochaongo – PTAP.

$$Q_{md} = \frac{Pob \times Dot \times 1.3}{(1 - \%pf) \times 86400}$$

$$Q_{md} = \frac{Pob \times Dot \times 1.3}{(1 - \%pf) \times 86400}$$

$$Q_{md} = \frac{3400 \times 220 \times 1.3}{(1 - 0.20) \times 86400}$$

$$Q_{md} = 14.07 \text{ l/s}$$

Qmd: Caudal máximo diario (l/s)

Pob : Población actual (hab.)

K : Coeficiente de variación = 1.3

Dot : Dotación (l/hab/d)

%pf : Pérdidas físicas = 20%

86400: total segundos en un día (s)



Cálculo 2: Volumen de agua a clorar Cochaongo – PTAP.

$$V = Q \times T$$

$$V = 14.07 \times 86400$$

$$V = 1215648 \text{ l}$$

Q: Caudal de ingreso al reservorio

V: Volumen de agua en un día

T: Total segundos en un día

Cálculo 3: Peso de Hipoclorito de calcio al 70 %

$$Pgr = \frac{V \times Cc}{10 \times \%HTH}$$

$$Pgr = \frac{1215648 \times 2}{10 \times 70}$$

$$Pgr = 3473.28 \text{ gr}$$

$$Pgr = 3500 \text{ gr}$$

Pgr : Peso en gramos de HTH

V : Volumen de agua en un día

Cc : Concentración aplicada mg/l

%HTH : 65 a 70

Cálculo 4: Caudal de goteo

$$q = \frac{Vml}{1440min}$$

$$q = \frac{200 \times 1000 \text{ ml}}{720min}$$

$$q = 277.77 \text{ ml/min}$$

q : Caudal de goteo (ml/min)

V : Volumen del tanque solución madre (ml)

1440 : Tiempo en min. de un día

Nota: **Tiempo de recarga** para este sistema de goteo se estableció cada 12 horas. Por tan motivo en el cálculo se considera solo 720 min.

**Tiempo de contacto** para que el desinfectante desarrolle una correcta desinfección y destruya las bacterias y virus en el agua es de 30 minutos como mínimo (GIZ, 2017).

### **Sistema dosificador por inyección directa con cloro gas**

Cálculo 1: Dosis de cloro a inyectar

Volumen de agua al día = 1215648 l/día

Cloro residual min. = 0.50 mg/l

Demanda de cloro = 1.50 mg/l

Dosis requerida = 2 mg/l

Dosis de cloro a inyectar = Dosis requerida x volumen de agua al día

Dosis de cloro a inyectar = 2 x 10<sup>-6</sup> kg/l x 1215648 l/día

**Dosis de cloro a inyectar = 2.43 kg/día**

### Dosis de cloro a inyectar = 5.35 lb/día

En función al cálculo obtenido concluimos en poder utilizar un **rotámetro** que maneja un sistema de medición de **15 lb/día** máximo, siendo este el mínimo adecuado para manejar una dosis de cloro a inyectar de 5.35 lb/día en el reservorio de Cochaongo – PTAP.

Cálculo 2: Tiempo de contacto

**Figura 8:** Duración del proceso de inactividad en función del pH y concentración

Inactivación de microorganismos a una temperatura promedio de 20° C									
Concentración cloro (mg/L)	pH 6.5			pH 7.5			pH 8.5		
	90%	99%	99.90%	90%	99%	99.90%	90%	99%	99.90%
0.60	15	30	45	21	43	64	31	61	92
1.00	16	31	47	22	45	67	33	65	98
1.40	16	33	499	23	47	70	34	69	103
1.80	17	34	51	25	49	74	36	72	108
2.20	18	35	53	26	51	77	38	75	113
2.60	18	37	55	27	53	80	39	78	117
3.00	19	38	57	28	55	83	41	81	122

Fuente: Portillo, 2013.

Datos reservorio Cochaongo – PTAP

- pH = 7.00
- Temperatura promedio = 20° C
- Dosis de cloro = 2.00 mg/l
- Inactividad al = 99.90%

Nota: Los datos obtenidos en el cuadro tienen una denominación Tc, y se interpreta con la siguiente unidad, mg x min/l

Tc = Cantidad de concentración de cloro a dosificar por el tiempo de contacto entre el cloro y el microorganismo.

Ya que nuestra dosis de cloro no aparece directamente en el cuadro de ayuda, interpolaremos para obtener el Tc.

$$\frac{2.20 - 2.00}{2.00 - 1.80} = \frac{77 - Tc}{Tc - 74}$$

$$\frac{0.20}{0.20} = \frac{77 - T_c}{T_c - 74}$$

$$T_c = 75.5 \text{ mg x min/l}$$

Tiempo de contacto del cloro gas en el reservorio

Tiempo de contacto =  $T_c$  / dosis de cloro

Tiempo de contacto =  $75.5 \text{ mg x min/l} / 2.00 \text{ mg/l}$

**Tiempo de contacto = 37.75 minutos**

Cálculo 3: Cilindro de gas y tiempo de recarga

En temperatura promedio ambiental de 20° C la presión del cilindro con cloro gas será de 80 PSI, en esta investigación se trabajó analizando un **cilindro de 150 lb o 68 kg** de contenido de cloro gas.

Con el cálculo de la dosis diaria de cloro gas podemos determinar el tiempo de recarga con el uso de cada cilindro de 150 lb.

Tiempo de recarga = capacidad del cilindro / dosis de cloro a inyectar

Tiempo de recarga =  $150 \text{ lb} / 5.35 \text{ lb/día}$

**Tiempo de recarga = 28 días**

**Resultados de la relación costo – beneficio entre el uso de los sistemas de inyección directa y de goteo.**

**Sistema de inyección directa con cloro gas**

**Tabla 23:** Presupuesto de implementación del clorador por inyección directa

COSTO DE LA IMPLEMENTACION DEL CLORADOR POR INYECCION DIRECTA				
N°	ITEM	UM	CANTIDAD	PRECIO
01	CLORADOR DIRECTO DE 40 PPD MARCA REGAL (USA) MODELO 610	UND	1	2,500.00
02	CILINDRO DE ACERO MARCA INFLEX PARA CLORO GAS DE 68 KG (CON CARGA DE CLORO)	UND	1	730.00
03	BALANZA MECANICA TIPO PLATAFORMA DE 500 KG CON RUEDAS Y PESAS CALIBRADAS	UND	1	340.00
	SUBTOTAL			3,570.00

IGV (18%)	642.60
TOTAL, US\$	4,212.00
TOTAL, S/	15,668.64

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24:** Presupuesto de recarga de cloro gas al año

COSTO DE LA RECARGA DE GAS DE CLORO EN EL RESERVORIO COCHAONGO - PTAP			
DESCRIPCION	P. U	CANTIDAD	TOTAL
CILINDRO DE CLORO GAS	S/ 552.49	12	S/ 7,182.37

Fuente: Elaboración propia

### Sistema de cloración por goteo con HTH al 70%

**Tabla 25:** Consumo de Hipoclorito de Calcio al 70% granulado

CONSUMO DE HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% GRANULADO - COCHAONGO		
CONSUMO DE CLORO DIARIO	CONSUMO DE CLORO MENSUAL	CONSUMO DE CLORO AL AÑO
3.5 kg	108.5 kg	1302 kg

Fuente: Elaboración propia

Los datos expuestos en la tabla 25, son el resultado de los cálculos obtenidos en el apartado 4.8.1 dentro del cálculo 3.

**Tabla 26:** Presupuesto en insumo del Hipoclorito de calcio al 70% granulado

COSTO DEL HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70 %			
DESCRIPCION	P. U	CANTIDAD	TOTAL
HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% (GRANULADO)	S/ 25.00	1,302 KG	S/ 32,550.00

Fuente: Elaboración propia

A la fecha el hipoclorito de calcio se consigue en presentaciones de 1, 4, 10, 25 y 45 kg. El precio actual por el de 25 kg es de 625 soles, esto nos da un valor referencial de 25 soles el kilogramo de hipoclorito de calcio al 70% granulado.

**Tabla 27:** Cuadro comparativo entre costos en la implementación e insumo en cloro para los dos sistemas de desinfección.

SISTEMA DE DESINFECCIÓN			
INYECCIÓN DIRECTA		GOTEO CON HTH 70%	
IMPLEMENTACIÓN	INSUMO	IMPLEMENTACIÓN	INSUMO
S/ 15,668.64	S/ 7,182.37	S/ 0.00	S/ 32,550.00
S/ 22,851.01		S/ 32,550.00	

Fuente: Elaboración propia

Se observa que bajo la comparativa de precio el sistema de inyección directa tendría un costo menor por cerca de S/ 10,000.00, aunque en la práctica esto es beneficioso hay otros factores que deberemos tener en cuenta para la idónea elección de un sistema de desinfección para un determinado lugar.

**Tabla 28:** Cuadro comparativo entre la eficiencia en resultados obtenidos entre los dos sistemas de desinfección.

SISTEMA DE DESINFECCIÓN					
INYECCIÓN DIRECTA			GOTEO CON HTH 70%		
ÚLTIMA VIVIENDA			ÚLTIMA VIVIENDA		
COLORO RESIDUAL (MG/L)	TURBIDEZ (UNT)	pH	COLORO RESIDUAL (MG/L)	TURBIDEZ (UNT)	pH
0.74	2.60	7.07	1.04	1.99	7.01

Fuente: Elaboración propia

Ambos sistemas de desinfección nos proporcionan valores óptimos que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el Reglamento DS 031-2010 – SA. Estos resultados nos demuestran que la calidad del servicio de agua potable en la ciudad de Yungay está libre de bacterias y virus que pondrían en peligro la salud del consumidor.

