

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto del tratamiento contingente de coliformes
termotolerantes en efluente de PTAR del Centro Poblado
Huamanmarca - Huayucachi, Huancayo 2021**

Zoraya Consuelo Garcia Remigio

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Pablo César Espinoza Tumialán

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la fuerza y valor para culminar el desarrollo de mi tesis, asimismo finalizar esta etapa nueva en mi vida y guiarme todos los días.

A mi madre, que siempre demostró ser una mujer maravillosa, con muchas fuerzas de salir adelante, que día a día luchó conmigo, y cuando sentía que no podía, ella siempre me levantó para seguir cumpliendo mis objetivos. A mi padre que siempre lo he sentido muy presente en todas las etapas de mi vida, aun estando a miles de kilómetros de casa, siempre lo llevo en mi corazón y agradezco mucho por su apoyo incondicional.

A mis hermanos, que con sus consejos me ayudaron a enfrentar diversos retos en el transcurso de mi vida, siempre me inculcaron a ser mejor cada día y a luchar por lo que uno quiere y no detenerse en el camino, hasta cumplir los objetivos.

A mi asesor por guiarme y darme las directrices para desarrollar mi tesis.

DEDICATORIA

Esta tesis dedico con mucho amor a mis padres que siempre confiaron en mí y nunca dejaron de creer y brindarme su apoyo incondicional.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| ASESOR | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| ÍNDICE | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| INTRODUCCIÓN | xii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1. Planteamiento y formulación del problema | 1 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 2 |
| 1.1.2.1. Problema general..... | 2 |
| 1.1.2.2. Problemas específicos..... | 2 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. Objetivo general | 3 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.3. Justificación e importancia..... | 3 |
| 1.3.1. Justificación económica | 3 |
| 1.3.2. Justificación ambiental | 4 |
| 1.3.3. Justificación social..... | 4 |
| 1.4. Hipótesis y variables | 4 |
| 1.4.1. Hipótesis general..... | 4 |
| 1.4.2. Hipótesis nula | 4 |
| 1.4.3. Hipótesis específicas..... | 5 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 1.4.4. | Operacionalización de las variables..... | 5 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | | 7 |
| 2.1. | Antecedentes de la investigación..... | 7 |
| 2.1.1. | Antecedentes internacionales..... | 7 |
| 2.1.2. | Antecedentes nacionales..... | 8 |
| 2.2. | Bases teóricas..... | 10 |
| 2.2.1. | Hipoclorito de calcio..... | 10 |
| 2.2.2. | Coliformes termotolerantes..... | 11 |
| 2.2.3. | Aguas residuales..... | 12 |
| 2.2.4. | Marco legal..... | 12 |
| 2.3. | Definición de términos básicos..... | 13 |
| 2.3.1. | Metodología..... | 14 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... | | 15 |
| 3.1. | Método, tipo y nivel de la investigación..... | 15 |
| 3.1.1. | Métodos de la investigación..... | 15 |
| 3.1.1.1. | Método general..... | 15 |
| 3.1.1.2. | Método específico..... | 15 |
| 3.1.2. | Tipo de la investigación..... | 15 |
| 3.1.3. | Nivel de la investigación..... | 16 |
| 3.2. | Diseño de la investigación..... | 16 |
| 3.2.1. | Diseño experimental..... | 16 |
| 3.3. | Población y muestra..... | 18 |
| 3.3.1. | Población..... | 18 |
| 3.3.2. | Muestra..... | 19 |
| 3.4. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 19 |
| 3.4.1. | Métodos de análisis..... | 19 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 20 |
| 4.1. | Resultados del tratamiento y análisis de la información..... | 20 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 4.1.1. | Parámetros analizados en efluente de la PTAR Huamanmarca..... | 20 |
| 4.1.2. | Resultados de coliformes fecales (CF)..... | 21 |
| 4.2. | Prueba de hipótesis | 25 |
| 4.2.1. | Hipótesis general..... | 25 |
| 4.3. | Discusión de resultados..... | 27 |
| 4.3.1. | Análisis de coliformes termotolerantes | 27 |
| 4.3.2. | Propuesta de tratamiento contingente..... | 28 |
| CONCLUSIONES | | 31 |
| RECOMENDACIONES | | 32 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 33 |
| ANEXOS | | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Centro Poblado de Huamanmarca..... | 2 |
| Figura 02. Diagrama de secuencia del experimento..... | 14 |
| Figura 03. Resultados de análisis de CT de las pruebas preliminares..... | 22 |
| Figura 04. Resultados de análisis de CT del primer triplicado..... | 23 |
| Figura 05. Resultados de análisis de CT del segundo triplicado..... | 25 |
| Figura 06. Modelo de cámara de cloración..... | 30 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 01. Operacionalización de las variables de efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en efluente de la PTAR Huamanmarca..... | 6 |
| Tabla 02. Diseño cuasi experimental para el tratamiento preliminar..... | 16 |
| Tabla 03. Diseño cuasi experimental para los ensayos triplicados..... | 17 |
| Tabla 04. Método de análisis..... | 19 |
| Tabla 05. Parámetros analizados en efluente de la PTAR Huamanmarca..... | 20 |
| Tabla 06. Condiciones de la prueba de jarras - pruebas preliminares..... | 21 |
| Tabla 07. Resultados de análisis de CT de las pruebas preliminares..... | 21 |
| Tabla 08. Condiciones óptimas de la prueba de jarras - primer triplicado..... | 22 |
| Tabla 09. Resultados de análisis de CT del primer triplicado..... | 23 |
| Tabla 10. Resultados de análisis de CT del segundo triplicado..... | 24 |
| Tabla 11. Resultados de análisis de coliformes termotolerantes..... | 26 |
| Tabla 12. Prueba de normalidad..... | 26 |
| Tabla 13. Representación de la prueba de U de Mann Whitney..... | 27 |
| Tabla 14. Promedio de porcentaje (%) de remoción de coliformes termotolerantes..... | 28 |

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del tratamiento contingente en efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes, PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021. La metodología aplicada fue el uso del hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, donde se halló la dosis óptima para remover coliformes termotolerantes del agua residual del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Centro Poblado de Huamanmarca, a través del diseño cuasi experimental. En el tratamiento contingente propuesto se utilizó 1 mL de la solución de 1,5 g/100 mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, a una velocidad de 150 rpm, con un tiempo de agitación de 10 min; se realizó dos triplicados para contrastar los resultados obtenidos en los ensayos preliminares. Como resultado final se obtuvo un promedio de 96,48 % en remoción de coliformes termotolerantes, cumpliendo el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. En conclusión, en la investigación se determinó que el tratamiento contingente en el efluente que no cumple con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales de coliformes termotolerantes tiene efecto positivo en la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

Palabras clave: aguas residuales, dosis, hipoclorito de calcio, contingencia, tratamiento.

ABSTRACT

The objective of the research work was to determine the effect of the contingent treatment on effluent that does not comply with the LMP of thermotolerant coliforms, PTAR Huamanmarca, district of Huayucachi, Huancayo 2021. The applied methodology was the use of calcium hypochlorite in 65 - 70 %, where the optimum dose was found to remove thermotolerant coliforms from the wastewater of the effluent of the Wastewater Treatment Plant (WWTP) of the Centro Poblado of Huamanmarca, through of the quasi-experimental design. In the proposed contingent treatment, used 1 mL of the solution of 1.5 g/100 mL of calcium hypochlorite at 65 - 70 %, at a speed of 150 rpm, with a stirring time of 10 min; two triplicates were made to contrast the results obtained in the preliminary tests. As a final result, a 96.48 % average removal of thermotolerant coliforms, complying with Supreme Decree N° 003-2010-MINAM, Maximum Permissible Limits for effluents from Domestic or Municipal Wastewater Treatment Plants. In conclusion, the investigation determined that the contingent treatment in the effluent that does not comply with the Maximum Permissible Limits for effluents from Domestic or Municipal Wastewater Treatment Plants of thermotolerant coliforms has a positive effect on the WWTP of Huamanmarca, district of Huayucachi, Huancayo 2021.

Keywords: wastewater, dose, calcium hypochlorite, contingency, treatment.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la contaminación del agua es uno de los problemas de mayor impacto, ya que el crecimiento poblacional, la cultura aprendida y el desarrollo socioeconómico, provocó la afectación al medio ambiente, a la salud y al bienestar humano.

Las aguas residuales domésticas originadas en nuestro país, en su gran mayoría no cuentan con ningún tratamiento y son vertidas a cuerpos de agua como los mares, ríos, lagos, quebradas o también son empleados en forma de riego de cultivos, sembríos cuales están a la venta en los mercados mayoristas y minoristas. “La disposición de aguas residuales sin tratamiento contaminan cuerpos de agua natural, a su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, lo cual generan focos infecciosos para la salud de la población, también afecta la flora y fauna del lugar” (1).

En nuestro país, las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR en adelante), tienen la tecnología convencional para enfrentar a los contaminantes que generamos a nivel doméstico, sin embargo, estas plantas no cuentan con la implementación adecuada de infraestructura, ni el personal capacitado para operar, mantener y administrar los sistemas proyectados en nuestro país, lo cual trae como consecuencia el no cumplimiento del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

Este problema apertura la búsqueda de nuevas alternativas de solución para reducir el impacto que generan las aguas residuales en los cuerpos de aguas. Es por ello que el presente estudio busca determinar un efecto del tratamiento contingente en el efluente de una PTAR, con la finalidad de remover los coliformes termotolerantes que contienen sus aguas residuales.

La presente investigación contiene los siguientes capítulos:

- Capítulo I: Planteamiento de estudio, en el cual se describe la problemática del efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca; de igual forma se muestra el planteamiento de la problemática, los objetivos de estudio, la justificación y las hipótesis de la investigación.

- Capítulo II: Marco teórico, donde se expone la revisión de los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, además de la descripción de las bases teóricas.
- Capítulo III: Metodología, donde se describe el método, tipo, nivel y diseño de la investigación, además de la población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.
- Capítulo IV: Resultados y discusión, donde se describe el análisis de los datos y la comparación de los resultados obtenidos del tratamiento contingente con otros trabajos similares.

La autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

“En el Perú, el 63,6 %, a finales del 2007, de los sistemas de alcantarillado fueron administrados por Empresas Prestadoras de Servicio (EPS) de Saneamiento y los demás directamente por las municipalidades, en pequeñas ciudades a través de operadores especializados (OES) y comités de agua o simplemente no disponen del servicio; las principales causas de la ineficiente gestión de las aguas residuales fueron: déficit de cobertura de tratamiento, ineficiencia operativa de las PTAR, insuficiente recursos financieros destinados a la operación, mantenimiento de las PTAR, entre otras” (2).

La PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca no cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, es así que se observa el impacto negativo en la producción de los sembríos de: maíz, papa, habas, arveja, entre otros.

El efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en efluente de la PTAR, es poder aplicar un agente oxidante como el hipoclorito de calcio, siendo éste económico, alcanzando corregir los

valores del efluente en el parámetro de coliformes termotolerantes para cumplir los Límites Máximos Permisibles (en adelante LMP) de efluente para verter a los cuerpos de aguas.

La presente investigación plantea determinar el efecto que tiene la aplicación del tratamiento contingente en los coliformes termotolerantes del efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca.



Figura 01. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Centro Poblado de Huamanmarca.

Fuente: cotejo propio de Google Earth.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Qué efecto tiene el tratamiento contingente en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?
- ¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto del tratamiento contingente en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.
- Determinar la concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación económica

La aplicación del tratamiento contingente permitirá no optar por tratamientos que generan financiamientos mayores al emplear equipos de

gran tecnología, dependencia de electricidad, bombas, etc. Este tratamiento ayudará también a reducir la compra y uso de productos químicos para cumplir con los LMP para efluentes de la PTAR, porque se plantea la dosis óptima del tratamiento contingente a fin de lograr que se cumpla con los LMP.

1.3.2. Justificación ambiental

La investigación desarrollará un tratamiento contingente a fin de lograr que cumpla se con los LMP para el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, disminuyendo el nivel de contaminación en el parámetro de coliformes termotolerantes, así el cuerpo receptor no generará mayor contaminación a la que cuenta.

1.3.3. Justificación social

La aplicación de este tratamiento contingente ayudará a la población que siga con sus actividades agrícolas, como la siembra de maíz, tubérculos, arvejas, entre otros.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis general

H_1 : El tratamiento contingente tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

1.4.2. Hipótesis nula

H_0 : El tratamiento contingente no tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

1.4.3. Hipótesis específicas

- H_1 : La concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.
- H_0 : La concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 no supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.
- H_1 : La concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.
- H_0 : La concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 no supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.

1.4.4. Operacionalización de las variables

a. Variable independiente (X):

Tratamiento contingente en efluente.

b. Variable dependiente (Y):

Coliformes termotolerantes en efluente.

Tabla 01. Operacionalización de las variables de efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en efluente de la PTAR Huamanmarca.

| Tipo de variable | | Definición conceptual | Dimensiones | Indicadores | Instrumento |
|------------------------|--|--|---|-------------|---|
| Variable independiente | Tratamiento contingente en efluente | Es un conjunto de procedimientos alternativos ante el incumplimiento de objetivos. | Dosis | g/100 mL | *Prueba de jarras. *Ficha de registro de resultados de análisis. |
| | | | Volumen | L | |
| | | | Velocidad | rpm | |
| | | | Tiempo de agitación | min | |
| Variable dependiente | Coliformes termotolerantes en efluente | Se presentan en el tracto gastrointestinal del hombre y de los animales de sangre caliente, éstos habitan más tiempo en el agua. | Número más probable de coliformes termotolerantes | NMP/100 mL | |

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el artículo científico titulado “Propuesta tecnológica para la desinfección de las aguas residuales sanitarias de la Termoeléctrica de Cienfuegos” se realizó una desinfección de las aguas residuales de la empresa dedicada a la termoeléctrica mencionada, usando el hipoclorito de calcio que permitió el control de los coliformes fecales antes de su vertimiento al cuerpo receptor; se aplicó el análisis de regresión para determinar la dosificación a utilizar en la propuesta tecnológica, obteniéndose un adecuado diseño de experimentos lo cual permitió hallar la dosis óptima para la desinfección, acompañado de ahorro de reactivos y menor tiempo de investigación (3).

En la tesis titulada “Desinfección de agua residual con ácido peracético” se determinó la eficiencia de APA (ácido peracético) contra los coliformes totales (CT) y fecales, y se comparó con el cloro en su remoción de éstos; usaron muestras de un tanque séptico; en los ensayos de tratamiento con APA y cloro utilizaron un tiempo de contacto de 30 minutos, resultando que el oxidante APA fue mejor que el cloro, ya que su remoción de DBO fue de 53,9 a 86,9 % mientras que el cloro obtuvo valores de 19,3 a 54,3 % de remoción, sin embargo, el cloro fue mejor desinfectante que el APA, ya que removió CT a un 99,9992 %, mientras que con APA se removieron a los

CT a un 99,9987 %, asimismo, el uso de APA como desinfectante es más costoso 50.750/m³ pesos, mientras el hipoclorito de sodio cuesta 2.720/m³ pesos (4).

En la tesis titulada “Evaluación de un sistema de tratamiento que optimice el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del INPEC - Yopal” se evaluó a escala laboratorio un sistema de tratamiento donde optimizaron el efluente de la PTAR (Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario - INPEC) con la finalidad de reusarlo en la agricultura; recopilaron data e información de la PTAR y diseñaron a escala laboratorio una planta, realizando monitoreo, control y seguimiento a la calidad del agua residual. Como resultado obtuvieron una remoción de un 100 % de coliformes fecales y *E. coli* a una dosis del 15 % de cloro, el cual fue el óptimo para reducir los coliformes fecales en el efluente de la PTAR INPEC (5).

En la tesis titulada “Uso de cloro en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas: desinfección y formación de subproductos” se evaluó el procedimiento de desinfección de las aguas domésticas y se determinó los subproductos de cloración. Se aplicó muestreos de agua residual en dos PTAR en diferentes temporadas: verano, otoño, invierno y primavera, tomando dos muestras por estación, obteniendo como resultado que la formación de cloraminas generadas en ambas PTAR cumplen con la normativa establecida por lo que no simboliza un posible riesgo a la salud humana, asimismo en la investigación se muestra que la temperatura influye en la permanencia de los subproductos de la cloración, ya que a mayor temperatura estos compuestos se remueven en menor tiempo. Se concluye que el rol del operador es vital para evitar formaciones de subproductos del cloro, ya que aplicando las dosis correctas no se generará la formación de éstos (6).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el artículo científico titulado “Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales

domésticas en Moquegua, Perú” se halló la eficiencia de tres sistemas de depuración, siendo uno de ellos la aplicación del hipoclorito de calcio para depurar las aguas residuales en coliformes termotolerantes (CT), usando un tratamiento preliminar del afluente y efluente, y posterior a la aplicación de las lombrices y el agente oxidante (hipoclorito de calcio), el sistema que tuvo más efectividad fue formado por *Eisenia foetida* + *Eisenia crassipes*, seguido por el sistema *Eisenia foetida* + *Eisenia crassipes* + hipoclorito de calcio y finalmente el sistema con *Eisenia foetida* donde se obtuvo una gran disminución de CT en el efluente de aguas residuales (7).

En el estudio titulado “Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución” se identificó la problemática de las EPS en la gestión de las aguas residuales a través del diagnóstico realizado, donde identificaron las principales causas: insuficientes recursos económicos para la O y M de las PTAR, la falta de investigación y el desarrollo de tecnologías en el Perú, sumado a la carencia de financiamiento para tratar las aguas residuales de nuestro país; se contó con el 11,2 % de las PTAR se mantienen inoperativas, mientras que el 35,7 % de las PTAR están en mantenimiento, todas ellas operadas por las EPS, lo cual trajo consigo el no alcanzar el cumplimiento de los objetivos de calidad de las PTAR, a causa de las limitaciones que se detallan líneas arriba; finalmente se recomienda que es necesario el fomento de la investigación tecnológica, además de proponer lineamientos generales para un Programa Nacional, considerando fuentes de recursos económicos disponibles para los tratamientos óptimos de las aguas residuales (2).

En la tesis titulada “Tratamiento de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero” se redujo la polución de la quebrada mencionada a través del tratamiento de aguas residuales por medio del tanque Imhoff; se recolectaron muestras del agua del efluente y afluente del tanque Imhoff y se analizó temperatura, sólidos totales, turbidez, pH, DBO, DQO, coliformes totales y *E. coli*, para luego determinar la dosificación del hipoclorito de calcio para reducir la concentración de bacterias del efluente del tanque Imhoff. Se trabajó a 5 dosis diferentes del hipoclorito de Calcio:

5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm y 50 ppm, siendo la dosis óptima la de 50 ppm reduciendo el 99.8 % de coliformes fecales del efluente del tanque Imhoff, el cual está dentro los Límites Máximos Permisibles (D.S. 003-2010-MINAM) (8).

En la tesis titulada “Evaluación de la temperatura y tiempo de reacción en la producción de hipoclorito de calcio” se evaluó la temperatura y el tiempo de reacción en la elaboración de $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, donde se utilizó como materia prima la cal viva a diferentes temperaturas de 15°C, 25°C, 35°C y 45°C a diferentes tiempos mediante el método de titulación y estequiometría; la temperatura donde se observó una producción mayor fue de 35°C con un tiempo de 30 minutos, siendo así que se puede producir en grandes cantidades para el uso de desinfección de aguas de aguas salientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), aplicando la dosis correcta para reducir organismos microbiológicos y parasitológicos (9).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Hipoclorito de calcio

Es un compuesto químico destinado como insumo de desinfección para tratamiento de agua potable y residuales; asimismo, este compuesto químico suele conocerse como cal clorada, siendo un químico demandado y solicitado por instituciones públicas y privadas (10).

A. Propiedades físicas:

“El hipoclorito de calcio conocido como cal clorada, de color blanco amarillento, con un olor a cloro, siendo soluble en el agua y en presencia de luz solar se descompone un oxígeno para la desinfección de piscinas, verduras, tratamiento de agua potable y residual, por lo que es obligatorio conservarlos en recipientes cerrados herméticos y lejos de los rayos solares y humedad” (9).

B. Propiedades químicas:

“El compuesto $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, posee un peso molecular de 142,98 g/mol. Utilizado como oxidante fuerte, reacciona con H_2O liberando gas cloro y calor, muy soluble en H_2O siendo idóneo de disolver 21 g por cada 100 mL de este solvente. Reacciona con $-\text{OH}$ llegando a oxidarlos a los $-\text{COOH}-$, en medio acuoso es un potente oxidante que al desintegrarse en caliente libera oxígeno naciente y gases de cloro. Al contacto con la urea o amoniaco produce NCl_3 que es altamente explosivo. Al contacto con ácidos minerales o cuando se calienta forma cloro altamente tóxico” (9).

