



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial**

AUTORA:

Zevallos Benites, Rosa del Pilar (orcid.org/0000-0002-1483-0166)

ASESOR:

Mg. Rivera Calle, Omar (orcid.org/0000-0002-1199-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a Dios por su gran protección y misericordia en mi vida.

A mis padres Juan Zevallos Bernal y Petra Benites Olaya por enseñarme a ser una mejor persona en todos los aspectos de mi vida siendo ustedes mi mayor ejemplo a seguir; por su gran apoyo incondicional, confianza y motivación para seguir logrando mis metas.

A mi novio Elber Garcia Niño por motivarme siempre a seguir cumpliendo mis sueños y proyecto, por su amor, su apoyo y amistad incondicional.

Y sin dejar atrás a toda mi familia, mis hermanos y hermanas por dejarme ser parte de su vida y mis abuelos que siempre me acompañan desde el cielo.

Agradecimiento

A Dios por sus infinitas bendiciones, por guiar cada uno de mis pasos y poder culminar con éxito mi proyecto.

Mi especial agradecimiento a mis padres por su gran apoyo y confianza, por su gran esfuerzo al brindarme una carrera profesional.

A la empresa EPS GRAU S.A. por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación y apoyarme brindándome la información necesaria.

A nuestra universidad y a cada uno de los profesores por su gran aporte académico en especial a mi asesor Ing. Omar Rivera Calle por brindarme su apoyo en este desarrollo de tesis.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de la investigación	20
3.2. Variable y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de Análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV.RESULTADOS	26
V.DISCUSIÓN.....	37
VI.CONCLUSIONES	40
VII.RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Población, Muestra y Muestreo	22
Tabla 2 Técnicas e Instrumentos	23
Tabla 3: Análisis Microbiológicos de los tres tiempos del lavado de filtros	27
Tabla 4: Análisis Físicoquímicos de los tres tiempos de lavado de filtros	28
Tabla 5: Caudal del agua de lavado de filtros.....	29
Tabla 6: Costos de red de circulación de agua.....	35
Tabla 7: Costos de sedimentador y cisterna de almacenamiento.....	36

Resumen

Las empresas de tratamiento de agua potable originan grandes cantidades de agua en el lavado de sus filtros representado pérdidas de materia prima y económicas. Por ello el objetivo general de dicha investigación es: determinar de qué manera influye la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022.

La metodología utilizada en la investigación fue de tipo no experimental, descriptiva, donde se realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos al agua de lavado de filtros para determinar sus características y poder diseñar una propuesta de recirculación en base a los resultados.

Como resultado la propuesta de recirculación cuenta con lo siguiente: un sedimentador y una cisterna de almacenamiento que permite tener un agua con menor turbiedad para poder ser enviada y mezclada con el agua cruda sin alterar ningún proceso.

Palabras clave: agua, reutilización, recirculación, sedimentador.

Abstract

Drinking water treatment companies originate large amounts of water in the washing of their filters, representing raw material and economic losses. Therefore, the general objective of this research is: to determine how the proposal to reduce mass loss influences the purification process through the reuse of water in the filter washing stage in a PTAP, 2022.

The methodology used in the research was non-experimental, descriptive, where physicochemical and microbiological analyzes were carried out on the filter washing water to determine its characteristics and to be able to design a recirculation proposal based on the results.

As a result, the recirculation proposal has the following: a settler and a storage tank that allows water with less turbidity to be sent and mixed with raw water without altering any process.

Keywords: water, reuse, recirculation, settle

I. INTRODUCCIÓN

Damian (2019), indica que hoy en día dichas Empresas de procesamiento de agua Potable durante la etapa del lavado de filtros crean una gran cantidad de aguas residuales, se estima que representa un 10% del agua que se produce para ser consumida. Debido a la escasez y aumento de la población a nivel mundial estas aguas resultantes de esta etapa podrían ser empleadas como una fuente de recurso hídrico constantemente de la mano con el funcionamiento de la planta potabilizadora. Hasta ahora la gran parte de las fábricas de procesamiento de agua potable envían sus residuos de lavados de filtros a cisternas evaporadoras, sistemas de alcantarillado municipales o pozas de almacenamiento.