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se tuvo como primer objetivo determinar el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022; la dimensión tomada para la medición fue el tiempo de dos recargas sucesivas con el uso de estos dos sistemas de desinfección, los métodos cuantificadores tienen como antecedente a Salazar (2018), donde se observó que en función al volumen de agua diaria a clorar en el reservorio de estudio para el caso 116640 litros que luego por beneficios de mantenimiento y supervisión al reservorio la preparación de la solución madre tendría como término de gasto 7 días al criterio del evaluador, conllevando a esto un volumen de agua a clorar de 816480 litros a la semana que necesitó de 1749.6 gr de hipoclorito de calcio a la semana utilizando el método de desinfección de goteo que a su vez mantuvo un caudal de goteo de 59.5 ml/min, en contraste para este mismo método de cloración utilizado en nuestra investigación se determinó en los resultados que para nuestro volumen de agua al día ingresante al reservorio Cochaongo fue de 1215648 litros al día que necesitó de 3500 gr de hipoclorito de calcio al 70% granulado con un caudal de goteo de 277,77 ml/min en dos tiempos de recargas al día (cada 12 horas), esto al uso actual del sistema en uso y por condiciones de mantenimiento y supervisión. Para el caso del sistema de desinfección por inyección directa tenemos como antecedente a Portillo (2013), que para 1200 m<sup>3</sup> de agua y una dosis de cloro de 2.6 mg/l, la dosis de cloro a inyectar fue de 6 lb/día, necesitando un rotámetro de 15 lb/día máximo. Contrastando con nuestros resultados en nuestra investigación tenemos para estos mismos parámetros los siguientes resultados que para un volumen de agua a clorar al día de 1215 m<sup>3</sup> y una dosis de cloro de 2 mg/l, la dosis de cloro a inyectar es de 5.35 lb/día, necesitando el mismo rotámetro de 15 lb/ día máximo. En ambas evaluaciones para este uso del método por inyección directa el tiempo de contacto del desinfectante con el líquido es mínimo de 30 min y el tiempo de recarga al ser balones de cloro gas de 150 lb (68 kg) la recarga está en función al consumo, para estos dos casos fue de mínimo 28 a 30 días el gasto de los balones con cloro gas.

Para nuestro segundo objetivo el cual fue determinar la calidad de agua en cuestión de valores de turbiedad y pH en los sistemas de inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022; la dimensión tomada para la medición fue los parámetros de turbidez y pH, este análisis se aborda como antecedente primigenio al DS N°031-2010-SA vigente en la actualidad (2022), donde se señala que el nivel de turbidez del agua para consumo humano tiene que contener como máximo 5 UNT y para el pH del agua estar dentro de los parámetros de 6.5 a 8.5 unidades de pH (potencial hidrógeno). En nuestra investigación evaluada en 3 puntos estratégicos: reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda; analizadas por 20 días para los dos sistemas de desinfección dieron los siguientes valores. Sistema de goteo: (datos promedios de turbidez): R= 2.85, PV= 2.76, VI= 2.67, UV= 2.60. (datos promedios de pH): R= 7.11, PV= 7.09, VI= 7.07, UV= 7.07. Sistema de Inyección directa: (datos promedios de turbidez): R= 2.01, PV= 2.00, VI= 1.99, UV= 1.99. (datos promedios de pH): R= 7.00, PV= 7.00, VI= 7.01, UV= 7.01. para este mismo reglamento en mención el cloro residual en la vivienda ultima viene normado con el valor de 0.5 mg/l como mínimo en la última vivienda, contrastado en nuestros resultados con el primer método de cloración nos arroja en la última vivienda 0.74 mg/l como promedio y para el segundo método por inyección directa nos arroja 1.04 mg/l, con esto corroboramos resultados óptimos en función a la normativa de nuestro país para el monitoreo del consumo de agua potable. De igual forma en Olivares (2016) podemos contrastar el mejoramiento de la calidad del agua con el usos del sistema de cloración por goteo con hipoclorito de calcio al 70% ya que para esta ocasión se realizó la comparativa de la calidad del agua antes y después de la habilitación con este sistema de desinfección; arrojando datos previos desfavorables y nocivos por debajo de los límites mencionados en el DS N°031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano; todo lo contrario con el uso del sistema de goteo, proporcionándonos valores de cloro residual mayores a 0.50 mg/l y turbidez y pH controlados bajo los parámetros, y en función a nuestros resultados podemos afirmar que obtuvimos valores similares e idóneos bajo el uso de los mismos sistemas de desinfección vistos en los antecedentes mencionados.

Como último objetivo de nuestra investigación se propuso determinar la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022; la dimensión que nos ayudó a llegar a nuestro objetivo fue una comparación económica en función al costo-beneficio en relación con la habitación e insumos tanto del sistema por goteo y el de inyección directa. Para Aguilera (2017) la relación costo-beneficio vienen a ser una forma de medición al momento de tomar una decisión o varias decisiones de gran importancia en la investigación de aplicaciones de nuevos modelos que conlleven un crecimiento conjunto. Puesto en la práctica para esta investigación donde evaluamos el costo-beneficio al uso o al posible uso de los sistemas de desinfección por goteo y por inyección directa tenemos como resultados que para el primer sistema de goteo el costo de implementación y recarga vendría a alcanzar la suma de S/ 32,550.00 en comparativa al de inyección directa que costaría S/ 22,851.01 estos montos son para el trabajo de un año en ambos sistemas; contrastando con el beneficio de ambos sistemas no hay mucho que reclamarles, ambos sistemas arrojan como resultado un abastecimiento de agua de óptima calidad bajo los parámetros del reglamento DS N°031-2010-SA. Esto nos lleva a considerar unas cuantas variables más para la elección de uno de estos dos sistemas de desinfección.



## VI. CONCLUSIONES

1. En esta tesis se comparó los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable. Lo más importante de la comparación de estos dos sistemas de desinfección fue dimensionarlas en sectores de estudio que fueron los componentes de cada sistema dosificador, estas a su vez se ayudaron de parámetros normativos localizados en el reglamento DS N°031-2010-SA como cloro residual, turbidez y pH del agua para consumo humano; conjuntamente con una evaluación costo-beneficio en la implementación de estos dos sistemas se concluyó que tanto el sistema de inyección directa y de goteo logran abastecer de una calidad óptima y están dentro de los LMP del reglamento en mención, sumando a esto el resultado de costo-beneficio se determina que el sistema de inyección directa tendría una mejor comparativa frente al sistema de goteo, esto permite desechar la hipótesis planteada al inicio de la investigación; sin embargo, se ha comprobado que el sistema de goteo en la ciudad del estudio tiene una mejor disposición por los trabajadores en el uso y manipuleo permitiendo el trabajo con el cloro en su estado menos peligroso (hipoclorito de calcio al 70% granulado).
2. En esta tesis se determinó el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, lo más importante al determinar el tiempo entre recargas sucesivas de estos dos sistemas es contemplar la idea que ambos tienen formas distintas al momento de calcular el peso del hipoclorito de calcio a usar (para el sistema de goteo) y en el caso de inyección directa encontrar la dosis a inyectar. Para el caso de este último sistema solo se calcula el rendimiento en días en función a la dosificación diaria del balón de 150 libras de cloro gas, para este estudio se determinó que fue de 28 días calendarios la recarga de cloración; sin embargo para el caso del sistema de goteo con hipoclorito de calcio al 70% el tiempo de recarga aparte de los cálculos hechos también se considera la optimización del servicio, la limpieza y manteneamientos en reservorios, por ello en la ciudad de estudio se vienen usando un tiempo de recarga de cada 12 horas y no de 15 a 30 días como se encontró en

antecedentes descritos en la investigación. Con ello se afirma la hipótesis adoptada para este objetivo.

3. En esta tesis se determinó la calidad de agua en cuestión de valores de turbiedad y PH en los sistemas de inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, para lograr esto se tuvo que comparar valores en campo obtenidos de un arduo monitoreo en 3 puntos estratégicos de la línea de abastecimiento para este reservorio por 20 días. Los valores promedios para ambos sistemas de desinfección fueron para el sistema de goteo: (datos promedios de turbidez): R= 2.85, PV= 2.76, VI= 2.67, UV= 2.60. (datos promedios de pH): R= 7.11, PV= 7.09, VI= 7.07, UV= 7.07. Sistema de Inyección directa: (datos promedios de turbidez): R= 2.01, PV= 2.00, VI= 1.99, UV= 1.99. (datos promedios de pH): R= 7.00, PV= 7.00, VI= 7.01, UV= 7.01. se concluyó que ambos sistemas cumplen el objetivo de abastecer agua para consumo humano idónea, comparando los resultados descritos podemos desechar la hipótesis mencionada para este objetivo, ya que el sistema de inyección directa entrega datos ligeramente mejores que el sistema de goteo.
4. En esta tesis se determinó la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, para responder a este objetivo analizamos dos parámetros: implementación y costo del insumo (cloro) de ambos sistemas de desinfección, se concluyó que para el sistema de goteo el costo de implementación y recarga vendría a alcanzar la suma de S/ 32,550.00 en comparativa al de inyección directa que costaría S/ 22,851.01 estos montos son para el trabajo de un año en ambos sistemas. Solo con el análisis de estos dos parámetros se desecha la hipótesis de este objetivo ya que se logra desmentir la inconsistencia en costo para la población siempre en cuando la empresa prestadora del servicio encargada a la calidad del agua para la población sea administrada por la municipalidad, en caso sea inversión privada o de costeo por la propia población siempre es mejor contar con el sistema de goteo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Al análisis de costo-beneficio contrastada en esta investigación se recomienda también considera otras variables como: Mantenimiento, minimizar los riesgos con los estados del cloro, capacitación técnica a los operarios, usos correctos de los sistemas en función al tamaño de la población, construcción de estructuras pertenecientes al sistema empleado.
2. Por más que tengamos manuales y guías para las habilitaciones de sistemas de desinfección en los distintos lugares rurales y urbanos del interior de nuestro país, siempre es recomendable analizar el modelo y contemplar el uso correcto para la ciudad en estudio y así poder tener una obra única y con las necesidades de la población en cuestión.
3. Para la habilitación e implementación de un sistema de inyección directa con cloro gas, se recomienda de forma estricta la construcción de un ambiente que proteja al operario y pueda mitigar los riesgos por respiro de cloro gaseoso en posibles fugas, este ambiente se recomienda que tenga unos muros abiertos en la parte superior al sobrecimiento, una altura mínima de 60 cm, esto se justifica ya que el cloro gaseoso es 2.5 veces más pesado que el aire y al momento de una fuga el cloro estará al ras del suelo.