C. Medidas de seguridad para utilizar $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (11):

- Mantenerse cerrado en los contenedores originales.
- Emplear el compuesto en ambientes secos, bien aseados y ventilados. Acopiar en áreas frescas, secas y ventiladas.
- Guardar el producto lejos de sustancias inflamables.
- Tapar muy bien los recipientes del compuesto para evitar la producción de nubes de gas o polvo que puedan ser dañino o generar accidentes.
- Conservar el producto limpio y libre de contaminación, de otros compuestos inflamables o combustibles, etc.
- Evitar el uso de recipientes y estantes de material de madera o elementos que produce combustibles. Utilizar Equipos de Protección Personal (EPP) pertinentes para su manejo.
- No almacenar a temperaturas mayores de 52°C .

2.2.2. Coliformes termotolerantes

“Son contaminantes frecuentes del tracto gastrointestinal que existen en hombres y animales de sangre caliente, éstos están presentes en grandes cantidades en el tracto gastrointestinal, persisten más tiempo en el agua de igual forma que los patógenos de desinfección”. “Los coliformes fecales

se califican termotolerantes debido a su capacidad de mantenerse en elevadas temperaturas; las condiciones óptimas de materia orgánica, humedad, pH, entre otros, ayuda en su reproducción” (12). “Las bacterias, denominadas como coliformes fecales, tienen la predisposición de generar gas (a nivel de colonias) a temperaturas elevadas de incubación ($44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante $24 \pm 2\text{h}$)” (13).

2.2.3. Aguas residuales

“Son aquellas aguas donde sus propiedades primarias fueron modificadas por la actividad de los humanos, se requiere un tratamiento previo para ser reusadas y poder ser vertidas a un cuerpo de agua o descargar al sistema de alcantarillado” (1).

A. Clasificación de las aguas residuales:

- a. Aguas residuales domésticas: “comprende desechos fisiológicos entre otros, originados de zona residencial y comercial, éstos provienen de los seres humanos y deben tener una adecuada disposición” (1).
- b. Aguas residuales industriales: “resultan del crecimiento de procedimientos productivos, incorporando las actividades agrícolas, mineras, agroindustriales, energéticas y otros” (1).
- c. Aguas residuales municipales: “son aguas residuales domésticas que posiblemente se mezclaron con aguas de la lluvia o drenaje pluvial, aguas residuales industriales previamente tratadas, con la finalidad de ser aptas para la descarga a los sistemas de alcantarillado” (1).

2.2.4. Marco legal

- Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales - PTAR.
- Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales.

2.3. Definición de términos básicos

- Afluente: es el agua residual que ingresa a una PTAR o a una de las fases de tratamiento (14).
- Aguas residuales: son aquellas aguas donde sus propiedades primarias fueron modificadas por la actividad de los humanos, las cuales requieren un tratamiento previo para ser reusadas y poder ser vertidas a un cuerpo de agua o descargar al sistema de alcantarillado (1). Originarios de instalaciones comerciales o zonas residenciales, públicas y semejantes (13).
- Cuerpo de agua o receptor: “curso de agua natural o artificial como: lagos, ríos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos u océanos; en los cuales son evacuadas las aguas residuales con o sin tratamiento” (15).
- Efluente: es el agua residual que se evacua de una planta o de alguna de las fases de tratamiento (14).
- Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua): “son medidas que constituyen el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos, concurrentes en el agua del cuerpo receptor que no presenta inseguridad significativa para la salud de las personas ni al ambiente” (14).
- Límites Máximos Permisibles (LMP): “es el grado de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos, que determinan y califican al efluente o emisión, donde al superar, puede provocar daños a la salud, a la tranquilidad humana y al ambiente” (1).
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: infraestructura diseñada con procesos que faculta la depuración de aguas residuales domésticas y/o municipales (1).

2.3.1. Metodología

En la siguiente figura se describe la secuencia del experimento en el laboratorio.

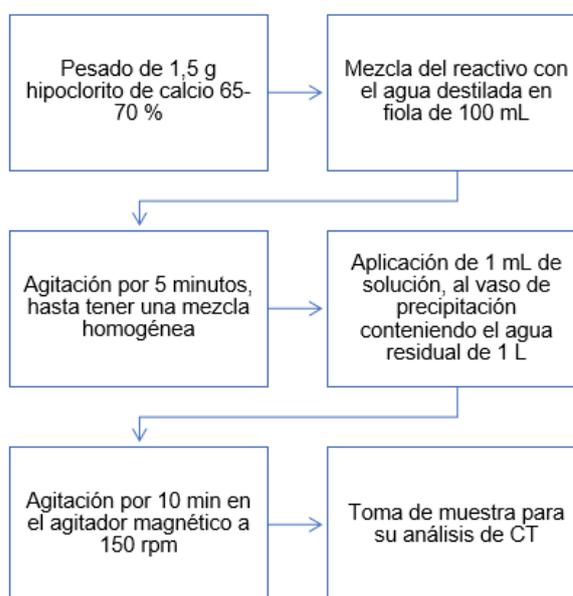


Figura 02. Diagrama de secuencia del experimento.

Fuente: elaboración propia.

a. Materiales:

- 4 vasos de precipitación de 1 000 mL.
- 1 cápsula pequeña de porcelana.
- 2 cucharas con espátula.
- 1 piseta de 500 mL.
- 3 fiolas de 100 mL.
- 1 pipeta de 5 mL.
- 1 propipeta automática de 25 mL.

b. Equipos:

- 1 balanza analítica RADWAG AS220.R2.
- 2 agitadores magnéticos HI324 Timer Control- Magnetic Stirrer.

c. Reactivos:

- 250 g de hipoclorito de calcio 65 - 70 %.
- Agua destilada 500 mL.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación

3.1.1.1. Método general

“El método científico es un grupo de métodos que proponen problemas científicos y se dispone la prueba de las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo obteniendo la supresión del plano subjetivo en el análisis de la realidad, facultando la objetividad en el proceso de investigación” (16).

3.1.1.2. Método específico

“El método específico de la investigación es el inductivo experimental debido a que se elaboró el análisis de las hipótesis específicas en torno a las hipótesis generales” (17)

3.1.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación aplicada es la que soluciona problemas prácticos, ya que el efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes pretende resolver el cumplimiento de los LMP en la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca y así disminuir la contaminación del cuerpo receptor (17).

3.1.3. Nivel de la investigación

“El nivel es explicativo porque describe las causas de los fenómenos, originan el entendimiento, juntando sus elementos en un estudio” (17).

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño experimental

“El diseño cuasi experimental opera considerando al menos una variable independiente para analizar su efecto y relación con una o más variables dependientes” (17). En la investigación la variable independiente es el tratamiento contingente, el cual es manipulado.

Tabla 02. *Diseño cuasi experimental para el tratamiento preliminar.*

| | | | | |
|---|-----|----|----|----|
| 1 | G1 | O1 | X1 | O2 |
| 2 | G2 | O3 | X2 | O4 |
| 3 | G3 | O5 | X3 | O6 |
| 4 | GCR | O7 | - | O8 |

Fuente: elaboración propia.

En los ensayos preliminares se trabajó con tres diferentes dosis de tratamientos contingentes para encontrar la dosis óptima de ésta, y se realizó por triplicado de forma posterior. A continuación, se detalla el proceso realizado:

G1 O1 ----- X1 ----- O2

Donde:

*O1: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X1: aplicación de la primera dosis del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O2: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

G2 O3 ----- X2 ----- O4

Donde:

*O3: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X2: aplicación de la segunda dosis del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O4: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

G3 O5 ----- X3 ----- O6

Donde:

*O5: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X3: aplicación de la tercera dosis del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O6: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

GCR O7 ----- - ----- O8

Donde:

*O7: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*-: no presenta tratamiento contingente.

*O8: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

Tabla 03. *Diseño cuasi experimental para los ensayos triplicados.*

| | | | | |
|----------|-----|----|----|----|
| 1 | G1 | O1 | X1 | O2 |
| 2 | G2 | O3 | X1 | O4 |
| 3 | G3 | O5 | X1 | O6 |
| 4 | GCR | O7 | - | O8 |

Fuente: elaboración propia.

En los ensayos triplicados se trabajó con la dosis óptima de tratamiento contingente; se detalla el proceso realizado:

G1 O1 ----- X1 ----- O2

Donde:

*O1: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X1: aplicación de la dosis óptima del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O2: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

G2 O3 ----- X1 ----- O4

Donde:

*O3: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X2: aplicación de la dosis óptima del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O4: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

G3 O5 ----- X1 ----- O6

Donde:

*O5: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*X3: aplicación de la dosis óptima del tratamiento contingente (1 mL de 0,5 g/100 mL).

*O6: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

GCR O7 ----- - ----- O8

Donde:

*O7: medida inicial del parámetro de coliformes termotolerantes.

*-: no presenta tratamiento contingente.

*O8: medida final del parámetro de coliformes termotolerantes.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca que no cumple con el LMP.

3.3.2. Muestra

La muestra fue aleatoria, la cual se constituyó por 20 L de agua muestreada, siguiendo el Protocolo de Monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales - PTAR.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se consideró al Protocolo de Monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales - PTAR, además de la aplicación de fichas de muestreo en el afluente y efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca. Se rellenó de cadena de custodia de monitoreo de agua

3.4.1. Métodos de análisis

Se presenta el método aplicado para su análisis de la muestra residual original y tratada.

Tabla 04. *Método de análisis.*

| PARÁMETRO | UNIDAD | METODOLOGÍA |
|--------------------|------------|---|
| Coliformes fecales | NMP/100 mL | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9212 E-I, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. |

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Parámetros analizados en efluente de la PTAR Huamanmarca

Tabla 05. *Parámetros analizados en efluente de la PTAR Huamanmarca.*

| Parámetro | Unidad | D.S. Nº 003-2010-MIMAN (LMP) | V.I. del efluente | V.F. después de la aplicación del TC | Resultados |
|----------------------------|------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------------|------------|
| | | | | 3 000 | Aceptable |
| | | | 52 000 | 1 600 | Aceptable |
| | | | | 1 300 | Aceptable |
| | | | | 3 300 | Aceptable |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100 mL | 10 000 | 89 000 | 2 900 | Aceptable |
| | | | | 3 000 | Aceptable |
| | | | | 2 120 | Aceptable |
| | | | 72 500 | 2 600 | Aceptable |
| | | | | 2 530 | Aceptable |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 05 se presenta el análisis del parámetro coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de

Huamanmarca, donde se comparó con el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales, antes y después de la aplicación del tratamiento contingente, obteniendo como resultado el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR, después de la aplicación del tratamiento contingente.