Organismos de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014), nos dice que aproximadamente de los 2 ,217946 m³/día de aguas desechables que circulan diariamente por las líneas de conducción en nuestro País, solo el 32% son procesadas antes de que estos cuerpos sean vertidos a fuentes naturales (lagos, ríos, mares y quebrada). Lima es aquella ciudad que genera 1.2 millones m³ de aguas desechables circuladas por el desagüe, las cuales solo el 20% son tratadas. Rosado (2022) indica que el distrito del Arenal solo dispone de una empresa de procesamiento de recurso hídrico EPS GRAU S.A. y 4 estaciones de tratamiento en la región, pero nadie es éstas cumplen con el tratamiento de dichos efluentes obtenidos del lavado de filtros, sino que son enviados directamente a pozas o alcantarillados municipales.

Dicha indagación se elaboró en la empresa de EPS GRAU S.A – El Arenal como resultado del proceso de tratamiento de agua potable ya que dicho proceso origina gran variedad de fluidos desechables entre ellos el agua usada para expulsar lodos almacenados en estos, dicha planta cuenta con 7 filtros los cuales eliminan una masa de 355 m³ por filtro al día. Teniendo como destino la poza de almacenamiento que luego es vertido a dos canales de irrigación, que cuando superan su capacidad hace que las aguas se rebocen ocasionando una alteración del ecosistema.

En vista de que esta agua que se genera por este proceso no se le da un tratamiento y buen uso, equivale a pérdidas económicas como también perdidas del recurso hídrico, debido a que estas aguas comprenden características que señalan pueden ser convertidas con técnicas avanzadas para un buen aprovechamiento económico de la empresa, ser humano y comunidad.

Elera (2021) indica que, actualmente y desde hace tiempo atrás la ciudad de Paita viene padeciendo graves niveles de escases del mencionado recurso hídrico, lo cual constituye una grave afección a los derechos fundamentales de su población. Determinada la problemática del estudio, se procedió a plantear el siguiente problema: ¿De qué manera ayuda la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022? y de este problema general se tienen las siguientes preguntas específicas:

- **PE1:** ¿Cuáles son las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU- El Arenal?
- **PE2:** ¿Cuál es el diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan hacer introducidas y mezcladas con el agua bruta al proceso inicial?
- **PE3:** ¿Cuáles son los costos de la propuesta de recirculación de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU – El Arenal??

La justificación Teórica, esta investigación se basó en dar una solución de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros, que nos ayude a que estas aguas que son desechadas vuelvan al proceso inicial y se mezclen con el agua bruta proveniente de ríos y canales para posteriormente ser tratada, generando así mayores niveles de agua para el consumo humano.

La justificación ambiental, tras hacer el reuso de aguas de lavado de filtros nos ayuda a recuperar una parte de este valioso recurso hídrico que cada vez es mucho más escaso y a disminuir la cantidad de aguas residuales que son enviadas a pozas y alcantarillados que muchas veces se rebosan y ocasionan alteraciones en el ecosistema.

La justificación social, es factible ya que se reducirá la pérdida de masa y aumentará el volumen de agua potable producida que beneficiará a la provincia de Paita que actualmente solo se provee de 2 horas de agua al día.

El objetivo general de esta investigación es determinar de qué manera influye la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022. Teniendo como objetivos específicos los siguientes:

- **OE1:** Caracterizar las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU- El Arenal.
- **OE2:** Proponer un diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan a ser introducidas y mezcladas con el agua bruta al proceso inicial.
- **OE3:** Determinar los costos de la propuesta de recirculación de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU – El Arenal.