## **REFERENCIAS**

AGUILERA DIAZ, Anailys. *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas*. [en línea]. Artículo científico. Universidad de la Habana, Cuba, 2017, julio – diciembre. Vol. 11, no. 2 [Consultado 15 de junio 2022]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022)

AGUIRRE HUAQUISTO, Myriam, HUAMAN AGUILAR, Jorge. *Mejoramiento de la calidad del agua, para lograr condiciones de salubridad mediante cloración por goteo: centro poblado Camjata, Puno 2020*. [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2020. [Consultado 30 de abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60917>

*Caracterización de Fuentes de Agua y del Agua para consumo Humano: RD N°160-2015/DIGESA/SA – Lima* [en línea]. [Consultado 30 de setiembre 2021]. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC): *Muéstrame los fundamentos científicos: Cómo lavarse las manos*. 10 de agosto 2021 [en línea]. [Consultado 11 de julio 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/handwashing/esp/show-me-the-science-handwashing.html>

CONCHA OLIVARES, Leonardo James. *Mejoramiento de la calidad de agua de los pobladores en la localidad de Casacán de la provincia de Ambo* [en línea]. Informe de prácticas. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, 2016. [Consultado 29 de setiembre 2021]. Disponible en: [https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/PRACTICAS%20PRE%20PROFESIONALES%20-%20CONCHA%20OLIVARES.pdf](https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICAS%20PRE%20PROFESIONALES%20-%20CONCHA%20OLIVARES.pdf)

DÍAZ DÍAZ, Merli Edith, RIOS VASQUEZ, Ana Verónica. *Determinación de cloro residual en agua de consumo humano del centro poblado La Palma, distrito San*

Bernardino, 2019 [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, 2020. [Consultado 27 de setiembre 2021]. Disponible en: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23891/D%20c3%adaz%20D%20c3%adaz%2c%20Merli%20Edith%20-%20Rios%20Vasquez%2c%20Ana%20Veronica.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23891/D%c3%adaz%20D%20c3%adaz%2c%20Merli%20Edith%20-%20Rios%20Vasquez%2c%20Ana%20Veronica.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

DORCAS Alfa, SUDESH Rathilal, V. L. Pillay, KUMNANDI Pikwa, CHOLLOM Matha N. *Development and evaluation of a small scale water disinfection system* [en línea]. 2016, julio; 6(3): 389-400. [Consultado 02 de octubre]. DOI: <https://doi.org/10.2166/washdev.2016.093>

EA Roshani Edirisinghe, DR Anuruddhika Dissanayake, Charmalie L Abayasekera. *Efficacy of calcium hypochlorite and ultraviolet irradiation against Mycobacterium fortuitum and Mycobacterium marinum* [en línea]. 2017, julio-setiembre; 6(3):311-314. [Consultado 01 de octubre]. DOI: [https://doi.org/10.4103/ijmy.ijmy\\_88\\_17](https://doi.org/10.4103/ijmy.ijmy_88_17)

EFUS CABRERA, Luis Alberto. *Utilización del hipoclorito de calcio para tratamiento de agua para consumo de la población del caserío Coyunde Grande, Hualgayoc*. [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2020. [Consultado 01 de mayo 2022]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49393/Efus\\_CLA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49393/Efus_CLA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

EL SHERBINY MM, SATHEESH S., BA AKDAH MA. *Physiological Responses of Marine Macroalgae to Chlorine Dioxide Treatment*. [en línea]. 2021, abril; 37(1). [Consultado 28 de abril 2022]. DOI: [10.1007/s41208-020-00269-x](https://doi.org/10.1007/s41208-020-00269-x)

EPHREM TEFERA Solomon, SIRAK Robele, HELMUT Kloos, BEZATU Mengistie. *Effect of household water treatment with chlorine on diarrhea among children under the age of five years in rural areas of Dire Dawa, eastern Ethiopia: a cluster randomized controlled trial* [en línea]. 2020, junio; 64. [Consultado 02 de octubre]. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00680-9>

FUSTAMANTE, Nilsson. Programa PROAGUA. *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Fondo Contravalor Perú-Alemania [en línea]. Lima, 2017. [Consultado 10 de octubre]. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf)

GÁMIZ CARO, Javier. *Contribución al modelado e implementación de un control avanzado para un proceso de cloración de una Estación de Tratamiento de Agua Potable* [en línea]. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Barcelona, 2020. [Consultado 26 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=b2176be5-ef44-4a55-af2b-03082b7c7129%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=edstdx&AN=edstdx.10803.671887>

Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ): *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* [en línea]. Lima, 2017. [Consultado 04 de octubre]. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf)

GÓMEZ-LÓPEZ VM. *Chlorine Dioxide*. [en línea]. 2014, enero. ISBN: 978-012386454-3, 978-012386455-0 [Consultado 30 de abril 2022]. DOI: [10.1016/B978-0-12-386454-3.00278-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00278-5)

HERREROS VALDERRAMA, María Elena, TARQUI BARRIONUEVO, Mercy Natali. *Evaluación de materiales e implementación de controles para el sistema de abastecimiento en los sectores de Apipa y Amazonas Cono Norte – Cerro Colorado* [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Nacional de San Agustín, 2015. [Consultado 06 de octubre 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4019/IQtabamn093.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HSIEH Jennifer L., NGUYEN Trang Quyen, MATTE Thomas, ITO Kazuhiko. *Drinking Water Turbidity and Emergency Department Visits for Gastrointestinal Illness in New York City, 2002-2009* [en línea]. 2015, julio; 10(4): e0125071. [Consultado 27 de abril 2022]. DOI: [10.1371/journal.pone.0125071](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125071). Disponible en: <http://www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info:doi/10.1371/journal.pone.0125071&representation=PDF>

J&S QUÍMICOS. *Dosificador de inyección directa* [en línea] [Consultado 09 de octubre]. Disponible en: <https://quimicosparaelagua.com/project/dosificador-inyeccion-directa/>

MALHOTRA, Sita, SIDHU, Shailpreet K., DEVI, Pushpa. *Assessment of bacteriological quality of drinking water from various sources in Amritsar district of northern India*. [en línea]. 2015, agosto; 9(8). [Consultado 20 de abril 2022]. DOI: [10.3855/jidc.6010](https://doi.org/10.3855/jidc.6010). Disponible en: <http://www.jidc.org/index.php/journal/article/download/6010/1359>

MOHAMMAD, Gheibi, MOHSEN, Karrabi, MOHAMMAD, Eftekhari. *Designing a smart risk analysis method for gas chlorination units of water treatment plants with combination of Failure Mode Effects Analysis, Shannon Entropy, and Petri Net Modeling*. [en línea]. 2019, abril; 17(1). [Consultado 29 de abril 2022]. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2019.01.032](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.032)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. *Medición del cloro residual en el agua* [en línea]. Guía técnica N°11 – revisión mayo 2009. [Consultado 09 de octubre]. Disponible en: <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *La desinfección del agua* [en línea]. 1999. [Consultado 08 de octubre]. Disponible en:



<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48221/WtrDsnfS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PÉREZ CHANCA, Roli Elito, RAMOS CASTELLANOS, Gisela. *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica-2018* [en línea] Tesis pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2018. [Consultado 30 de setiembre 2021]. Disponible en:

[https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS\\_2018\\_ING.AMB.\\_PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS_2018_ING.AMB._PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PILLACA GOMEZ, Maira Pamela. *Tratamiento de agua potable por cloración. Revisión sistemática 2021*. [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2020. [Consultado 01 de mayo 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75468>

PORTILLO VÁSQUEZ, Jorge Alberto. *Desarrollo de una propuesta para el sistema de desinfección de cloro gas, aplicado a la distribución de agua del tanque Labor de Castilla, de la empresa Abastesa* [en línea]. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2013. [Consultado 24 de abril 2022]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2807\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2807_IN.pdf)

*Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano: D.S. N°031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima* [en línea]. [Consultado 20 de setiembre 2021]. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

RIBEIRO, Maura Regina, DE ABREU, Luis Carlos, LAPORTA, Gabriel Zorello. *Drinking water and rural schools in the Western Amazon: An environmental intervention study* [en línea]. 2018, 1(6): e4993. [Consultado 25 de abril 2022]. DOI: [10.7717/peerj.4993](https://doi.org/10.7717/peerj.4993)

RIVERA A.L. “*Calidad del agua*”, in foro internacional del agua. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia, 2018. vol. 8, No. 15 especial, pp. 79-94. [Consultado 27 de setiembre 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/262448143\\_Water\\_quality\\_index\\_in\\_surface\\_sources\\_used\\_in\\_water\\_production\\_for\\_human\\_consumption\\_A\\_critical\\_review](https://www.researchgate.net/publication/262448143_Water_quality_index_in_surface_sources_used_in_water_production_for_human_consumption_A_critical_review)

SALAZAR SILVA, Ramón Arístides. *Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable* [en línea]. Tesis pregrado. Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, 2018. [Consultado 27 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14786/Salazar%20Silva%20Ramon%20Aristides.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALDAÑA VASQUEZ, Edwin Jhon. *Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca – 2017* [en línea]. Tesis pregrado. Tesis pregrado. Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, 2017. [Consultado 29 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14209/Salda%c3%b1a%20V%c3%a1squez%20Edwin%20Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salud con Lupa. *Perú: alerta por el pico más alto de casos de dengue en los últimos 4 años*. 06 de abril 2022 [en línea]. [Consultado 11 de julio 2022]. Disponible en: <https://saludconlupa.com/noticias/peru-alerta-por-el-pico-mas-alto-de-casos-de-dengue-de-los-ultimos-4-anos/>

SOLSONA, Felipe, MÉNDEZ, Juan Pablo. *Desinfección del agua* [en línea]. Lima, 2002. [Consultado 13 de octubre 2021]. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52807/DESINFECCIONAGUACEPI-S-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SUMARAN SALAS, Isaac Saúl. *Evaluación de la calidad de agua de consumo humano en 3 centros poblados del distrito de Luyando como parte del cumplimiento del programa de incentivos del MEF-2019* [en línea]. Informe de prácticas. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, 2019. [Consultado 29 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epirnr/EVAL.%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20AGUA%20DE%20CONSUMO%20EN%203%20CENTROS%20POBLADOS.pdf>