4.1.2. Resultados de coliformes fecales (CF)

Tabla 06. *Condiciones de la prueba de jarras - pruebas preliminares.*

| Prueba | Dosis (g/mL) | Volumen de agua residual (L) | Velocidad (rpm) | Tiempo de agitación (min) |
|--------|--------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| 0 | - | 1 | 150 | 10 |
| 1 | 0,5 | 1 | 150 | 10 |
| 2 | 1 | 1 | 150 | 10 |
| 3 | 1,5 | 1 | 150 | 10 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 06 se analiza las condiciones con las cuales se trabajó la prueba de jarras con diferentes dosis en 1 L de agua residual del efluente de la PTAR Huamanmarca para así encontrar la dosis óptima y poder hacer los triplicados posteriores.

Tabla 07. *Resultados de análisis de CT de las pruebas preliminares.*

| Coliformes termotolerantes | | | |
|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Prueba | Dosis (g/mL) | Resultados (NMP/100 mL) | Porcentaje de remoción (%) |
| 0 | Muestracontrol | 52 000 | - |
| 1 | 0,5 | 3 000 | 94,23 |
| 2 | 1,0 | 1 600 | 96,92 |
| 3 | 1,5 | 1 300 | 97,50 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 07 se observan los resultados de las pruebas preliminares, donde a una dosis de 1,5 g/mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 % se alcanza a remover un 97,50 % de coliformes termotolerantes del agua residual de la PTAR Huamanmarca, lo cual permitió trabajar con esa dosis en los siguientes triplicados de ensayos.

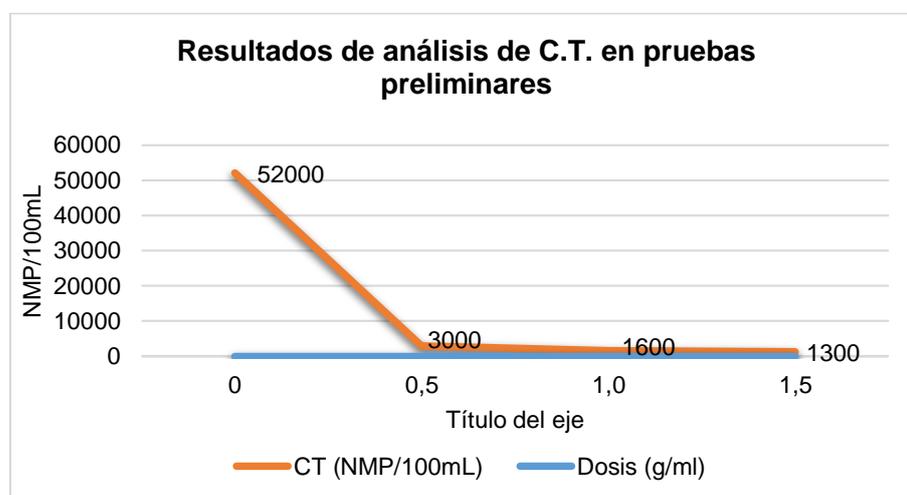


Figura 03. Resultados de análisis de CT de las pruebas preliminares.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 03 se observan los resultados del análisis de coliformes termotolerantes, aplicando las diferentes dosis de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, para hallar la dosis óptima del reactivo y poder trabajar a partir de ello.

Tabla 08. Condiciones óptimas de la prueba de jarras - primer triplicado.

| Prueba | Dosis (g/mL) | Volumen de agua residual (L) | Velocidad (rpm) | Tiempo de agitación (min) |
|--------|--------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| X | 1,5 | 1 | 150 | 10 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 08 se observan las condiciones óptimas de trabajo de la prueba de jarras, para realizar los triplicados requeridos y verificar los resultados esperados a partir de la aplicación de una dosis de 1,5 g/mL de hipoclorito

de calcio al 65 - 70 %, en un 1L de agua residual del efluente de la PTAR Huamanmarca, a una velocidad de 150 rpm en un tiempo de agitación de 10 min.

Tabla 09. Resultados de análisis de CT del primer triplicado.

| Coliformes termotolerantes | | | |
|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Prueba | Dosis (g/mL) | Resultados (NMP/100 mL) | Porcentaje de remoción (%) |
| 0 | Muestracontrol | 89 000 | - |
| 1 | 1,5 | 3 300 | 96,29 |
| 2 | 1,5 | 2 900 | 96,74 |
| 3 | 1,5 | 3 000 | 96,63 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 09 se observan los resultados del primer triplicado a una dosis de 1,5 g/mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, donde en promedio de las tres corridas se alcanza a remover el 96,55 % de coliformes termotolerantes del agua residual de la PTAR Huamanmarca, es así que la dosis aplicada se contrasta con los resultados de las pruebas preliminares.

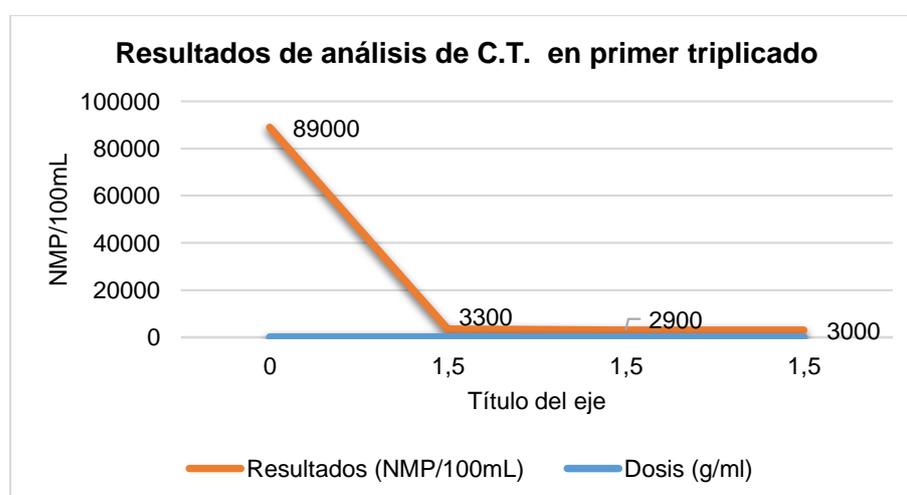


Figura 04. Resultados de análisis de CT del primer triplicado.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 04 se observan los resultados del análisis de coliformes termotolerantes tras aplicar la dosis de 1,5 g/mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, donde se obtuvo la remoción de 89 000 NMP/100 mL a 2 900 NMP/100 mL, obteniendo el 96,74 % de eficiencia luego de aplicar la dosis indicada de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %.

Tabla 10. *Resultados de análisis de CT del segundo triplicado.*

| Coliformes termotolerantes | | | |
|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Prueba | Dosis (g/mL) | Resultados (NMP/100 mL) | Porcentaje de remoción (%) |
| 0 | Muestracontrol | 72 500 | - |
| 1 | 1,5 | 2 120 | 97,08 |
| 2 | 1,5 | 2 600 | 96,41 |
| 3 | 1,5 | 2 530 | 96,51 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 10 se observan los resultados del segundo triplicado a una dosis de 1,5 g/mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, donde en promedio de las tres corridas se alcanza a remover el 96,66 % de coliformes termotolerantes del agua residual de la PTAR Huamanmarca, es así que la dosis aplicada contrasta con los resultados de las pruebas del primer triplicado, ya que el porcentaje de variación de eficiencia del primer triplicado con el segundo es mínimo.

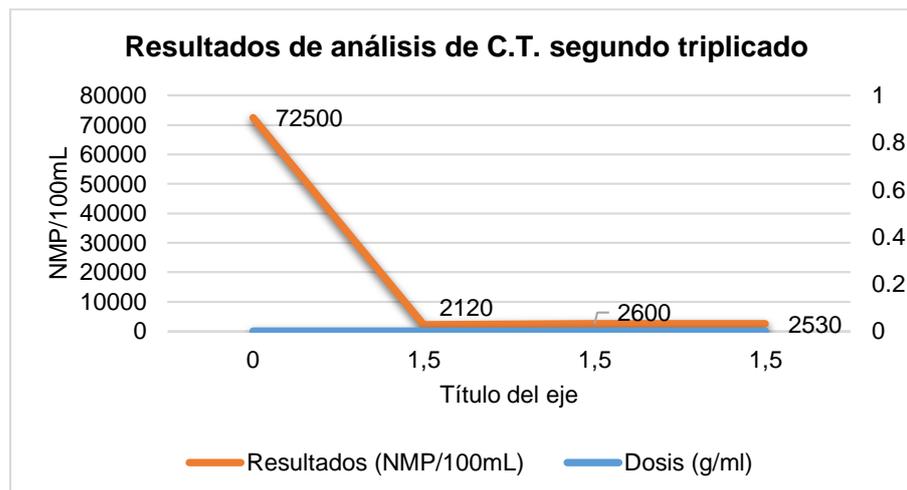


Figura 05. Resultados de análisis de CT del segundo triplicado.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 05 se observan los resultados del análisis de coliformes termotolerantes aplicando la dosis de 1,5 g/mL, donde se observa la remoción de 72 500 NMP/100 mL a 2 120 NMP/100 mL, alcanzando el 97,08 % de eficiencia luego de aplicar la dosis óptima de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

* H_1 : El tratamiento contingente tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes, de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

* H_0 : El tratamiento contingente no tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes, de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

a. Datos:

Tabla 11. *Resultados de análisis de coliformes termotolerantes.*

| Prueba | Dosis (g/mL) | Tiempo de agitación (min) | Resultados (NMP/100 mL) |
|--------|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 0 | muestra control | 10 | 89 000 |
| 1 | 1,5 | 10 | 3 300 |
| 2 | 1,5 | 10 | 2 900 |
| 3 | 1,5 | 10 | 3 000 |
| 0 | muestra control | 10 | 72 500 |
| 4 | 1,5 | 10 | 2 120 |
| 5 | 1,5 | 10 | 2 600 |
| 6 | 1,5 | 10 | 2 530 |

Fuente: elaboración propia.

b. Significancia:

*Nivel de confianza: 95 %.

*Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

c. Prueba de normalidad:

Tabla 12. *Prueba de normalidad.*

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Coliformes termotolerantes antes del tratamiento | ,440 | 4 | . | ,633 | 4 | ,001 |
| Coliformes termotolerantes después del tratamiento | ,440 | 4 | . | ,635 | 4 | ,002 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia con SPSS.