II. MARCO TEÓRICO

Manga, Noriega y Serralt (2001), en su artículo da a conocer la importancia del reúso de aguas residuales el cual ha ido incrementando en naciones desarrolladas como también en naciones con proyección a desarrollo. El reúso de estas aguas simboliza un papel muy importante para combatir la escasez del agua teniendo así una mejor planificación y gestión integrada de dicho recurso hídrico. En la región de la costa Atlántica de Colombia aún no se tiene una normativa que determine los criterios mínimos de calidad que debería tener el agua para que no afecte el medio ambiente y la vida humana. Es por ello por lo que es necesario se establezcan directrices que aseguren el buen uso y beneficio adecuado el reúso. Se podrán tomar en cuenta como referencia las directrices de reúso a nivel internacional que nos asegure las características del agua residual, la clase de método a las que serán sujetas, su calidad requerida y la capacidad natural de la zona. Estas normativas deberán estar acompañadas de un informe científico- técnico, en el que tiene mucha relevancia el desarrollo tecnológico y la investigación.

Matamoros (2005) en su estudio comprueba que los precedentes determinan elecciones extraordinarias de las diferentes clases de aguas desechables obtenidas en empresas de procesamiento de agua en Chile. Posibilitando así avanzar en la representación de estas aguas y en consecuencia ser capaces de definir cuáles de ellas deben de implementarse en todas las plantas según el requerimiento de tratamiento. Por lo cual es vital mejorar en la determinación de estándares específicos e incrementar procedimientos y tratamientos adecuados en el uso de aguas desechables de las empresas de procesamiento de agua potable del estado.

Hidalgo *et al.* (2006), proponen perfeccionar trabajos ejecutados con anticipación acerca de la mejora del lavado de filtros granulares, empleando una alternancia al retrolavado tradicional de esta clase de filtros, que retribuye al lavado a través de pulsos. Este trabajo se aplicó en la planta de tratamiento Lo Gallo, correspondiente a las empresas de Aguas Cordillera, se realizaron una serie de muestras a tanto a nivel piloto como a nivel real donde dos elementos de filtros modelados igualmente y sometido a idénticas condiciones de filtrado los cuales fueron relacionados durante el término del proceso de lavado, la cantidad de agua que se utilizó, el tiempo de duración, la tasa rápida de abatimiento de turbiedad y el rendimiento de

la tasa rápida de turbiedad. Estos indicios admitirán estudiar el resultado con o sin pulsos, con o sin vibrador para ello se tomarán porciones del agua de lavado cada 30 segundos, lo que nos permitirá obtener un registro exacto de que va sucediente en dicho proceso.

DIGESA (2007) detalla que la temperatura: Es un parámetro primordial para el incremento del ecosistema acuático y terrestre es más hasta las velocidades de reacción y reacciones químicas, así como la disposición del agua para actuar en determinados usos. Además, resulta ser un instrumento de calidad del agua, que detalla una conducta de otros componentes del recurso hídrico como la conductividad eléctrica, pH, límite de oxígeno y demás variantes de la fisicoquímica. El grado de calor tolerante del ser humano es de una concentración máximo admisible de 15 grados, en altas temperaturas la concentración del OD disminuye, y en otras zonas varia en 3°C.

Osorio, Torres y Sánchez (2010) en su investigación tras el libro de la Directiva 271/91 CEE sobre la depuración de fluidos con alcance reducido en cuanto a los requisitos de contaminación, el objetivo de la Directiva del Agua es avanzar aún más en la seguridad del entorno en sustancias vertidas. Así, las normas y posibilidades de reutilizar las aguas residuales, así como la urgencia de expandir muchas de las depuradoras en actividad, exigen la incorporación de métodos modernos de procesamiento. En esta línea, este estudio proporciona posibles estructuras de inertización orgánica para la reutilización de aguas residuales que se están utilizando en los sistemas de desinfección actualmente en el tratamiento de aguas, así como diferentes aspectos asociados: leyes, enfoques superiores, signos orgánicos, limitación de los distintos sistemas de desinfección.

Weber, Cybis y Beal (2010) En su estudio su objetivo fue evaluar el reúso del agua como un instrumento de mejora de una empresa de procesamiento de aguas desechables. Esta investigación se realizó en una empresa de cartón ondulado en donde su fábrica de remediación de aguas residual dio a conocer un nivel inferior de su rendimiento. El reconocimiento de oportunidades de reciclar y aparentar una matemática de su efecto en la PTAR, por medio de un balance de carga, señalaron el reúso de los efluentes de tratamiento inicial como una posibilidad de revitalización. Por consiguiente, dicho efluente fue aprovechado en la elaboración de adherente de almidón, disminuyendo la DBO5 del efluente a más del 60%

(59.14 a 22.15 kg/día) del lodo activado. De esta manera el rendimiento de la PTAP fue aumentando significativamente, teniendo como resultado la disminución primordial del volumen de contaminante trasladado al cuerpo de agua con la siguiente indicación de las normativas de regulación ambiental de liberación de efluentes.