TACILLO YAULI, Elvis Fernando. *Metodología de la investigación científica* [en línea]. Libro electrónico. UJBM-Institucional: Universidad Jaime Bausate y Meza. 2016. [Consultado 15 de octubre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.bausate.edu.pe/handle/bausate/36>

WEIHANG, Ouyang, TIANHAO, Chen, YIHAO, Shi, LIANGYU, Tong, YANG YU, Chen, WEIWEN, Wang, JIAJUN, Yang, JINKAI, Xue. *Physico-chemical processes*. [en línea]. 2019, octubre; 91(10). [Consultado 30 de abril 2022]. DOI: [10.1002/wer.1231](https://doi.org/10.1002/wer.1231)

XING-FANG, Li, WILLIAM A. Mitch. *Drinking Water Disinfection Byproducts (DBPs) and Human Health Effects: Multidisciplinary Challenges and Opportunities*. [en línea]. 2018, febrero; 52(4). [Consultado 30 de abril 2022]. DOI: [10.1021/acs.est.7b05440](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05440)

XU, Jiang, MUNÁN, Zhao, FENG, Ji, CHONGWEI, Cui. *Prediction of chlorination disinfection by-product trichloromethane generation model of raw water in northeast China*. [en línea]. 2020, noviembre; 52(11). [Consultado 30 de abril 2022]. DOI: [10.11918/201906127](https://doi.org/10.11918/201906127)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TITULO: Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022

Autor: Lozano Saenz Bryan Junior

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el resultado del estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Comparar los sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El sistema de goteo recoge las mejores ventajas de cloración de agua potable para la ciudad de Yungay</p>	<p>Variable Independiente (X<sub>1</sub>): Sistema de inyección directa</p> <p>Variable Independiente (X<sub>2</sub>): Sistema de goteo</p>	<p>Dosificador de inyección directa</p> <p>Sistema dosificador de cloro</p>	<p>Cilindro de gas Rotámetro Tiempo de contacto</p> <p>Tanque clorador Solución madre Tiempo de contacto Caudal de goteo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ficha de recolección de información</li> <li>Balanza</li> <li>Recipiente milimétrico</li> <li>Manual de cloración</li> <li>Ficha de recolección de información</li> </ul>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuál será el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar el tiempo que transcurre entre dos recargas de cloración en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>El sistema de goteo cuenta con un tiempo de recarga óptima y sencilla para los operarios técnicos encargados en el monitoreo de calidad.</p>	<p>Variable Dependiente (Y): Cloración en reservorios de agua potable</p>	<p>Tiempo entre dos recargas sucesivas</p>	<p>Comparador de Cloro: 0.5 mg/l – 2.0 mg/l</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparador de cloro digital</li> <li>Reactivo DPD 1</li> <li>Reglamento: DS N°031-2010-SA</li> <li>Ficha de recolección de información</li> <li>Manual de cloración</li> </ul>
<p>¿Cuáles serán los valores de turbiedad y PH del agua en los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022?</p>	<p>Determinar la calidad de agua en cuestión de valores de turbiedad y PH en los sistemas de inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.</p>	<p>El sistema de goteo mostró mejores resultados en los análisis de los parámetros de turbiedad y pH frente al sistema de inyección directa.</p>		<p>Parámetros de turbiedad y pH (alcalinidad del agua)</p>	<p>Turbiedad (UNT): 0 – 5</p> <p>pH: 6.5 – 8.5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Turbidímetro portátil</li> <li>pH-metro</li> <li>Reglamento: DS N°031-2010-SA</li> <li>Ficha de recolección de información</li> </ul>
<p>¿Cuál es la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022?</p>	<p>Determinar la relación costo-beneficio de los sistemas de desinfección por inyección directa y de goteo en los reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022.</p>	<p>En relación con el costo-beneficio el sistema de cloración directa resulta elevada e inconsistente para con la población que abastecen los reservorios frente al sistema de goteo.</p>		<p>Comparación económica</p>	<p>Relación costo-beneficio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presupuesto</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X <sub>1</sub> ): Sistema de inyección directa	Según (J&S Químicos), El sistema de inyección directa es un método de cloración de agua cruda donde se inyecta directamente cloro en estado gaseoso a presión desde el mismo balón, este método es usualmente aplicado en lugares donde no llega energía eléctrica para operar una bomba periférica. El Cloro gas es suministrado al reservorio mediante un dosificador de inyección directa que es colocado directamente sobre la válvula del balón de gas de cloro sujeta con una abrazadera de tupo yugo, siendo su proceso de operación mediante la presión interna del mismo gas dentro del balón y canalizándose el cloro directamente al agua a tratar.	La variable independiente 1: sistema de inyección directa, será evaluada en 3 indicadores: cilindro de gas, rotámetro y tiempo de contacto los cuales determinaran la influencia del sistema en el proceso de cloración directa con gas cloro.	Dosificador de inyección directa	Cilindro de gas Rotámetro Tiempo de contacto	Razón
Variable Independiente (X <sub>2</sub> ): Sistema de goteo	Según (GIZ, 2017, p. 37), El sistema de goteo es un método de cloración que permite la desinfección del agua cruda y convertirla en agua para consumo humano mediante goteos de cloro en solución líquida constante en cantidades calculadas según el requerimiento de tiempo de recargas. Los componentes esenciales para estos sistemas de cloración es de un tanque clorador y un elemento clorador.	La variable independiente 2: sistema de goteo, será evaluada en 4 indicadores: Tanque clorador, solución madre, Tiempo de contacto y caudal de goteo los cuales determinaran la influencia del sistema en el proceso de cloración con hipoclorito de calcio al 70% mediante el sistema de goteo.	Sistema dosificador de cloro	Tanque clorador Solución madre Tiempo de contacto Caudal de goteo	Razón
Variable Dependiente (Y): Cloración en reservorios de agua potable	Según (GIZ, 2017, p. 20). La cloración en reservorios de agua potable es una actividad u operación necesaria para asegurarnos obtener una agua inocua y potable para la población que la abastezca, su utilización es de carácter obligatorio en todos los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.	La variable dependiente cloración en reservorios de agua potable se evaluará en 3 dimensiones: Tiempo entre dos recargas sucesivas, parámetros de turbiedad y pH y, comparación económica los cuales determinaran la influencia en la calidad y beneficios del servicio.	Tiempo entre dos recargas sucesivas	Comparador de Cloro: 0.5 mg/l – 2.00 mg/l	Razón
			Parámetros de turbiedad y pH (alcalinidad del agua)	Turbiedad (UNT): 0 – 5 pH: 6.5 – 8.5	Razón
			Comparación económica	Relación costo-beneficio	Razón

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 3: PERMISO PARA INVESTIGACIÓN

**“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”**

### SOLICITUD DE PERMISO

**A** : **ING. HENRY WILFREDO HUAROMA ROMERO**  
GERENTE DE DESARROLLO ECONÓMICO Y AMBIENTAL

**DE** : **LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR**  
TESISTA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA NORTE

**ASUNTO** : SOLICITUD DE PERMISO PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN PARA TESIS

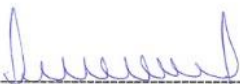
**FECHA** : Yungay, 18 de octubre del 2021.

---

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, soy alumno del IX ciclo de la Universidad Cesar Vallejo – sede Lima Norte, **LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR**, DNI: 72478955, Tesista de la escuela de Ingeniería Civil, Título de la Tesis: “Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2021”. Para la realización de mi investigación requiero mediciones y monitoreos en los distintos reservorios que cuenta la ciudad de Yungay. Por tal motivo solicito a su despacho me pueda aceptar mi solicitud de poder realizar las actividades descritas líneas arriba en el tiempo que dure mi investigación.

Es todo en cuanto solicito a su persona y despacho.

Atentamente,

  
ING. HENRY WILFREDO HUAROMA ROMERO  
GERENTE DE DESARROLLO ECONÓMICO Y AMBIENTAL

  
72478955  
LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR  
Tesista

  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGAY  
Ing. Huaroma Romero Henry Wilfredo  
GERENTE DE DESARROLLO ECONÓMICO Y AMBIENTAL  
Solicitud Aceptada

**“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”**

**SOLICITUD DE PERMISO**

**A** : **ING. ALEXIS EFRAÍN PRUDENCIO ÑOPE**  
RESPONSABLE DEL ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL

**DE** : **LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR**  
TESISTA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA NORTE

**ASUNTO** : SOLICITUD DE PERMISO PARA UTILIZAR LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DESCRITOS EN EL INFORME N°059 – 2021 – GRA-GRDS-DIRES/DESC-DSA-SB/PYRV

**FECHA** : Yungay, 03 de mayo del 2022.

---

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, soy alumno del X ciclo de la Universidad Cesar Vallejo – sede Lima Norte, **LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR**, DNI: 72478955, Tesista de la escuela de Ingeniería Civil, Título de la Tesis: **“Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2021”**. Para la realización de mi investigación requiero mediciones y monitoreos en los distintos reservorios que cuenta la ciudad, a la vez para fortalecer la investigación es propicio contar con análisis en laboratorio de las muestras tomadas tanto en las captaciones y reservorios de agua que abastece a la ciudad de Yungay. Por tal motivo solicito a su despacho me pueda aceptar mi solicitud de poder utilizar los resultados de análisis: microbiológicos y parasitológicos, calidad organoléptica y químicos inorgánicos realizados por el laboratorio SGS del Perú S.A.C. con el fin de realizar las actividades descritas líneas arriba en el tiempo que dure mi investigación.

Es todo en cuanto solicito a su persona y despacho.

Atentamente.

  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGAY  
Ing. Alexis Efraín Prudencio Ñope  
RESPONSABLE DEL ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL

ING. ALEXIS EFRAÍN PRUDENCIO ÑOPE  
RESPONSABLE DEL ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL

  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGAY  
Ing. Huatoma Romero Henry Wilfredo  
SERENTE DE DESARROLLO ECONÓMICO Y AMBIENTAL  
Solicitud Aceptada  
72478955

LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR  
Tesista



## ANEXO 4: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO



20 DICIEMBRE 2021 <sup>100 años del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia</sup>

Huaraz,

OFICIO N° **003020** -2021-GRA-GRDS-DIRES/DESC-DSA-SB.