En la tabla 12 se observa la prueba de normalidad. Debido que se tiene menos de 30 datos se emplea la prueba de Shapiro-Wilk, donde se obtuvo el p-valor de 0,001 y 0,002 (CT antes y después del

tratamiento respectivamente) y en ambos casos son menores que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), entonces los datos no tienen una distribución normal, por lo tanto, corresponde realizar una prueba no paramétrica.

- d. Elección de la prueba estadística: Prueba de U de Mann Whitney:

Tabla 13. *Representación de la prueba de U de Mann Whitney.*

| Estadísticos de prueba ^a | |
|--|----------------------|
| | Contenido coliformes |
| U de Mann-Whitney | 3,000 |
| W de Wilcoxon | 13,000 |
| Z | -1,443 |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,149 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | ,200 ^b |

a. Variable de agrupación: Coliformes Termotolerantes.

b. No corregido para empates.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

En la tabla 13 se observa la prueba de U de Mann Whitney, donde el p-valor es 0,149, el cual es mayor que nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por tanto, se concluye que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el tratamiento contingente tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes, de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Análisis de coliformes termotolerantes

Tabla 14. Promedio de porcentaje (%) de remoción de coliformes termotolerantes.

| N° de pruebas | Dosis (g/mL) | Porcentaje de remoción promedio (%) |
|---------------|--------------|-------------------------------------|
| 6 | 1,5 | 96,48 |

Fuente: elaboración propia.

El efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR Huamanmarca es positivo, debido a que se observó en promedio de los triplicados realizados una remoción de 96,48 % de eficiencia, usando 1 mL de la solución de 1,5 g/100 mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, a una velocidad de 150 rpm, con un tiempo de agitación de 10 min; las condiciones de la prueba de jarras aplicadas fueron las óptimas para remover los coliformes termotolerantes del agua residual del efluente de la PTAR de Huamanmarca. Se sabe que el hipoclorito de calcio es un compuesto químico efectivo en los tratamientos de aguas residuales y potables (9); Moreno (8) reporta, en su investigación, una remoción de coliformes fecales de 99,8 % aplicando una dosis de 50 ppm de hipoclorito de calcio, lo cual permitió cumplir los Límites Máximos Permisibles; asimismo, según reporta Higuera (5) en su investigación, se optimizó el efluente de la PTAR- INPEC, donde a una dosis del 15 % de cloro se alcanzó remover el 100 % de coliformes fecales y *E. coli*, es así que el uso del hipoclorito de calcio a una dosis óptima permite remover con gran eficiencia los coliformes fecales o termotolerantes, alcanzando un agua residual menos nociva al descargar a los cuerpos receptores, además de cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales, D.S. N°003-2010-MINAM, de modo que se reducirían los perjuicios a la salud, contribuyendo al bienestar humano y al equilibrio ambiental.

4.3.2. Propuesta de tratamiento contingente

Se propone un tratamiento contingente con la dosis encontrada, aplicada en una cámara de cloración que permitirá remover con mayor eficiencia los

coliformes termotolerantes del agua residual de la PTAR de Huamanmarca. Las dimensiones de la cámara de cloración serán: ancho = 1,5 m, largo = 4,00 m y de altura = 1,00 m. Estos fueron determinados a partir del caudal de ingreso y de la numeración de coliformes termotolerantes del afluente y del efluente (ver anexo 09).

a. Caracterización de agua residual según el Informe de Ensayo N° 1-05674/20:

*DBO a 5 días (DBO_5), 20°C: 402,00 mg DBO/L.

*coliformes termotolerantes: $3,50^{E+08}$ NMP/100 mL.

b. Información requerida:

*Población actual servida (año 2020): 2 223 habitantes.

*Población de diseño/demanda de uso (año 2020): 3 090 habitantes.

*Dotación de agua: 180 L/hab/día.

*Tasa de crecimiento: 1,95 %.

*Periodo óptimo de diseño: 20 años.

c. Contribuciones:

*Desagüe: 80 %.

*Pérdidas: 0 %.

*Caudal promedio de contribuciones de diseño: 5,15 L/s, 18,5 m³/h, 445,0 m³/día.

*Concentración de DBO_5 según caracterización: 402,00 mg/L.

*Temperatura del ambiente en el mes más frío: 5,00 °C.

*Temperatura del desagüe en el mes más frío: 10,00 °C.

*Coliformes fecales según caracterización: $3,5^{E+08}$ NMP/100 mL.

*Contribución per cápita de lodos: 120 L/hab/año.

d. Datos para determinar la desinfección:

- *Coliformes termotolerantes del afluente: $3,50^{E+05}$ NMP/100 mL.
- *Coliformes termotolerantes del efluente: $1,00^{E+03}$ NMP/100 mL.
- *Periodo de retención: 15 min.
- *Volumen: $4,64 \text{ m}^3$.

De forma complementaria, se presenta el plano del sistema de cloración propuesto.

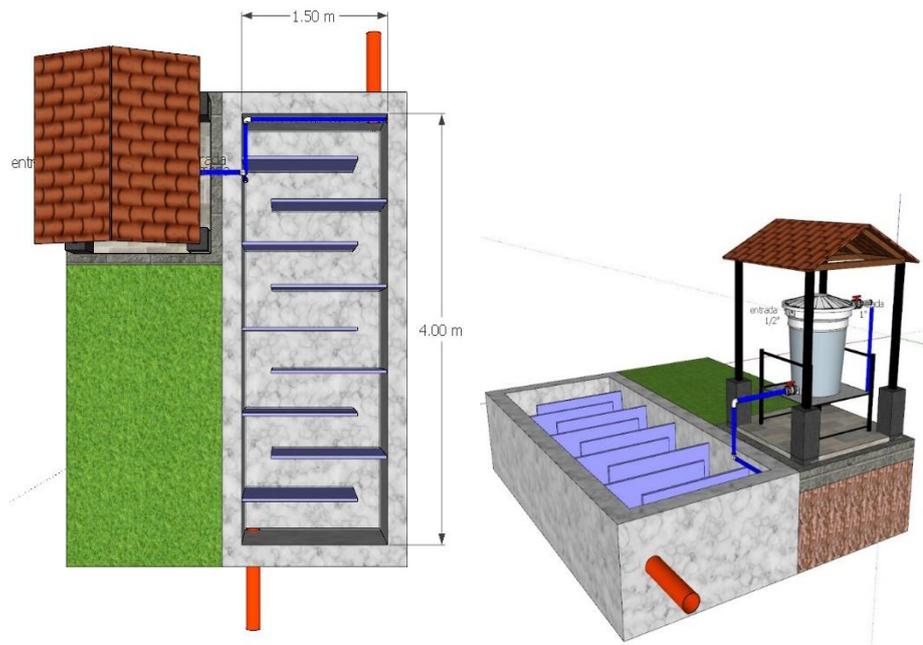


Figura 06. Modelo de cámara de cloración.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

- En la investigación se determinó que el tratamiento contingente en el efluente que no cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP), para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) domésticas o municipales, de coliformes termotolerantes tiene efecto positivo en la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021. Se comparó con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales, obteniendo que el promedio de los valores analizados después de la aplicación del tratamiento contingente es de 2 741,67 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, cumpliendo con los LMP de efluentes para ser vertidos a cuerpos de aguas.
- Los valores obtenidos experimentalmente para el tratamiento contingente propuesto, removieron en promedio un 96,48 % de coliformes termotolerantes, cumpliendo los Límites Máximos Permisibles de efluentes para ser vertidos a cuerpos de aguas.
- En el tratamiento contingente propuesto se utilizó 1 mL de la solución de 1,5 g/100 mL de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %, a una velocidad de 150 rpm, con un tiempo de agitación de 10 min.
- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Centro Poblado de Huamanmarca no cuenta con la estructura de un tratamiento contingente, ni formaba parte del proyecto original, es por ello que es necesario la implementación del tratamiento contingente propuesto.
- La implementación incompleta de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca y el abandono actual, no permite contar con una correcta administración, operación, mantenimiento, restitución de equipos y reparaciones menores del sistema de alcantarillado y de la PTAR, lo cual no garantiza la sostenibilidad de la gestión y prestación de los servicios del sistema propuesto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el tratamiento contingente en la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca.
- Se recomienda el mantenimiento de la cámara de rejillas, cajas de ingreso, cajas de repartición, cajas de salidas, tuberías de interconexión.
- Se recomienda el mejoramiento de las lagunas facultativas.
- Se recomienda el mejoramiento del cerco perimétrico actual y si es posible la construcción de uno nuevo.
- Se recomienda capacitar a los pobladores del Centro Poblado de Huamanmarca en temas de Educación Sanitaria y Gestión de Servicio.
- Se recomienda calcular una nueva cuota familiar para garantizar la correcta administración, operación, mantenimiento, restitución de equipos y reparaciones menores del sistema de alcantarillado y de la PTAR a través de personal calificado, lo cual podría ser mediante operadores capacitados en sistemas de saneamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: OEFA, 2014.
2. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. *Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución*. Lima: Cooperación Alemana al Desarrollo, 2008.
3. Valdés, A. *Propuesta tecnológica para la desinfección de las aguas residuales sanitarias de la Termoeléctrica de Cienfuegos*. 4, Santa Clara: Centro Azúcar, 2019, **46**. 2223-4861.
4. Rodríguez, M. *Desinfección de agua residual con ácido peracético*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016.
5. Higuera, S. *Evaluación de un sistema de tratamiento que optimice el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del INPEC - Yopal*. Yopal: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, 2016.
6. Reyes, M. *Uso de cloro en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas: desinfección y formación de subproductos*. Durango: Instituto Politécnico Nacional, 2016.
7. Cáceres, D., Calisaya, G. y Bedoya-Justo, E. *Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú*. 1, Lima: Ecología Aplicada, 2021, **20**. 1726-2216.
8. Moreno, S. *Tratamiento de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero*. Piura: Universidad Nacional de Piura, 2018.
9. Castillo, M. y Medina, R. *Evaluación de la temperatura y tiempo de reacción en la producción de hipoclorito de calcio*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.
10. Amoquímicos Colombia. Hipoclorito de calcio: usos, características y precauciones. [En línea] PAXZU. [Citado el: 19 de octubre de 2021.] Disponible en: <https://www.amoquimicos.com/usos-y-precauciones-hipoclorito-de-calcio>.