Díaz, Alvarado y Camacho (2012) su investigación tuvo por objetivo la elaboración de una herramienta para aumentar la eficacia del empleo del agua, el cual se encontró como resultado que las aguas grises contienen nutrientes en proporciones mucho más pequeñas que las aguas residuales, obteniendo un nivel del 10% de nitrógeno y el 21% de potasio de la totalidad de aguas desechables caseras. Dicha investigación indica que solamente el 26% de fósforo total pertenece a aguas residuales, teniendo como resultado que las mencionadas aguas logran ser utilizadas en numerosas labores caseras.

Lubna Siam (2013) en su estudio tuvo como propósito descifrar la reutilización de agua de los aires acondicionados. De este modo obtener la recuperación potencial del agua condensada de los sistemas de aire acondicionado. Este trabajo resulta sumamente interesante ya que su objetivo es evaluar la fuente de agua generada a través de los acondicionadores de aire en términos de cantidad y calidad. La investigación del autor y la revisión de la literatura dieron como resultado que el agua de condensada es de buena calidad y cumple con las normativas palestina para su reutilización en el riego, a excepción de las mediciones de turbidez. Por lo tanto, si se utiliza para la ingesta, puede crear algunas preocupaciones relacionadas con la coloración y el sabor.

Bermeo y Idrovo (2014) en su investigación tiene por objetivo utilizar los lodos como agregados para la construcción como materiales, usándolos como herramienta ecológica y aportando a disminuir la extracción de sustancias primas utilizadas en las fábricas de las edificaciones; así mismo los sedimentos residuales obtenidos del procesamiento de agua residual muestran ser eficaces para la confección de elementos como: argamasas que están compuestas con cenizas de lodos que son más efectivas que la cal; con respecto al hormigón, que sustituye el 10% del agregado fino y para los ladrillos la máxima parte se consigue al concentrarse en un 5% de su volumen.

García (2014) según su investigación tienen como objetivo determinar los

caracteres necesarios para realizar la dimensión de las estructuras y equipos para un sistema de tratamiento de lodos. se utilizó la prueba de 6 jarras analizando la mezcla entre el fluido del lavado de filtros que son los lodos recogidos y el agua cruda que alimenta la planta, teniendo como resultado de la investigación que la tratabilidad de los efluentes en dicha planta es alternativa desde el punto de vista operacional, para el sector de la construcción y de economía, ya que no está alterando el proceso normal de potabilización.

Calderón (2014) dicha indagación ejecutó la obtención de patrones tanto del efluente como afluente de la unidad, tomando en cuenta la conducta del caudal medio del efluente general. Se tuvo como resultado que el recipiente comercial contenga igual eficacia desde su etapa naciente, hasta unos 05 años del inicio de operaciones sin la necesidad de la extracción de lodos, este resultado resalta la eficiencia que lo califica como un método inicial con 97% de eficiencia de eliminación de materia sedimentada y el 57% del DBO5; También es visible una eficacia del 94% de eliminación de materia acumulado y un 47% DQO en un tiempo de contención de 11,28 horas.

Espinal, Ocampo y Rojas (2014) en la exploración propone una estrategia de reutilización de agua oscura, cuyo objetivo esencial es el plan y recreación que produce la reutilización de este tipo de agua, para ello fue fundamental el establecimiento de los focos de surtido esenciales en los hogares de donde se puede obtener el agua oscura, proveniente del lavado casero en general de los cuales se examinaron los requerimientos potenciales dados en los marcos de reúso de aguas oscuras, y los distintos planes creados para este marco, para elegir el más razonable, luego se desglosan los resultados, que cumplen con las expectativas deseadas.