Doc.: 1856649  
Exp.: 01105388

Sr.  
Fernando Ciro CASIO CONSOLACIÓN  
Alcalde Provincial de Yungay  
Plaza de Armas S/N - Yungay  
Yungay. -

**ASUNTO** : Interpretación de resultados de laboratorio de análisis de agua para consumo humano.

**REFERENCIA** : OFICIO N° 0290-2021-MPY/02.10

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y en atención al documento de referencia, se le hace llegar el **INFORME N°059 -2021- GRA-GRDS-DIRES/DESC-DSA-SB/PYRV**; con la interpretación del resultado del informe de ensayo de la calidad del agua destinada para consumo humano del Distrito de Yungay – Departamento de Ancash.

Es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de consideración y estima.

Atentamente,



JGMDL/GKLC/JKH/pyrv  
C.c. Archivo.  
Secretaria

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
Dirección Regional de Salud - Ancash  
*Dr. José G. Morales de la Cruz*  
Dr. José G. Morales de la Cruz  
DIRECTOR REGIONAL DE SALUD ANCASH  
CMP N° 46041

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**INFORME N°059 -2021- GRA-GRDS-DIRES/DESC-DSA-SB/PYRV**

**A :** Mg. Karina Jaramillo Henostroza  
Directora de Salud Ambiental

**DE :** Blgo. Paolo Y. Rimarachin Varas  
Equipo Técnico PVICA - DSA

**ASUNTO :** Interpretación de resultados de muestras de Agua destinada para consumo humano de la Ciudad de Yungay.

**FECHA :** Huaraz, 15 de diciembre del 2021

Doc.: 01851677  
Exp.: 01105388

**1. ANTECEDENTES**

Mediante el Oficio N°0290-2021-MPY/02.10 de fecha 13.10.2021, el Sr. Fernando Ciro CASIO CONSOLACIÓN, alcalde de la Municipalidad provincial de Yungay, provincia de Yungay de la región Ancash, solicita a la Dirección de Salud Ambiental de la DIRESA Ancash, la interpretación de resultados de caracterización del análisis de agua para consumo humano, cuyas muestras fueron analizadas en el Laboratorio SGS del Perú S.A.C., con registro por INACAL N° LE - 002.

**2. MARCO LEGAL**

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley General de Salud - Ley N° 26842, publicado el 20 de julio de 1997.
- La Ley General del Ambiente - Ley N° 28611, publicado el 15 de octubre de 2005.
- Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338, publicado el 01 de abril del 2009.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado con Decreto Supremo N° 001-2010-SA y publicado el 24 de marzo del 2010
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo humano, aprobado con Decreto Supremo N° 031-2010-SA y publicado el 26 de setiembre del 2010.
- Directiva Sanitaria para la Interpretación de Resultados de Ensayo de Calidad de Agua, aprobada mediante la Resolución Directoral N°3930-2009/DIGESA/SA y publicada el 24 de setiembre del 2009.
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA), aprobada mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y publicado el 06 de junio del 2017.

**3. EVALUACIÓN**

- Los puntos muestreados de captación se tomarán como referencia de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) D.S. N° 004-2017-MINAM (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección). Así mismo se tomará como referencia el Reglamento de Calidad del agua para consumo humano aprobado con decreto D.S. N° 031 2010-S.A. (aguas destinadas a la producción de agua para consumo humano).

**Tabla N°01. DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO**

N°	DEPART.	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA
01	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	YUNGAY	CAPTACION / AGUA SUPERFICIAL	MARIA JOSEFA - LLANGANUCO



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección de Salud Ambiental  
Dirección de Salud Ambiental

**20 DIC 2021**

Reg. ....  
Hora: ..... Firma: .....

Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 - Huaraz Telefax (43) - 428699  
E-mail dsambientalancash@gmail.com www.diresancash.gob.pe

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL

**Blgo. Paolo Y. Rimarachin Varas**  
AREA DE SANEAMIENTO BASICO - PVICA  
N° 11674

	GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH	GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO SOCIAL	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD ANCASH	DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL
---	-----------------------------	--	------------------------------------	------------------------------

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

02	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	YUNGAY	CAPTACION / AGUA SUPERFICIAL	YANAMA CHICO
03	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	YUNGAY	PLANTA DE TRATAMIENTO	COCHAONGO
04	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	YUNGAY	RESERVORIO	NUEVO PROGRESO
05	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	YUNGAY	RESERVORIO	BARRIOS ALTOS

N°G.S.T. Gravedad sin tratamiento Fuente. Informe de Ensayo

**Tabla N°02. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS: INFORME DE ENSAYO MA2106217 Rev.0, MA2106218 Rev. 0 y MA2106219 Rev. 0**

Fuente: Informe de ensayo Laboratorio SGS del Perú S.A.C.	Datos del expediente	Punto de muestreo/ Fuentes		Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM
	Descripción del punto de muestreo	Captación YANAMA CHICO	Captación MARIA JOSE LLANGANUCO	
	Fecha de muestreo	4/03/2021	4/03/2021	
	Hora de muestreo	14:26	12:00	
	Matriz analizada	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	
	Código del Laboratorio	MA2106218 Rev. 0	MA2106217 REV. 0	
	Parámetros	Unidad de medida	CALIDAD ORGANOLÉPTICA	
Conductividad	µS/cm	50.6 ± 10.53	49.9 ± 10.48	1500
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	<1.0	15
pH	Valor de pH	7.21*	7.12*	6.5 a 8.6
Turbiedad	UNT	1.8 ± 0.1	1.5 ± 0.1	5
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /L	0.577 ± 0.087	0.301 ± 0.045	250
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	16.5 ± 0.8	16.8 ± 0.8	500
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /L	8.03 ± 0.96	8.53 ± 1.02	250
Sólidos Totales disueltos	mg/L	45 ± 5	45 ± 5	1000
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	<0.062	<0.062	50
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	<0.006	<0.006	3
Cianuro	mg/L	<0.0008	<0.0008	0.07
Fluoruros	mg F <sup>-</sup> /L	0.431 ± 0.056	0.441 ± 0.057	1.5



DIRESA - DSA

Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 – Huaraz  
E-mail dsambientalancash@gmail.com www.diresancash.gob.pe

  
 GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL  
**Blgo. Paolo A. Rimarchin Varas**  
 ÁREA DE SANEAMIENTO BÁSICO - PVICA  
 C.B.R. 11674

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Parámetros	Unidad de medida	QUÍMICOS INORGÁNICOS		LMP
Aluminio (Al)	mg/L	0.078 ± 0.007	0.102 ± 0.009	0.9
Antimonio (Sb)	mg/L	<0.0013	<0.00013	0.02
Arsénico (As)	mg/L	<0.00010	<0.00010	0.01
Bario (Ba)	mg/L	0.0024 ± 0.0002	<0.0003	0.7
Berilio (Be)	mg/L	<0.00006	<0.00006	0.012
Bismuto (Bi)	mg/L	<0.00003	<0.00003	N.I.
Boro (B)	mg/L	<0.006	<0.006	2.4
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.00003	<0.00003	N.I.
Calcio (Ca)	mg/L	6.316 ± 0.632	6.828 ± 0.683	0.003
Cerio (Ce)	mg/L	<0.00024	<0.00024	N.I.
Cesio (Cs)	mg/L	<0.0003	<0.0003	N.I.
Cobalto (Co)	mg/L	<0.00003	<0.00003	N.I.
Cobre (Cu)	mg/L	<0.00009	<0.00009	2
Cromo (Cr)	mg/L	<0.0003	<0.0003	0.05
Estaño (Sn)	mg/L	<0.00010	<0.00010	N.I.
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0234 ± 0.0021	0.0220 ± 0.0020	N.I.
Fosforo (P)	mg/L	<0.047	<0.047	N.I.
Galio (Ga)	mg/L	<0.00012	<0.00012	N.I.
Germanio (Ge)	mg/L	<0.0006	<0.0006	N.I.
Hafnio	mg/L	<0.00015	<0.00015	N.I.
Hierro (Fe)	mg/L	0.0538 ± 0.0043	0.0504 ± 0.0040	0.3
Lantano (La)	mg/L	<0.0015	<0.0015	N.I.
Litio (Li)	mg/L	0.0044 ± 0.0004	<0.0037 ± 0.0003	N.I.
Lutencio (Lu)	mg/L	<0.00006	<0.00006	N.I.
Magnesio (Mg)	mg/L	0.471 ± 0.057	0.458 ± 0.055	N.I.
Manganeso (Mn)	mg/L	0.00287 ± 0.00020	0.00280 ± 0.00020	0.4
Mercurio (Hg)	mg/L	<0.00009	<0.00009	0.001
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00639 ± 0.00147	0.00647 ± 0.00149	0.07
Niobio (Nb)	mg/L	<0.0015	<0.0015	N.I.
Niquel (Ni)	mg/L	<0.0006	<0.0006	0.07
Plata (Ag)	mg/L	<0.000010	<0.000010	N.I.
Plomo (Pb)	mg/L	<0.0006	<0.0006	0.01
Potasio (K)	mg/L	0.25 ± 0.02	0.21 ± 0.02	N.I.
Selenio (Se)	mg/L	0.0022 ± 0.0002	0.0022 ± 0.0002	N.I.
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	<0.0013	<0.0013	0.04
Silicio (S)	mg/L	6.87* ± 0.82	6.03* ± 0.72	N.I.
Sodio (Na)	mg/L	3.21 ± 0.39	2.82 ± 0.34	N.I.
Rubidio (Rb)	mg/L	2.48 ± 0.273	2.118 ± 0.233	N.I.



DIRESA - DSA Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 - Huaraz Telefax (43) - 428593  
 E-mail dsambientalancah@gmail.com www.diresancash.gob.pe

  
 Bigo. Paolo Y. Rimorachin Varas  
 AREA DE SAMANEAMIENTO BASICO - PVICA  
 C.B.P. 11674

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Talio (Tl)	mg/L	<0.00006	<0.00006	N.I.
Tantalo (Ta)	mg/L	<0.0021	<0.0021	N.I.
Teluro	mg/L	<0.003	<0.003	N.I.
Thorio (Th)	mg/L	<0.00019	<0.00019	N.I.
Titanio (Ti)	mg/L	0.0023 ± 0.0003	0.0025 ± 0.0003	N.I.
Uranio (U)	mg/L	0.001875 ± 0.000394	0.002218 ± 0.000466	0.02
Vanadio (V)	mg/L	<0.0003	<0.0003	N.I.
Wolfranio (W)/Tungsteno	mg/L	<0.0006	<0.0006	N.I.
Yterbio	mg/L	<0.00006	<0.00006	N.I.
Zinc (Zn)	mg/L	<0.0026	<0.0026	3
Zirconio (Zr)	mg/L	<0.00045	<0.00045	N.I.
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		<b>LMP</b>
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	2	4.5	20
Coliformes Totales	NMP/100mL	7.8	14	50
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.8	<1.8	0

NO INDICA(NI): Parámetros no considerados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL.