11. ARCH TM. *Ficha Técnica: Hipoclorito de calcio*.
12. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Indicadores de contaminación fecal en aguas. [aut. libro] C. Díaz. *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. México: RIPDA-CYTEC, 2003.
13. Metcalf & Eddy, Inc. *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización*. España: McGraw-Hill, 1995. 0-07-041690-7.
14. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales*. Lima: Oficina de Medio Ambiente, 2014.
15. Dirección General de Salud Ambiental. *Muestreo de efluentes y cuerpos receptores en el marco de la autorización sanitaria de vertimiento*. Lima: DIGESA, 2006.
16. Tamayo, M. *El proceso de investigación científica*. México: Limusa, 2004.
17. Hernández-Sampieri, R., Zapata, N. y Mendoza, C. *Metodología de la investigación para bachillerato: Enfoque por competencias*. México: McGraw Hill, 2017. 978-60-7150-82-94.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia.

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Instrumento |
|---|--|--|---|--|
| <p>Problema general:</p> <p>¿Qué efecto tiene el tratamiento contingente en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>*¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?</p> <p>*¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021?</p> | <p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el efecto del tratamiento contingente en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>*Determinar la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.</p> <p>*Determinar la concentración de coliformes termotolerantes, después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.</p> | <p>Hipótesis general y nula:</p> <p>H₁: El tratamiento contingente tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.</p> <p>H₀: El tratamiento contingente no tiene efecto significativo en el efluente que no cumple con LMP de coliformes termotolerantes de la PTAR Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>*H₁: La concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.</p> <p>*H₀: La concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 no supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.</p> | <p>Variable independiente:</p> <p>X = tratamiento contingente en efluente.</p> <p>Indicadores:</p> <p>*Dosis (g/100 mL).</p> <p>*Volumen (L).</p> <p>*Velocidad (rpm).</p> <p>*Tiempo de agitación (min).</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Y = coliformes termotolerantes en efluente.</p> <p>Indicadores:</p> <p>*Número más probable de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL).</p> | <p>*Prueba de jarras.</p> <p>*Ficha de registro de resultados de análisis.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p>*H₁: La concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.</p> <p>*H₀: La concentración de coliformes termotolerantes después de la aplicación del tratamiento contingente en el efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca, distrito de Huayucachi, Huancayo 2021 no supera los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.</p> | | |
|--|--|--|--|--|

Anexo 02. Fichas de muestreo en afluente y efluente de la PTAR del Centro Poblado de Huamanmarca.

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO " Ensayos Iniciales "

| | | | | |
|---|-------|--------------|-------------|---------------------|
| Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado de Huamanmarca. | | | | |
| AFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal afluente (*) |
| 14-07-2020 | 16:22 | 7.2 | - | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | Color turbio | | |
| EFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal efluente (*) |
| 14-07-2020 | 15:12 | 7.4 | - | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | Color turbio | | |

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

14 de Julio del 2020

Nombres y apellidos
Responsable de Monitoreo
Zoraya Consuelo Garcia Remigio

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO " Ensayos Preliminares "

| | | | | |
|---|-------|--------------|-------------|---------------------|
| Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado de Huananmarca. | | | | |
| AFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal afluente (*) |
| - | - | - | - | - |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | - | | |
| Características del agua residual | | - | | |
| EFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal efluente (*) |
| 10-08-2021 | 10:00 | - | - | 0,078 l/s |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | - | | |
| Características del agua residual | | Color turbio | | |

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

10 de Agosto del 2021

Nombres y apellidos
Responsable de Monitoreo

Yoraya Consuelo Garcia Remigio

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO " Primer triplicado "

| | | | | |
|---|-------|----|-------------|---------------------|
| Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado de Huamanmarca. | | | | |
| AFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal afluente (*) |
| / | / | / | / | / |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | | | |
| EFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal efluente (*) |
| 19-08-2021 | 11:30 | - | - | - |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | | | |
| Color turbio | | | | |

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

19 de Agosto del 2021

Nombres y apellidos
 Responsable de Monitoreo
 Zoraya Consuelo Garcia Remigio

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO "Segundo Triplicado"

| | | | | |
|--|-------|--------------|-------------|---------------------|
| Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado de Huamantla | | | | |
| AFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal afluente (*) |
| - | - | - | - | - |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | | | |
| EFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | Caudal efluente (*) |
| 14-09-2021 | 10:00 | - | - | - |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| Características del agua residual | | Color turbio | | |

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

14 de Septiembre del 2021

Nombres y apellidos
Responsable de Monitoreo

Zoraya Consuelo Garcia Remigio

Anexo 03. Informe de ensayo N° AL/IE - 098 - 21 (ensayos preliminares).



**LABORATORIO DE ENSAYOS
“AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-098-21

| | |
|---|---|
| NOMBRE DEL CLIENTE | : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO. |
| DOMICILIO LEGAL | : Jr. San Martín N° 820 – Huamanmarca – Huayucachi. |
| SOLICITADO POR | : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO. |
| REFERENCIA DEL CLIENTE | : Efecto del tratamiento contingente de Coliformes Termotolerantes en efluentes de PTAR del Centro Poblado Huamanmarca – Huayucachi, Huancayo 2021. |
| PROCEDENCIA | : PTAR Centro Poblado Huamanmarca – Distrito de Huayucachi. |
| ORDEN DE SERVICIO N° | : AL/OS – 084 – 2021. |
| CANTIDAD DE MUESTRAS | : 4 frascos de vidrio estéril. |
| FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 10/08/2021. |
| PERIODO DE ENSAYO | : 10/08/2021 – 14/08/2021. |
| TOMA DE MUESTRA | : Por el cliente. |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | : Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió. |

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

| Código del Cliente | Código de Laboratorio | Coordenadas | | Fecha de Monitoreo | Hora de Monitoreo | Producto Declarado |
|--------------------|-----------------------|-------------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | | Este | Norte | | | |
| AR - 0 | M-21-173 | ----- | ----- | 10/08/2021 | 10:00 | Agua Residual |
| AR - 1 | M-21-174 | ----- | ----- | 10/08/2021 | 10:30 | Agua Residual |
| AR - 2 | M-21-175 | ----- | ----- | 10/08/2021 | 11:00 | Agua Residual |
| AR - 3 | M-21-176 | ----- | ----- | 10/08/2021 | 11:30 | Agua Residual |

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

| Ensayo | Método de Referencia | Descripción |
|---------------------|---|---|
| Coliformes Fecales* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. |

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

III. RESULTADOS:

| Código del Cliente | Ensayo | Resultado | Unidad |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| AR - 0 | Coliformes Fecales | 5.2 x 10 ⁴ | NMP/100 mL |
| AR - 1 | Coliformes Fecales | 3.0 x 10 ³ | NMP/100 mL |
| AR - 2 | Coliformes Fecales | 1.6 x 10 ³ | NMP/100 mL |
| AR - 3 | Coliformes Fecales | 1.3 x 10 ³ | NMP/100 mL |



LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
 Ing. [Firma]
 JEFE DE LABORATORIO
 CP N° 17592

Huancayo, 16 de agosto del 2021

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibida la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

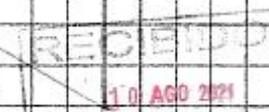
Página 1 de 1

Anexo 04. Cadena de custodia correspondiente al informe de ensayo N° AL/IE - 098 - 21.

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|--------------------|--|
|  | | AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C | | | | CÓDIGO: LAB-FR-001 | |
| | | CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO | | | | VERSION: 01 | |
| | | | | | | F.E: 12/2020 | |

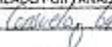
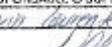
| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|---|
| Cliente: | Zoraya Concha Garcia Romero | Lugar de muestreo: | PTOR - Huancayo - Huayucachi |
| RUC: | | Proyecto: | Efecto del tratamiento aerobico de lodos terciarios en efluentes de PTOR del centro poblado Huancayo - Huayucachi - Huancayo 2021 |
| N° de cotización ⁽¹⁾ : | AL/COF - 2021-197-2 | Tel.: | PARAMETROS ⁽²⁾ |
| e-mail: | | | |

| N° DE MUESTRA | CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽³⁾ | PUNTO DE MONITOREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE | MUESTREO | | MAYÚSC. ⁽⁴⁾ | UBICACIÓN UTM ⁽⁵⁾ | N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO | | VOLUMEN TOTAL | Col. Fecal | | | | | | | | OBSERVACIONES |
|---------------|--------------------------------------|---|---------------|--------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------|------------|--|--|--|--|--|--|--|---------------|
| | | | FECHA (d-m-a) | HORA (24:00) | | | + | - | | | | | | | | | | |
| 01 | 11-21-173 | DR-0 | 10/08/21 | 10:00 | DR | | - | 1 | 250 mL | X | | | | | | | | |
| 02 | 11-21-174 | DR-1 | 10/08/21 | 10:30 | DR | | - | 1 | 250 mL | X | | | | | | | | |
| 03 | 11-21-175 | DR-2 | 10/08/21 | 11:00 | DR | | - | 1 | 250 mL | X | | | | | | | | |
| 04 | 11-21-176 | DR-3 | 10/08/21 | 11:30 | DR | | - | 1 | 250 mL | X | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | |



| | |
|-------|--------------|
| PH>8 | PRESERVACION |
| PH<8 | |
| OTROS | |

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AT (Agua Terciaria), AR (Agua Residual), AS (Agua Superficial), AT (Agua Subterránea), AM (Agua de Mar), AL (Agua Fluvial), Z (Zanahoria), Y (Vertimiento), S (Sedimento), W (Banco Vaso), DP (Duplicado), EC (Ejemplo de Campo).

| | | | |
|----------------------|---|--|--|
| DATOS | MUESTREADO POR / ANALISTA DE CAMPO | RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO | AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. LABORATORIO – RECEPCION DE MUESTRAS |
| NOMBRES Y APELLIDOS: | Zoraya Concha Garcia Romero | Erwin Humberto Galvez | MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS |
| FIRMA: |  |  | TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO |
| OBSERVACIONES: | | | MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANÁLISIS |
| | | | CONSERVACION DE MUESTRAS |
| | | | FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: <input type="checkbox"/> |

Anexo 05. Informe de ensayo N° 154471-2021 (primer triplicado), considerando la cadena de custodia y el certificado de acreditación INACAL correspondiente.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 154471 - 2021
CON VALOR OFICIAL**

RAZÓN SOCIAL : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO
DOMICILIO LEGAL : JR. SAN MARTÍN N° 820 - HUAMANMARCA - HUAYUCACHI
SOLICITADO POR : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO
REFERENCIA : ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL PARA LA TESIS "EFECTO DEL TRATAMIENTO CONTINGENTE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EFLUENTES DE PTAR DEL CENTRO POBLADO HUAMANMARCA - HUAYUCACHI, HUANCAYO 2021"
PROCEDENCIA : PTAR CENTRO POBLADO HUAMANMARCA - DISTRITO HUAYUCACHI
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2021-08-20
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-08-20 AL 2021-08-24
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-08-19
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO.

| Ensayo | Método | L.C. | Unidades |
|----------------------------------|---|-------------------|-----------|
| Numeración de Coliformes Fecales | SME/WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 E-4.2.3d Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. | 1.8 ⁰¹ | NMP/100ML |

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

| Producto declarado | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual |
|---|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Matriz analizada | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual |
| Fecha de muestreo | 2021-08-19 | 2021-08-19 | 2021-08-19 | 2021-08-19 |
| Hora de inicio de muestreo (h) | 11:30 | 12:00 | 12:30 | 13:00 |
| Condiciones de la muestra | Refrigerada | Refrigerada | Refrigerada | Refrigerada |
| Código del Cliente | M0 | M1 | M2 | M3 |
| Código del Laboratorio | 21081050 | 21081051 | 21081052 | 21081053 |
| Ensayo | Unidades | Resultados | | |
| Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾ | NMP/100mL | 89 x 10 ³ | 33 x 10 ³ | 29 x 10 ³ |

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Lima, 01 de Setiembre del 2021.