Fernández (2015) según la investigación realizada tiene como objetivo principal definir los procesos que conformar el proceso de las aguas desechables obtenidas. La finalidad de este trabajo abarca las características de las aguas residuales y la precisión de los parámetros importantes a disminuir, buscando recopilar los procesos de tratamiento de las plantas de agua y contrastarlos con los países que han regulado el manejo de estas. Se realizó una comparación para caracterizar las aguas residuales, se revisó la base de la infraestructura de la PTAP para ver si cuenta con algún tratamiento para aguas residuales, se revisaron normativas y

estudio de aquellos países que haya estudiado estas aguas y los estándares que la contemplan. En el cual conlleva que un tratamiento compuesto por tecnologías primarias y mecánicas es adecuado para poder recircular la fase líquida y lograr sólidos con concentraciones que permitan ser utilizados.

Gracia *et al.* (2015) indicó que actualmente la contaminación del agua es un problema que nos afecta a todos, es por ellos que es necesario crear sistemas alternos que nos permitan ahorrar agua y volver a reutilizar con el objetivo de disminuir el impacto en el medio ambiente que se producen con su uso, obteniendo así un importante y óptimo empleo del elemento hídrico. Con la aplicación del método presentado para la reutilización del agua mediante filtros de carbón activado y arena se disminuye el empleo de agua sin tener demasiada merma de masa y nos proporcionará una calidad del agua adecuada para reciclarla en trabajos de limpieza sin poseer ningún químico que afecte la vitalidad de los individuos que efectúen estas tareas y con ello disminuir la porción del empleo del vital recurso.

Nina (2015) dio a conocer con el fin de estimar y analizar el método de medición de las aguas desechables caseras, la eficacia de cómo aplicar dicho método de acuerdo con los parámetros estimados, es decir: DBO5 fue 71%, DQO fue 69%, los Sólidos totales en suspensión fue 76%. Dando como resultado la eficiencia de remover los Coliformes totales fue 64%, Coliformes fecales fue 87%, y Coliformes termotolerantes son del 39%. Al igualar los principios definidos en los efluentes con los límites máximos permitidos establecidos en el D.S. N° 003 – 2010 – MINAM, determina que el grado de infección de la zona de investigación es elevado ya que los contaminantes en potencia sobrepasan los límites permitidos para la clase 3: indicándonos que perjudica al flujo de riego de hortalizas y a las bebidas de vertebrados, también infecta el agua que se encuentra debajo del suelo.

Rodríguez (2016) el objetivo de esta investigación fue plantear y calcular una fase de entendimiento de dinámica sencilla, para ser utilizado en un equipo con la capacidad de extraer agua potable a través del vapor del aire. Dicho equipo proporcionó un importante apoyo en cuanto al procedimiento de condensado, recolección e investigación de las propiedades del líquido en condensación, a través de la aplicación de una variante distinta de aprovechamiento sostenible del

agua, con el fin de solucionar la carencia de suministro del agua en el sector de Amazonía de Colombia.

Fouad, El-Henfny y Mahomed (2016) en su investigación realizada se tiene como objetivo general la evaluación de la posibilidad de retornar el agua utilizada en el lavado al proceso inicial como agua primaria para tratamiento. se realizó en la ciudad de Egipto. El método utilizado fue el empleo del test de jarras a 6 muestras, examinando el líquido de retrolavado combinada con agua primaria teniendo como resultado que es factible recircular el agua e introducirla otra vez a la etapa inicial del procesamiento de agua para el consumo humano, aunque se debe tener en cuenta las normativas vigentes de cada país los cuales son factores que determinan esta opción.