	No supera los Límites Máximos Permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM
	Supera los Límites Máximos Permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N°03. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS: INFORME DE ENSAYO MA2106220 Rev.0 Y MA2106221**

**REV. 0**

Fuente: Informe de ensayo Laboratorio SGS del Perú S.A.C.	<b>Datos del expediente</b>	<b>Punto de muestreo/ Fuentes</b>			<b>Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-S.A.</b>
	<b>Descripción del punto de muestreo</b>	Reservorio NUEVO PROGRESO	Reservorio BARRIOS ALTOS	PTAP COCHAONGO	
	<b>Fecha de muestreo</b>	4/03/2021	4/03/2021	4/03/2021	
	<b>Hora de muestreo</b>	17:02	17:40	16:20	
	<b>Matriz analizada</b>	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	
	<b>Código del Laboratorio</b>	MA2106220 REV. 0	MA2106221 REV. 0	MA2106219 REV. 0	
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>CALIDAD ORGANOLÉPTICA</b>			<b>LMP</b>



DIRESA - DSA

Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 – Huaraz    Telefax (43) – 428593  
E-mail dsambientalancash@gmail.com    www.diresancash.gob.pe

  
**Digo Paolo X. Rimarechin Varas**  
 AREA DE SANAMIENTO BASICO - PVICA  
 C.B.P. 11674

	GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH	GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO SOCIAL	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD ANCASH	DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL
---	-----------------------------	--	------------------------------------	------------------------------

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Parámetros	Unidad de medida	QUÍMICOS INORGÁNICOS			LMP
Conductividad	µS/cm	51.30 ± 10.77	54.2 ± 11.38	51.10 ± 10.73	1500
Color	UCV escala Pt/Co	<1.0	<1.0	<1 *	15
pH	Valor de pH	7.67*	7.08*	6.93*	6.5 a 8.5
Turbiedad	UNT	1.3 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.1* ± 0.1	5
Cloruros	mg Cl/L	0.645 ± 0.097	1.307 ± 0.196	0.671 ± 0.101	250
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	16.3 ± 0.8	19.8 ± 1.0	18.2 ± 0.9	500
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	8.25 ± 0.99	8.50 ± 1.02		250
Sólidos Totales disueltos	mg/L	46 ± 6	49 ± 5	45 ± 5	1000
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	<0.062	0.121 ± 0.0018	0.101* ± 0.015	50
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	<0.006	<0.006	0.019* ± 0.005	3
Cianuro	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.07
Fluoruros	mg F/L	0.414 ± 0.054	0.453 ± 0.059	0.388 ± 0.050	1
Aluminio (Al)	mg/L	0.097 ± 0.009	0.122 ± 0.011	0.062 ± 0.06	0.2
Antimonio (Sb)	mg/L	<0.00013	<0.00013	<0.00013	0.02
Arsénico (As)	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.01
Bario (Ba)	mg/L	0.0021 ± 0.0002	0.0022 ± 0.0002	0.0029 ± 0.0003	0.7
Berilio (Be)	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	N.I.
Bismuto (Bi)	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	N.I.
Boro (B)	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	1.5
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.003
Calcio (Ca)	mg/L	6.032 ± 0.603	6.947 ± 0.695	6.377 ± 0.638	N.I.
Cerio (Ce)	mg/L	<0.00024	<0.00024	<0.00024	N.I.
Cesio (Cs)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	N.I.
Cobalto (Co)	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	N.I.
Cobre (Cu)	mg/L	<0.00009	<0.00009	0.00790 ± 0.00198	2
Cromo (Cr)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Estaño (Sn)	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	N.I.
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0386 ± 0.0035	0.0408 ± 0.0037	0.0437 ± 0.0039	N.I.
Fosforo (P)	mg/L	<0.047	<0.047	<0.047	N.I.
Galio (Ga)	mg/L	<0.00012	0.00014 ± 0.00001	<0.00012	N.I.
Germanio (Ge)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	N.I.
Hafnio	mg/L	<0.00015	<0.00015	<0.00015	N.I.
Hierro (Fe)	mg/L	0.0629 ± 0.0050	0.0971 ± 0.0078	0.0347 ± 0.0028	0.3
Lantano (La)	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	N.I.
Litio (Li)	mg/L	0.0049 ± 0.0004	0.0049 ± 0.0004	0.0059 ± 0.0005	N.I.
Lutencio (Lu)	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	N.I.
Magnesio (Mg)	mg/L	0.427 ± 0.051	0.442 ± 0.053	0.4840 ± 0.058	N.I.



DIRESA - DSA

Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 - Huaraz Telefax (43) - 428593  
E-mail dsambientalancash@gmail.com www.diresancash.gob.pe

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL  
Ing. Paolo Rimarichin Varas  
AREA DE MANEJO AMBIENTAL - PVICA

	GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH	GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO SOCIAL	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD ANCASH	DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL
---	--------------------------------	---	---------------------------------------	---------------------------------

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Manganeso (Mn)	mg/L	0.00221 ± 0.00015	0.00254 ± 0.00018	0.00071 ± 0.0005	0.4
Mercurio (Hg)	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00635 ± 0.00146	0.00660 ± 0.00152	0.00631 ± 0.00145	0.07
Niobio (Nb)	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	N.I.
Niquel (Ni)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.02
Plata (Ag)	mg/L	<0.000010	<0.000010	<0.000010	N.I.
Plomo (Pb)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.01
Potasio (K)	mg/L	0.70 ± 0.06	0.73 ± 0.06	0.69 ± 0.06	N.I.
Selenio (Se)	mg/L	0.0018 ± 0.0002	0.0021 ± 0.0002	0.0019 ± 0.0002	0.01
Silice (SiO2)	mg/L	<0.0013	<0.0013	<0.0013	N.I.
Silicio (S)	mg/L	6.52* ± 0.78	6.72* ± 0.81	7.11* ± 0.85	N.I.
Sodio (Na)	mg/L	3.05 ± 0.37	3.14 ± 0.38	3.32 ± 0.40	200
Rubidio (Rb)	mg/L	1.780 ± 0.196	1.92 ± 0.211	2.205 ± 0.243	N.I.
Talio (Tl)	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	N.I.
Tantalio (Ta)	mg/L	<0.0021	<0.0021	<0.0021	N.I.
Teluro	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	N.I.
Thorio (Th)	mg/L	<0.00019	<0.00019	<0.00019	N.I.
Titanio (Ti)	mg/L	0.0023 ± 0.0003	0.0029 ± 0.0004	<0.0006	N.I.
Uranio (U)	mg/L	0.002346 ± 0.000493	0.002591 ± 0.000544	0.001495 ± 0.000314	0.015
Vanadio (V)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	N.I.
Wolfranio (W)/Tungsteno	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	N.I.
Yterbio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	N.I.
Zinc (Zn)	mg/L	<0.0026	<0.0026	0.0035 ± 0.0004	3
Zirconio (Zr)	mg/L	<0.00015	<0.00045	<0.00045	N.I.
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>			<b>LMP</b>
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	<1.1	<1.1	<1.1 *	≤1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.1	<1.1	<1.1 *	≤1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.1	<1.1	<1.1	0



NO INDICA(NI): Parámetros no considerados en los D.S. N°031-2010-S.A.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL-DA.

	No supera los Límites Máximos Permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM
	Supera los Límites Máximos Permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM



DIRESA - DSA

Av. Confraternidad Internacional Oeste N°1544 - Huaraz  
E-mail dsambientalancash@gmail.com www.diresancash.gob.pe

Teléfono 054 28593174

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

4. **CONCLUSIONES:**

- De acuerdo al informe de ensayo del Laboratorio SGS del Perú S.A.C., con registro por INACAL N° LE – 002., de las muestras de agua para consumo humano de las **CAPTACIONES MARIA JOSEFA LLANGANUCO Y YANAMA CHICO** del Distrito de Yungay – Provincia de Yungay **CUMPLE** con los Límites Máximos Permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS. N° 004-2017-MINAM, para los Parámetros de los parámetros Físico - Químicos, Inorgánicos y Microbiológicos.
- De acuerdo al informe de ensayo del Laboratorio SGS del Perú S.A.C., con registro por INACAL N° LE – 002., de las muestras de agua para consumo humano de la **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE COCHAONGO, RESERVORIO NUEVO PROGRESO Y RESERVORIO BARRIOS ALTOS** del Distrito de Yungay– Provincia de Yungay **CUMPLE** los límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), para los Parámetros de los parámetros Físico - Químicos, Inorgánicos y Microbiológicos
- La Entidad administradora y su representante legal son solidariamente responsables de las fuentes en mención.
- No todos los Parámetros evaluados por el laboratorio SAG S.A.C, están acreditados por INACAL-DA.

5. **RECOMENDACIONES**

- Realizar la limpieza (interna y externa) y desinfección del sistema de agua para consumo humano por lo menos 04 veces al año, para posteriormente realizar la **CLORACIÓN** asegurando que sea permanente y que en todos los puntos de la red exista la concentración mínima de 0.5 mg/L de cloro residual libre para cumplir con los valores permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N°031-2010-S.A.); ya que de acuerdo a los resultados obtenidos por el laboratorio son aguas que para ser potable requiere la **DESINFECCIÓN Y CLORACIÓN**.
  - Realizar en posteriores evaluaciones la medición de parámetros que están establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobado con decreto D.S. N° 031-2010-SA y *Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) del D.S. N° 004-2017-MINAM*, de los parámetros Organolépticos y Químico Inorgánico, en Laboratorios que presenten acreditación de todos sus parámetros por INACAL-DA, con la finalidad de tener un resultado veraz y confiable.
- Remitir el presente informe a la Municipalidad Provincial de Yungay, para su conocimiento y acciones correspondientes en marco de sus competencias y así mejorar la calidad del agua que se suministra a la población, de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Legislativo 1280 - Ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento.