Ing. Mariño Tello Paucar
 Director Técnico
 C.I.P. N° 219624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
 WORKING
 FOR YOU

DISPOSICIONES: ● Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. ● Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. ● Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. ● Para conocer la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. ● Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los autores pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Malto de Tumor N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-8885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1

Cod. FI_002/Revisión 05/FE.:09/2020

INFORME DE ENSAYO N° 154471 - 2021 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : ZORAYA CONSUELO GARCÍA REMIGIO
DOMICILIO LEGAL : JR. SAN MARTÍN N° 820 - HUAMANMARCA - HUAYUCACHI
SOLICITADO POR : ZORAYA CONSUELO GARCÍA REMIGIO
REFERENCIA : ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL PARA LA TESIS "EFECTO DEL TRATAMIENTO CONTINGENTE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EFLUENTES DE PTAR DEL CENTRO POBLADO HUAMANMARCA - HUAYUCACHI, HUANCAYO 2021"
PROCEDENCIA : PTAR CENTRO POBLADO HUAMANMARCA - DISTRITO HUAYUCACHI
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2021-08-20
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-08-20 AL 2021-08-24
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-08-19
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO.

| Ensayo | Método | L.C | Unidades |
|----------------------------------|---|--------------------|-----------|
| Numeración de Coliformes Fecales | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. | 1.8 ⁽¹⁾ | NMP/100mL |

L.C.: Límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

| | | | | |
|---|---------------|----------------------|----------------------|---|
| Producto declarado | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual |
| Matriz analizada | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual | Agua Residual |
| Fecha de muestreo | 2021-08-19 | 2021-08-19 | 2021-08-19 | 2021-08-19 |
| Hora de inicio de muestreo (h) | 11:30 | 12:00 | 12:30 | 13:00 |
| Condiciones de la muestra | Refrigerada | Refrigerada | Refrigerada | Refrigerada |
| Código del Cliente | M0 | M1 | M2 | M3 |
| Código del Laboratorio | 21081050 | 21081051 | 21081052 | 21081053 |
| Ensayo | Unidades | Resultados | | |
| Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾ | NMP/100mL | 89 x 10 ² | 33 x 10 ² | 29 x 10 ² 30 x 10 ² |

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FE 005
 Versión 06
 FE 11/2019
 Página de

Cliente: *Zoraya Cozzelo Garcia Romero* Contacto: *Lili Anselmo De la Cruz* E-mail: *joaquin@ambiente.laboratorios.com.ve* Telef.(s) *956000691*
 Lugar: *PTAR Manzaneras - Maguacachi* Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: _____
 Carta/Cotización: *2021-08 VI-67-5* MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

| PUNTO DE MUESTREO o CODIGO DEL CLIENTE | MUESTREO | | | PARAMETROS IN SITU | ANALISIS DE LABORATORIO | N° Informe: <i>154471-2021</i> |
|--|-----------------|--------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
| | FECHA | HORA | TIPO DE MATRIZ | | | |
| <i>M0</i> | <i>19/08/21</i> | <i>11:30</i> | <i>Agua Residual</i> | <i>Coli fecal</i> X X X X | | CODIGO DE LABORATORIO <i>21081050</i> <i>21081051</i> <i>21081052</i> <i>21081053</i> DATOS ADICIONALES |
| <i>M1</i> | <i>19/08/21</i> | <i>12:00</i> | <i>Agua Residual</i> | | | |
| <i>M2</i> | <i>19/08/21</i> | <i>12:30</i> | <i>Agua Residual</i> | | | |
| <i>M3</i> | <i>19/08/21</i> | <i>13:00</i> | <i>Agua Residual</i> | | | |

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES
RECIBIDO
20 AGO 2021
 RECEPCION DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo:

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: *Zoraya Cozzelo Garcia Romero* Firma(s): *[Signature]* Recibido en laboratorio: *AF*
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: *Lili Anselmo De la Cruz* Firma(s): *[Signature]* Día/hora: *2:30*

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación a:

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de cercado de Lima, departamento de Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 25 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 24 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRÍA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:44:02
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Cédula N° : 0135-2021-INACAL
Contrato N° : N° 012-2021-INACAL-0A
Registro N° : LE-047

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) o International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-02M Ver. 03

Anexo 06. Informe de ensayo N° AL/IE-109-21 (segundo triplicado), considerando la cadena de custodia correspondiente.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
“AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-109-21

| | |
|---|---|
| NOMBRE DEL CLIENTE | : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO. |
| DOMICILIO LEGAL | : Jr. San Martin N° 820 – Huamanmarca – Huayucachi. |
| SOLICITADO POR | : ZORAYA CONSUELO GARCIA REMIGIO. |
| REFERENCIA DEL CLIENTE | : Efecto del tratamiento contingente de Coliformes Termotolerantes en efluentes de PTAR del Centro Poblado Huamanmarca – Huayucachi, Huancayo 2021. |
| PROCEDENCIA | : PTAR Centro Poblado Huamanmarca – Distrito de Huayucachi. |
| ORDEN DE SERVICIO N° | : ALJOS – 105 – 2021. |
| CANTIDAD DE MUESTRAS | : 4 frascos de vidrio estéril. |
| FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 14/09/2021. |
| PERIODO DE ENSAYO | : 14/09/2021 – 17/09/2021. |
| TOMA DE MUESTRA | : Por el cliente. |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | : Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió. |

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

| Código del Cliente | Código de Laboratorio | Coordenadas | | Fecha de Monitoreo | Hora de Monitoreo | Producto Declarado |
|--------------------|-----------------------|-------------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | | Este | Norte | | | |
| AR - 0 | M-21-196 | ----- | ----- | 14/09/2021 | 10:00 | Agua Residual |
| AR - 3 - 1 | M-21-197 | ----- | ----- | 14/09/2021 | 10:30 | Agua Residual |
| AR - 3 - 2 | M-21-198 | ----- | ----- | 14/09/2021 | 11:00 | Agua Residual |
| AR - 3 - 3 | M-21-199 | ----- | ----- | 14/09/2021 | 11:30 | Agua Residual |

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

| Ensayo | Método de Referencia | Descripción |
|---------------------|---|---|
| Coliformes Fecales* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. |

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

III. RESULTADOS:

| Código del Cliente | Ensayo | Resultado | Unidad |
|--------------------|--------------------|------------------------|------------|
| AR - 0 | Coliformes Fecales | 7.25 x 10 ⁴ | NMP/100 mL |
| AR - 3 - 1 | Coliformes Fecales | 2.12 x 10 ³ | NMP/100 mL |
| AR - 3 - 2 | Coliformes Fecales | 2.6 x 10 ³ | NMP/100 mL |
| AR - 3 - 3 | Coliformes Fecales | 2.53 x 10 ³ | NMP/100 mL |



LAB-PRO-004/ REVISIÓN 01/ F.E: 12/2020

[Handwritten Signature]
Ing. Edwin El. Gutiérrez Galvez
 JEFE DE LABORATORIO
 QP N° 17592

Huancayo, 16 de Setiembre del 2021

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

| | | | |
|---|---|--|---------------------------|
|  | AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C | | CÓDIGO: LAB-FR-001 |
| | CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO | | VERSION: 01 |
| | | | |

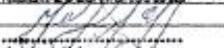
| | | | | | |
|-------------------|----------------------|--|--|--------------------------|------------|
| Cliente: | Zoraya Garcia Rompio | Lugar de muestreo: | PTDR Centro Pabellón Huancayamarca | N° de informe de ensayo: | MJE-107-21 |
| RUC: | | Proyecto: | Efecto del balanceo catapient de Ldys. no termoliterantes en ejentes | | |
| N° de cotización: | DY/01-2021-230-2 | * PTDR del Centro Pabellón Huancayamarca - Huayucachi Huancayo 2021. | | | |
| e-mail: | | Tel.: | PARAMETROS: | | |

| N° DE MUESTRA | CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾ | PUNTO DE MONITOREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE | MUESTREO | | MATRIZ ⁽⁴⁾ | UBICACIÓN UTM ⁽²⁾ | N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO | | VOLUMEN TOTAL | OBSERVACIONES | |
|---------------|--------------------------------------|---|---------------|--------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------|---------------|--|
| | | | FECHA (d-m-a) | HORA (24.00) | | | P | V | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 01 | H-21-196 | AR-0 | 14/09/21 | 10:00 | DR | --- | - | 1 | 250 | X | |
| 02 | H-21-197 | AR-3-1 | 14/09/21 | 10:30 | AR | --- | - | 1 | 250 | X | |
| 03 | H-21-198 | AR-3-2 | 14/09/21 | 11:00 | AR | --- | - | 1 | 250 | X | |
| 04 | H-21-199 | AR-3-3 | 14/09/21 | 11:30 | AR | --- | - | 1 | 250 | X | |
| TOTAL | | | | | | | - | 4 | | | |


 PCS: 1000 SERVICIOS

| | |
|-------|--------------|
| PH>8 | PRESERVACION |
| PH<8 | |
| OTROS | |

- (1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AN(Agua de Nar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluentes); VE(Vertimientos); SE(Sedimentos); BV(Banco Viajero); DP(Duplicado); BC(Banco de Carros).

| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| DATOS | MUESTREO POR /ANALISTA DE CAMPO | RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO | AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. LABORATORIO – RECEPCION DE MUESTRAS |
| NOMBRES Y APELLIDOS: | Zoraya Garcia Rompio | |   JEF. DE MUESTREO Ambiental Laboratorios |
| FIRMA: | | | MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> CONSERVACION DE MUESTRAS FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: |
| OBSERVACIONES: | | | Monitoreado por: Cliente <input checked="" type="checkbox"/> |

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lib@ambientallaboratorios.com.pe

Anexo 07. Informe de ensayo N° 1-05673/20 (cuerpo receptor de la PTAR Huamanmarca).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-05673/20

Pág. 1/1

Solicitante : **MG2 ASOCIADOS S.A.C.**
 Domicilio legal : **Av. San Martín S/n Dpto. 102 Int. 8 Urb. Torres de Santa Clara II - Ate - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : **CUERPO RECEPTOR DE LA PTAR EXISTENTE**
F/M: 2020-07-13; 15:20
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Fecha de recepción : **2020 - 07 - 14**
 Fecha de inicio del ensayo : **2020 - 07 - 14**
 Fecha de término del ensayo : **2020 - 07 - 21**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio Ambiental / Microbiología (Callao)**
 Identificado con : **H/S 20004289 (EXAI-06792-2020)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para las muestras descritas**

Análisis Físico Químico:

| Ensayo | LD | Unidad | Resultados |
|-------------------------------------|-----|----------------------|------------|
| Acetatos y Grasas | 0,5 | mg/L | 4,37 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | 2 | mg/L | 20,8 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | 10 | mg O ₂ /L | 78,6 |
| Sólidos Suspendedos | 2,5 | mg/L | 137 |

LD: Límite de detección

Análisis Microbiológico:

| Ensayo | Unidad | Resultados |
|----------------------------------|------------|------------|
| Coliformes Termotolerantes (NMP) | NMP/100 mL | 35 000 |

MÉTODOS

Acetatos y Grasas: EPA Method 1654, Revision B, 2010. n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.
Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 D.23 rd Ed. 2017. SOLIDS. TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103 - 105 °C

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de julio de 2020
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 08. Informe de ensayo N° 1-05674/20 (agua de ingreso a la PTAR Huamanmarca).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-05674/20

Pág. 1/1

Solicitante : **MG2 ASOCIADOS S.A.C.**
 Domicilio legal : **Av. San Martín S/n Dpto. 102 Int. 8 Urb. Torres de Santa Clara II - Ale - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA RESIDUAL**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 1,75 L**
Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : **AGUA DE INGRESO A PTAR EXISTENTE**
F/M: 2020-07-13; 15:22
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Fecha de recepción : **2020 - 07 - 14**
 Fecha de inicio del ensayo : **2020 - 07 - 14**
 Fecha de término del ensayo : **2020 - 07 - 20**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio Ambiental / Microbiología (Callao)**
 Identificado con : **H/S 20004289 (EXAI-06792-2020)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para las muestras descritas**

Análisis Microbiológico:

| Ensayo | Unidad | Resultados |
|----------------------------------|------------|-------------|
| Coliformes Termotolerantes (NMP) | NMP/100 mL | 350 000 000 |

Análisis Físico Químico:

| Ensayo | LD | Unidad | Resultados |
|-------------------------------------|----|--------|------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | 2 | mg/L | 402 |

LD: Límite de detección

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure, Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de julio de 2020
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 09. Hoja de cálculo de la cámara de cloración.

| PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR HUAMANMARGA | |
|--|-----------------------------|
| LUGAR: | JUNIN - HUANCAYO-HUAYUCACHI |
| DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN PTAR - HUAMANMARGA | |

| DATOS PARA DETERMINAR LA DESINFECCION | | | |
|---------------------------------------|---------|----------|------------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR | UNIDAD |
| Caudal | Q | 5.150 | Lt/seg |
| Coif. Termotolerantes afluente | No | 3.50E+05 | NMP/100 ml |
| Coif. Termotolerantes efluente | N | 1.00E+03 | NMP/100 ml |

Periodo de retencion = 15 minutos
 Volumen = 4.64 m3

DOSIS DE CLORO RESIDUAL

Fórmula de Chick

$$\frac{N_t}{N_0} = (1 + 0,23 C_t t)^{-3}$$

Donde:

Nt/No: 0.00
 (1+0.23 Ct): 7.05
 C*t: 26.29

para t=20min

C: 1.75

| DOSIS DE CLORO | | |
|---------------------------|-----------|--------|
| DESCRIPCION | RESULTADO | UNIDAD |
| Dosis de cloro residual = | 1.75 | mg/l |
| Tiempo= | 15.00 | min |
| Breach point= | 8.5:1 | - |
| Dosis aplicada= | 16.65 | mg/l |

La desinfección de la masa de agua residual se realizará con la aplicación de una de hipoclorito de calcio

| CALCULO DE ALMACENAMIENTO DE CLORO | | | | |
|------------------------------------|---------------|-------------------|----------------------|--|
| DATOS | CANTIDAD | UND | CALCULOS | RESULTADO |
| Dosis | D = 16.652 | mg/l | | D = 16.65 mg/l |
| Tiempo de almacenamiento | T = 90.000 | dias | W = Q * T * D / 1000 | Peso del cloro requerido en el periodo de almacenamiento (W) |
| Caudal de Diseño | Qmh = 5.150 | l/s | | |
| | Qmh = 444.960 | m ³ /d | | W = 666.85 Kg |

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR HUAMANMARCA

LUGAR: JUNIN - HUANCAYO-HUAYUCACHI

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLORACION PTAR - HUAMANMARCA

CALCULO DE UNA ESTACION DE CLORACION

| DATOS | CANTIDAD | UND | CALCULOS | RESULTADO |
|---|-----------------------|---------------------|-------------------------|---|
| Caudal de diseño | Qm = 5.150 | l/s | $q = Q \cdot D_w / c$ | Caudal mínimo de agua requerido para la operación del difusor (q) |
| Dosis | Dosis = 16.652 | mg/l | | $q = 0.000009$ m ³ /s |
| Concentración de la solución | C = 10000.000 | mg/l | | |
| Cantidad de cloro a utilizarse | | | | |
| Dosis total de cloro | Df = 16.652 | mg/L | Requerimiento de cloro | R = 0.0858 kg/día |
| Flujo de agua residual | Qp = 5.150 | m ³ /día | | $R = Df \times Q \times 10^{-3}$ |
| Diámetro del difusor | Dd = 1.500 | Pulg | Número de orificios | No = 7 Orificios |
| Diámetro del orificio | Do = 0.375 | Pulg | Área del difusor | Ad = 0.001104 m ² |
| Área del orificio | Ao = 0.00007 | m ² | Coef. de uniformidad | $n(Ao/Ad) < 0.42$ 0.4375 |
| Separación entre orificios | e = 17.000 | cm | | |
| Tiempo de contacto | T = 15.000 | min | $VT_c = Q \cdot t$ | Volumen del tanque de contacto de cloración VTc = 4.635 m ³ |
| Longitud Total de la Camara de Contacto | 3.870 | m | Longitud de cada cámara | 0.5 m |
| | # de Camaras = 8.000 | | | |
| Altura de camara de contacto | Nivel de agua = 0.800 | m | Borde libre sobre | 0.2 m |

| | | | |
|--------------------|----------|-------|-----|
| Dimensiones | Ancho = | 1.500 | 1.5 |
| | Altura = | 1.000 | 1 |
| | Largo = | 4.000 | 4 |

Verificación de dosificador de hipoclorito de calcio a través de Goteo autocompensante

| | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------------------------|
| Capacidad de Tanque de cloración | 750.00 | Litros | (VER PLANO DE CLORACIÓN) |
| Caudal de gotero autocompensante | 4.50 | Lit/Hr | |
| Capacidad de llenado del tanque | 563 | Litros | |
| | | | |
| tiempo de Recarga del Tanque | 5 | días | |
| Cantidad de Hipoclorito de calcio 70% | 9.37 | Kg | |
| Cantidad de cloro mensual | 53.95 | Kg | |

CONCLUSION: Satisface la cantidad y dosificación de cloro los requerimientos para este caudal de diseño

Anexo 10. Panel fotográfico.



Fotografía 01. Aforamiento del efluente.



Fotografía 02. Muestreo del efluente.



Fotografía 03. Pesado de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %.



Fotografía 04. Preparado de solución de hipoclorito de calcio al 65 - 70 %.



Fotografía 05. Muestras de agua residual de 1 L para analizar.



Fotografía 06. Adición de 1 mL de solución de hipoclorito de calcio a 1,5 g/100 mL a la muestra de agua residual sometida a 150 rpm.



Fotografía 07. Muestras listas para su traslado a laboratorio acreditado, para el análisis de CT.



Fotografía 08. Muestras aplicadas con la dosis de hipoclorito de calcio, para su análisis de CT en laboratorio acreditado.



Fotografía 09. PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.



Fotografía 10. Cuerpo receptor de la PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.



Fotografía 11. Estado actual del pretratamiento de la PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.



Fotografía 12. Estado actual de las lagunas de oxidación de la PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.



Fotografía 13. Hectáreas de tierras que producen maíz alrededor de la PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.



Fotografía 14. Hectáreas de tierras que producen maíz en el área de influencia de la ubicación del efluente de la PTAR existente en el Centro Poblado de Huamanmarca.

Anexo 11. Resultados del informe de similitud de Turnitin.

EFFECTO DEL TRATAMIENTO
CONTINGENTE DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES EN
EFLUENTE DE PTAR DEL
CENTRO POBLADO
HUAMANMARCA -
HUAYUCACHI, HUANCAYO 2021
por Zoraya Consuelo Garcia Remigio

Fecha de entrega: 11-ene-2022 08:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1740362612

Nombre del archivo: Zoraya_Garcia_-_Tesis.pdf (4.2M)

Total de palabras: 9281

Total de caracteres: 54822

EFFECTO DEL TRATAMIENTO CONTINGENTE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EFLUENTE DE PTAR DEL CENTRO POBLADO HUAMANMARCA - HUAYUCACHI, HUANCAYO 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 20% | 19% | 6% | 10% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|---------------|
| 1 | www.lima-water.de Fuente de Internet | 1% |
| 2 | repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | www.digesa.minsa.gob.pe Fuente de Internet | <1% |
| 6 | www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 7 | alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet | <1% |
| 8 | Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante | <1% |