Paredes y Chisaguano (2016) dada la investigación se tuvo como objetivo la elaboración de una propuesta o diseño de tratamiento para lodos y su uso final, la metodología fue la toma de 3 muestras compuestas por efluentes de sedimentación y floculadores, las otras 3 muestras de lodo al interior de los mismos durante el primer trimestre del 2016 siguiendo con la normativa vigente; se cuantificaron los lodos con pruebas volumétricas de sólidos sedimentados teniendo como resultados que durante la sedimentación el lodo generado obtuvo un 0.571% del agua tratada, la cual la pruebas microbiológica y de metales pesados indicaron que este es un desecho no peligroso, permitiendo así darle usos urbanos con o sin contacto público directo durante su aplicación, además puede usarse también como un mejorador de suelo , ya que tiene alta concentración de pH mayor a 5.2 por ende se propone dos alternativas que permitan deshidratar los lodos hasta que puedan ser moldeados, de secado y la otra de espesor de lodos a gravedad sin barrido más lechos de secado, donde la segunda alternativa es viable, debido a que requiere menos área, la misma que se encuentra disponible en la planta.

Veliz *et al* (2016) en su investigación el objetivo de la exploración juega una evaluación a escala de los procesos de coagulación-floculación, filtración y ozonización, cada uno de ellos de forma independiente y todos unidos para el tratamiento de aguas residuales civiles; de esta manera su reutilización en el sistema de agua de cultivo. Se evaluaron tres coagulantes (sulfato de aluminio, sulfato férrico y policloruro de aluminio), dos velocidades de desestabilización y tres valores de pH. Se utilizaron tres medios de canalización (arena de sílice, antracita

y lecho de medios mezclados) con cuatro velocidades de filtración. Para la ozonización, se realizó un plan exploratorio con dos focos de gas de ozono (20 y 40 mg/l), dos corrientes de gas (30 y 60 L/h) y dos tiempos de contacto (15 y 30 min). Las contaminaciones se trataron como factores de reacción. Sus porciones de ozono iban de 37 a 300 mg/l. Los coagulantes más productivos son el policloruro de aluminio y el sulfato de aluminio. Los resultados se obtuvieron con velocidades de perturbación rápidas (278 G-S-1) para la mezcla, y las porciones de coagulante se disminuyeron (50-66%) con arena de sílice para su viabilidad de separación. En la etapa de ozonización, se obtuvieron modelos de disminución para los contaminantes evaluados. Se propone una porción base de 40 mg/l. Con la conspiración de tratamiento, obteniendo eficiencias de disminución del 84-98% para los límites fisicoquímicos y del 99,98-100% para los límites microbiológicos.

Garzón, Gonzales y García (2016) en su trabajo tuvieron como objetivo evaluar un método simple con un accesible funcionamiento y mantenimiento que logre usar las aguas desechables de las viviendas. Este método para tratar las aguas residuales mezcla el procedimiento de un biofiltro, un humedal artificial y recipiente séptico. El biofiltro para su filtración utiliza astillas de madera, la humedad artificial opera con un flujo superficial de manera horizontal y fue empaquetado con grava y sembrado con plantas ornamentales. Este método fue llevado a una gran escala teniendo un espacio para 2-4 personas en territorios con inferior ingreso y poca provisión de agua (130 L/D). Este sistema de agua trabajó a lo largo de 220 días para calcular el resultado de dos caudales distintos (0.2 m³/d y 0.4m³/d) perjudicando la duración el estancamiento hidráulico del recipiente séptico (5.5 d y 2.75 d) la rapidez de filtración en el biofiltro (1.26m/d y 2.52 m/d y la velocidad de filtración en el humedal artificial (0.05 m/d y 0.1 m/d). El sistema de tratamiento de agua residuales expresó un óptimo rendimiento y cuando se utilizó el caudal más gradual la propiedad del efluente conseguido fue lo bastante beneficioso para volver a ser reutilizada abiertamente en actividades de lavado, riego de áreas verdes, en patios y usos sanitarios evaluando los parámetros estudiados (coliformes fecales, aceites, grasas, DBO y huevos de helmintos) conforme a las normas mexicanas MON-003-ECOL-1997y USEPA 2004.