Es todo cuanto informo para los fines que crea conveniente.

Atentamente,

KH/ptv  
E.L.  
Archivo

  
GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL  
  
Digo. Paolo Y. Rumarachin Varas  
AREA DE SANEAMIENTO BASICO - PVICA  
D.L. 11674



## ANEXO 5: COTIZACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA CON CLORO GAS

### R - CHEMICAL S.A.C.

Av. Buenavista 165 Int. 401 Urb. Chacarilla - San Borja  
R.U.C. N° 20492677206

FECHA: 13/05/2021

HORA: 10:23:51

PAGINA: 1

### PEDIDO N° 00012533

<b>SEÑOR(ES)</b>	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGAY	<b>FECHA</b>	13/05/2021
<b>DIRECCIÓN</b>	PZA.DE ARMAS S/N - YUNGAY - ANCASH (ANCAS)	<b>COND. PAGO</b>	CONTADO / CONTRA
<b>R.U.C.</b>	20193334262	<b>MONEDA</b>	DOLARES AMERICANOS
<b>ATENCIÓN</b>	ING CRISTIAN KAISER MEJIA	<b>TELÉFONO</b>	
<b>VENDEDOR</b>	SILVANA QUIJANDRIA	<b>PRIORIDAD</b>	NORMAL
<b>DOC. REF.</b>		<b>F. ENTREGA</b>	13/05/2021

CODIGO	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	V. VENTA	% DCT.	% FIC.	TOTAL
0000000241	CLORADOR DIRECTO DE 40 PPD MARCA REGAL (USA) MODELO 610	UND	1.000	2 500.0000	0.00	0.00	2 500.00
0000000260	CILINDRO DE ACERO MARCA INFLEX PARA CLORO GAS DE 68 KG.	UND	2.000	730.0000	0.00	0.00	1 460.00
0000000261	llenos (con carga de cloro) BALANZA MECANICA TIPO PLATAFORMA DE 500 KG. CON RUEDAS Y PESAS CALIBRADAS.	UND	1.000	340.0000	0.00	0.00	340.00

#### OBSERVACIONES

Tiempo de Entrega: 04 días hábiles posterior a su O/C y depósito.  
Lugar de Entrega:  
Clientes en Lima: En nuestras oficinas en San Borja  
Clientes en Provincia: En una agencia de Transportes en Lima (La Victoria).  
Validez de Oferta: 07 días calendarios.  
Forma de Pago: Con su orden de compra.  
Deposito en Cta. Cte. BANCO CONTINENTAL

Cta. Corriente Dólares: 0011-0117-0100074245

<b>SUBTOTAL</b>	4 300.00
0.00 % <b>DCTO.</b>	0.00
18.00 % <b>IGV</b>	774.00
<b>TOTAL US\$</b>	5 074.00

## COLORADOR DE INYECCION DIRECTA MODELO 610

Marca: REGAL (USA)

Somos distribuidores exclusivos de:



### Clorador Directo a Cloro Gas



**R-CHEMICAL** empresa especializada en el tratamiento y desinfección de agua es el distribuidor en el Perú de los Cloradores a Gas marca **REGAL**.

Está diseñado para montarlo directamente sobre la válvula del cilindro de cloro por medio de una abrazadera resistente tipo yugo. El flujo de cloro es ajustado y regulado manualmente por un regulador opuesto al resorte del diafragma que también contiene una válvula de cierre de seguridad. El vacío es proporcionado por la misma presión del gas contenida dentro del cilindro.

### CARACTERÍSTICAS

El modelo **REGAL 610** incorpora mucho mejor los materiales disponibles con la última tecnología del diseño y manufactura, a fin de reducir las posibilidades de mantenimiento, simplificar la construcción y mejorar la operación.

### USO

El modelo 610 de inyección directa está específicamente diseñado para instalarse en lugares donde no hay energía eléctrica para accionar una bomba booster.

### CAPACIDADES

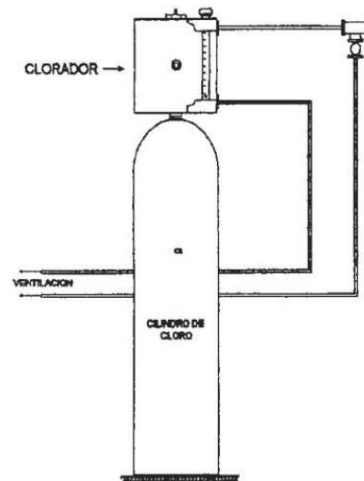
Tubo rotámetro estándar de vidrio con medición dual con capacidad máxima de 6, 15, 40, 75 y 100 PPD. Con rango de 20:1 por ejemplo para una capacidad máxima de 40 PPD, puede medir y controlar la dosificación del gas cloro entre 2 y 40 libras/día.

### AJUSTE DEL FLUJO

El flujo de gas cloro se regula con una presión reducida de 20 Psig (1,4 Kg/cm<sup>2</sup>) por medio de un regulador de diafragma con resortes opuestos hecho íntegramente de materiales resistentes al cloro, lo que produce la reducción de la presión de cloro del cilindro.

### COMPONENTES

El equipo clorador de inyección directa **REGAL** modelo 610, consta del clorador que va montado directamente sobre el cilindro de gas cloro de 150 lbs; una válvula manual de alivio de presión que se instala en la línea de cloro entre el clorador y el difusor; un inyector difusor conjunto que incorpora internamente una válvula check. Además viene con accesorios como las mangueras de 3/8" para las conexiones de cloro; empaques de plomo; abrazaderas para anclar el conjunto del difusor en el fondo del tanque o del canal donde se aplique el cloro; y un kits de repuestos completos para el mantenimiento del equipo.





La seguridad inicia precisamente en la válvula del cilindro, con la horquilla de montaje REGAL, tipo tornillo de banca, de servicio pesado.

### INSTALACION

Hay 02 tipos básicos de instalación del conjunto inyector-difusor. El tipo A de instalación se refiere al sistema de aplicación de gas cloro en una tubería; y el tipo B generalmente el más frecuente en nuestros acueductos, contempla la aplicación del gas en un tanque ó canal mediante un difusor poroso.

### VALVULA MANUAL DE ALIVIO

Esta válvula es fabricada en material ABS. Cuando se cambia de cilindro, antes de que esté completamente vacío, algo de cloro puede permanecer bajo presión dentro del sistema. Esta presión es básicamente igual a la contrapresión en el punto de aplicación del cloro y debe ser evacuada antes de quitar el clorador del cilindro. Esta válvula permite al operador sacar el gas cloro atrapado dentro del sistema a un punto remoto de la atmósfera por medio de una manguera de 3/8", sin causar daño alguno a los equipos ni al personal técnico.

### OPERACION

El cloro es un gas potencialmente peligroso, por ello debe tenerse en cuenta lo siguiente: no mueva los cilindros sin tener bien puesto y ajustado el capuchón de la válvula. Proteja los cilindros con una cadena sujeta a la pared, que abrace los 2/3 de su altura, esto para evitar los golpes o ser tumbados. Antes de montar el clorador, limpie bien el conducto de salida de la válvula y la superficie donde va sentarse el empaque de plomo. Use siempre una junta nueva cada vez que cambie de cilindro y verifique que siempre sea de plomo y no de otro material. Monte el equipo clorador 610 sobre la válvula del cilindro colocando el yugo de montaje sobre la válvula de bronce. Evite un ajuste excesivo que pueda aplastar el empaque y ocasionar daños y roturas en el cuerpo del clorador.

### SERVICIO

La mayoría de los problemas los puede manejar el usuario, sin herramientas especiales. Si eso no es posible, o deseable, el clorador se puede enviar a las instalaciones del distribuidor **R CHEMICAL** para su evaluación, revisión y pruebas necesarias para su optimización. Si la unidad fuera dada de baja, enviaremos una unidad recambio si la garantía ofrecida está vigente.

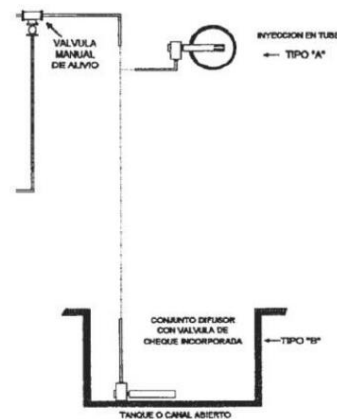
### APLICACIONES

El clorador **REGAL 610** es de gran demanda en la desinfección de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras y municipales, control de algas y limo, aguas de proceso. Sobre todo para instalaciones alejadas de la ciudad donde la energía eléctrica no está disponible.

### VENTAJAS

Seis razones para ahorrar dinero:

- Menos componentes reducen los costos, su diseño sencillo con 68 partes le da una mayor vida útil al equipo.
- Repuestos disponibles al momento que el usuario lo requiere o solicita.
- Personal especializado le brinda asesoría permanente desde el diseño hasta la post venta de los equipos.
- Equipos fabricados con la última tecnología le otorgan una mayor vida útil.
- Componentes críticos con garantía ilimitada.
- Todos los componentes son fabricados en USA con la más alta calidad y los más exigentes controles de supervisión.