Escobar et al (2016) este artículo tiene como objetivo proponer un sistema avanzado apoyado en lógica difusa para respaldar la toma de decisiones en

programas de reutilización de aguas residuales domésticas tratadas. La técnica de hidroinformática realiza la estimación del potencial de la reutilización a partir de 2 factores: el índice de escasez y la eficiencia en BDO₅ de una PTAR. Dicha técnica fue aprobada a través de un suceso de estudio en la PTAR de la municipalidad de Nátaga – Colombia. Se empleó el balance hídrico, exámenes de condición del agua y encuestas a especialistas. Los resultados obtenidos muestran una eficacia del procedimiento de 88.7% con un índice de escasez de 28.5, correspondiendo a una clasificación de escasez medio alto por lo cual se recomienda el reúso de agua residual tratada con 92.2%, lo que la define como una reutilización confiable. Concluyendo que el procedimiento es apropiado para determinar fuentes alternativas del recurso hídrico.

Aldana y Pérez (2017) según la investigación realizada tuvo como objetivo de investigación seleccionar la alternativa para su uso de lodos que mejor se adapte a las condiciones específicas de la PTAP de El Espinal – Tolima, dicha investigación se desarrolló en Bogotá. La metodología utilizada es un análisis del aprovechamiento generado de los lodos, con base en caracterización fisicoquímica y microbiológica de los mismos, donde se emplean herramientas de análisis combinado lista de chequeo y matrices DOFA que permitan estudiar las alternativas formulando un plan de implementación donde las actividades necesarias serán lograr responder de manera asociados a cada actividad. Como resultados de la investigación los lodos residuales obtenidos del lavado de filtro serían deshidratados por secado como técnica de estabilización de los lodos más viables, dado que es más aplicable para la parte técnica y operativa dentro de la PTAP ya que los lodos solo requieren ser deshidratados y no requieren reducción de aluminio o transformación de sus propiedades físicas o químicas como el compostaje, estos lodos ya deshidratados sirven para la emplearlos como material de construcción, lo más recomendable para elaborar serían ladrillos, cerámicos, tabicones y cemento portland.

Rosales (2018) tuvo como objetivo minimizar el uso de agua potable, con la que se cuenta en el área Metropolitana por medio de una valoración económica para declarar que el empeño de reutilización de lodos puede beneficiar a las familias en el sector que se estime conveniente. Dicho estudio se desarrolló en la localidad de Santiago – Chile. El método que se utilizó en dicha investigación fue la utilización

de indicadores VAN. Con este fundamento determinamos la finalización de la viabilidad económica del uso de plantas reutilizadoras de aguas grises en los hogares que permitan que estas aguas tratadas sean empleadas convenientemente en actividades como el riego concluyendo así su efectividad y eficacia del proyecto.

Shafiquzzaman *et al.* (2018) en su estudio expone el procesamiento de aguas de reutilización a través de un filtro con hecho con cerámica con una dimensión de poro de 1 a 5 μm , construido con material de arcilla y salvado de arroz junto a las etapas floculación y coagulación. Teniendo un valor de pH neutral de 7.2; turbidez de 516 NTU, Fe 60 mg/l y Mn 5,5 mg/l. El muestreo fue tomado en la planta de la localidad de Buraidah. Se aplica el pre -tratamiento de floculación y coagulación antes de la separación por membranas. Teniendo como resultado la dosis adecuada de alumbre para remoción de turbiedad al 70%, y del Fe y Mn al 99% es de 20 mg/l. Concluyendo que la arcilla para el proceso de filtración ayudaría a reducción de costes y reutilizar agua de filtros.

Calderón (2018) según su investigación tiene como objetivo aplicar soluciones de ingeniería para el mejoramiento del reúso de agua de la planta así maximizar el recurso en actividades necesarias que actualmente cuentan con escasos. El método que se utilizó fue la no experimental en un enfoque cuantitativo y de fuente secundaria, utilizando la calidad del agua en base a los parámetros específicos de límites permisibles (LMP) y estándares de calidad de agua de mar (ECA). Con parámetros fisicoquímicos, microbiológicos del antes y después de la implementación de ingeniería. Teniendo en cuenta el resultado: el volumen disponible para reúso aumenta en un 35 %, manteniendo el reúso con fines de irrigación, pruebas contra incendios y control de polvo al no superar los LMP establecidos y eliminando los efluentes al mar. Concluyendo que esta aplicación de la ingeniería permite mejorar la calidad de vida de los trabajadores, posibilita la prueba contra incendios y disminuye la posibilidad de sufrir una sanción económica, asimismo se aporta la irrigación de 25.6 hectáreas.