## ANEXO 6: TABLAS DEL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO D.S. N° 031-2010-SA.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

### ANEXO I

#### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

**ANEXO II**

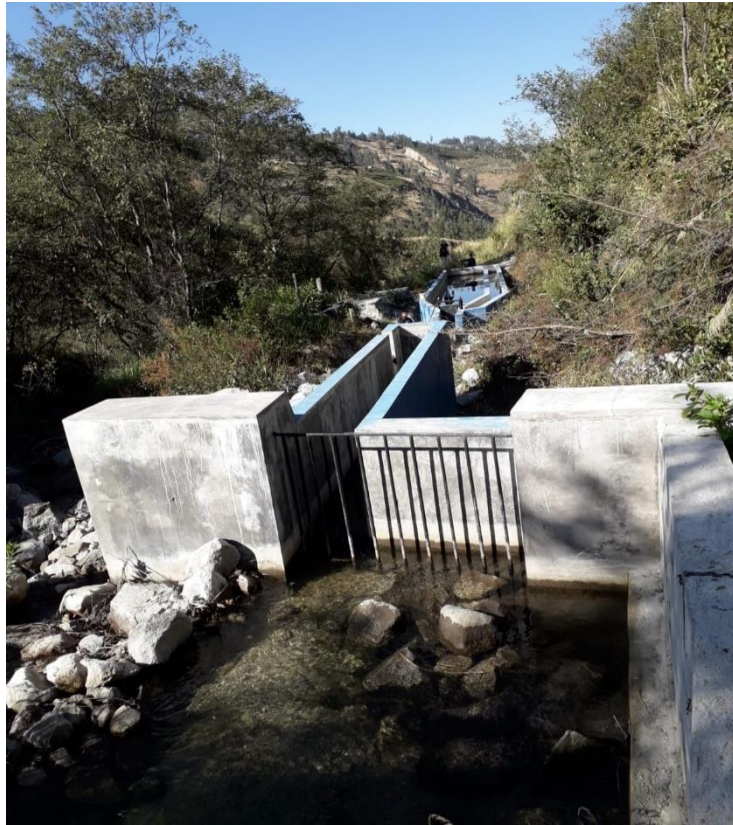
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO



Inspección a la Captación Yanama Chico, alimentador del reservorio Cochaongo - PTAP



Vista Norte del Reservorio Cochaongo - PTAP



Interiores de la PTAP - Cochaongo



Sistema de cloración por goteo



Preparación de la solución madre



Hipoclorito de Calcio al 70% granulado





Sistema de cloración por Inyección Directa con cloro gas



Equipo comparador de cloro residual



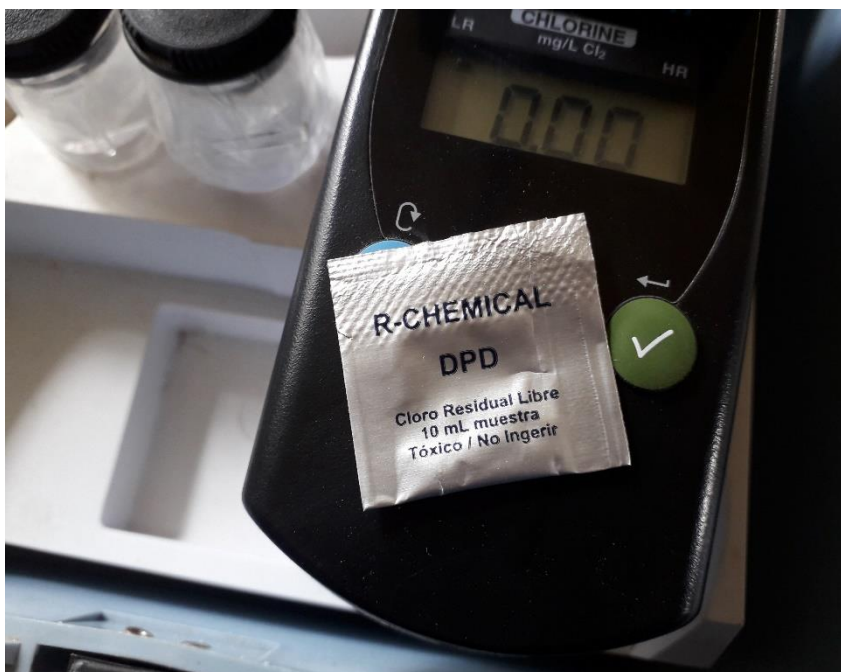
Equipo Turbidímetro



Equipo pH metro



Calibración del comparador de cloro residual



Reactivo DPD para el cálculo de cloro residual



Muestra de agua clorada a analizar



Solución entre el reactivo DPD y el agua clorada



Lectura de cloro residual en el Reservorio Cochaongo - PTAP



Lectura de Turbidez en el Reservorio Cochaongo - PTAP



Lectura de pH en el Reservorio Cochaongo - PTAP



Monitoreo de cloro residual, turbidez y pH – Primera vivienda



Monitoreo de cloro residual, turbidez y pH – Vivienda intermedia



Monitoreo de cloro residual, turbidez y pH – Última vivienda









### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**Tesis:** Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash, 2022

**Tesista:** Lozano Saenz Bryan Junior

Dia	Sistema de cloración por goteo con HTH al 70%												Sistema de cloración por inyección directa con cloro gas												Relación costo-beneficio	Notas		
	Cloro residual (mg/l)				Turbiedad (UNT)				pH				Cloro residual (mg/l)				Turbiedad (UNT)				pH							
	R	PV	VI	UV	R	PV	VI	UV	R	PV	VI	UV	R	PV	VI	UV	R	PV	VI	UV	R	PV	VI	UV			R	PV
1	2.00	1.75	1.46	0.83	2.53	2.42	2.38	2.12	7.12	7.10	7.08	7.10	2.00	1.80	1.55	1.10	2.00	2.02	1.98	2.00	7.01	7.00	7.01	7.00	Sistema de inyección directa \$/15,668.64  Sistema de goteo \$/32,550.00			
2	1.95	1.77	1.38	0.85	2.65	2.50	2.38	2.20	7.10	7.08	7.10	7.00	1.98	1.77	1.47	1.08	2.01	2.00	2.00	1.97	7.01	7.01	7.02	7.00				
3	1.98	1.80	1.45	0.78	2.70	2.54	2.40	2.28	7.15	7.13	7.10	7.10	1.98	1.80	1.45	1.07	2.03	2.02	2.00	2.00	7.00	7.00	7.00	7.00				
4	2.00	1.75	1.50	0.83	2.65	2.52	2.38	2.23	7.08	7.00	7.00	7.00	2.00	1.75	1.50	1.05	1.99	2.00	2.01	2.00	6.98	7.00	7.00	7.00				
5	2.00	1.72	1.49	0.80	2.75	2.70	2.63	2.50	7.05	7.00	7.00	7.00	2.00	1.72	1.51	1.08	2.00	1.97	1.98	1.99	6.97	7.00	7.00	7.00				
6	1.99	1.75	1.40	0.76	2.76	2.70	2.62	2.52	7.10	7.10	7.10	7.10	2.00	1.77	1.49	1.10	2.00	2.03	2.00	2.00	7.00	7.01	7.02	7.01				
7	1.90	1.70	1.38	0.70	3.12	3.00	2.95	2.92	7.00	7.00	7.00	6.99	1.90	1.69	1.40	1.02	2.12	2.08	2.05	2.05	7.00	7.00	6.97	6.99				
8	1.91	1.72	1.40	0.73	3.10	2.99	2.93	2.90	7.25	7.20	7.08	7.14	1.93	1.75	1.48	1.02	2.10	2.05	2.02	2.00	7.00	7.02	7.04	7.04				
9	1.86	1.65	1.35	0.64	3.40	3.25	3.12	3.10	7.30	7.25	6.95	7.18	1.96	1.71	1.45	1.04	2.04	2.03	2.04	2.01	7.00	7.00	7.01	7.01				
10	1.88	1.63	1.30	0.60	3.50	3.43	3.30	3.15	7.28	7.25	7.14	7.15	1.98	1.73	1.43	1.00	2.02	2.00	2.03	2.01	7.00	7.01	7.00	7.00				
11	1.90	1.71	1.33	0.66	3.15	3.10	3.00	2.95	7.20	7.15	7.20	7.10	1.95	1.71	1.43	1.01	2.00	1.99	1.98	1.98	7.02	7.01	7.00	7.00				
12	1.91	1.69	1.35	0.68	3.12	3.05	2.95	2.90	7.13	7.10	7.18	7.10	1.93	1.72	1.45	1.00	2.02	2.05	2.03	2.03	7.00	7.00	7.00	7.00				
13	1.93	1.69	1.38	0.70	3.00	2.95	2.90	2.88	7.08	7.08	7.16	7.10	1.96	1.69	1.43	1.00	2.00	1.95	1.90	1.90	6.98	6.99	7.00	7.01				
14	1.96	1.70	1.37	0.68	2.70	2.65	2.60	2.57	7.05	7.00	7.02	7.02	1.98	1.75	1.47	1.05	2.00	1.96	1.96	1.96	7.00	7.00	7.02	7.02				
15	1.98	1.76	1.40	0.75	2.68	2.60	2.55	2.50	7.02	7.00	6.99	7.00	1.97	1.76	1.44	1.05	1.98	1.99	1.99	1.99	7.02	7.00	7.00	7.00				
16	1.97	1.77	1.39	0.73	2.67	2.65	2.60	2.54	7.05	7.00	7.00	7.00	1.97	1.75	1.40	1.02	1.97	1.98	1.98	1.98	7.00	7.00	7.00	7.00				
17	1.97	1.78	1.40	0.72	2.65	2.60	2.53	2.55	7.10	7.02	7.02	7.00	1.97	1.78	1.41	1.00	1.99	2.00	2.01	2.01	7.01	7.01	7.00	7.00				
18	1.98	1.76	1.44	0.75	2.66	2.60	2.57	2.53	7.02	7.00	7.12	7.03	1.98	1.76	1.44	1.01	2.00	2.02	2.02	2.02	7.00	7.00	7.02	7.02				
19	1.99	1.75	1.44	0.76	2.51	2.43	2.38	2.40	7.10	7.10	7.12	7.13	1.99	1.75	1.45	1.01	2.01	2.03	2.02	2.02	7.01	7.00	7.00	7.01				
20	1.97	1.75	1.47	0.78	2.65	2.55	2.51	2.40	7.15	7.15	7.13	7.10	1.98	1.76	1.49	1.00	1.95	1.95	1.96	1.96	7.00	7.00	7.00	7.00				

R: Reservorio

PV: Primera vivienda

VI: Vivienda intermedia

UV: Última vivienda



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE CLORACIÓN DE INYECCIÓN DIRECTA Y DE GOTEO EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE, YUNGAY, ANCASH, 2022.", cuyo autor es LOZANO SAENZ BRYAN JUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 13 de Junio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-07- 2022 13:30:46

Código documento Trilce: TRI - 0307403