Arrauth y Tabora (2018) Su investigación tuvo como objetivo crear un método de tratamiento y reutilización de aguas grises fundamentado en un sistema de fuerza solar que aumente sustancialmente el recurso hídrico y que ayude al ahorro de energía, este estudio se desarrolló en el bloque 10 de la universidad de la Costa en

la ciudad de Barranquilla. El diseño que se empleo fue dividido en tres etapa: la primera fue la evaluación de la procedencia del agua de la cual se toman numerosas muestras de una fuente de agua dentro de las intalaciones para medir el caudal diario producido y la calidad de dicha recurso; para la segunda etapa se diseño el sistema a emplear de los cuales se tomaron datos procesandolos estadisticamente utilizando un mecanismo de graficos y una test de bondad en un software, finalmente la tercera y ultima es el estudio económico del sistema aquí se estudiará el costo del capital a invertir. Se tiene como conclusiones que las aguas que se obtinen del reciclado de aires acondicionados se encuentran dentro de los parametros establecidos por la norma del agua y el tratamiento que se determinó fue el filtro multimedia o mayormente conocido como lecho profundo.

Noutsopoulos *et al.* (2018) en su artículo tiene como objetivo la caracterización de la variedad de aguas residuales resultantes de los hogares griegos y el estudio del rendimiento de los métodos opcionales de procedimientos fisicoquímicos para tratar los diferentes tipos de dichas aguas. Conforme a los resultados, la fabricación por día de aguas grises tiene un promedio de 98 litros por persona que equivale al 70 y 75% del total de aguas residuales domesticas producidas (135 litros diario por persona). Las aguas grises ligeras tienen una representación del 15% del carbono orgánico de las aguas residuales entre ellas podemos encontrar el agua del fregadero de la cocina, lavandería y hasta el 74% de carga orgánica total en el caso de aguas grises pesadas tales como agua de lavavajillas y baños. La utilización de un método de procedimiento físico consiste en coagular, sedimentar, filtrar y desinfectar el agua, logrando así facilitar un efluente con elevados en estándares de calidad para poder ser aprovechados en el mismo lugar, particularmente cuando se manejen aguas grises ligeras.

Jiménez (2019) según su investigación se tiene como objetivo principal determinar las características de inercia de los lodos originados en las empresas de procesamiento de agua Bellavista y Puengasí. Esta investigación se desarrolló en Quito – Ecuador. El método usado fue el test de lixiviación mediante, la norma DIN 38414-S4 y el análisis fisicoquímico y microbiológico de lodos inertizado para clasificarlos según la norma mexicana, teniendo como finalidad conocer sus componentes para minimizar el potencial contaminante. Así poder ser evaluada de

forma aprovechable o según sus características presentadas aplicando normativa mexicana para lodos y biosólidos.

Cordova *et al.* (2019) determinaron que durante el proceso de elaboración del café en las etapas de tostación, molienda, extracción, centrifugado, evaporación y secado se crean un aproximado de 10.62 litros de agua residual por kilo de café soluble fabricado las cuales se define por contar con elevada materia orgánica suspendida y disuelta y elevada demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO, DBO). Analizando que la digestión anaeróbica es una opción para el procedimiento de estos residuos, se estudió la adecuación de una pequeña cantidad de abono de vacuno para reactores anaeróbicos de sistema semicontinuo. Se utilizaron cuatro reactores de flujo ascendente, dos mesofílicos ($35\pm 2^\circ\text{C}$) y dos termofílicos ($55\pm 2^\circ\text{C}$) a lo largo de 49 días a la adecuación del inóculo. El inóculo se determinó en base a la capacidad del PH que resulto de la neutralidad y sólidos suspendidos volátiles (SSV) que superaron el 50% en base seca, entre tanto al sustrato se dispuso salinidad, PH, taninos, oxígeno disuelto y DQO. A pesar de estos inhibitorios como los taninos se observó una conducta regular del procedimiento de digestión anaeróbica y la adaptación del inóculo al sustrato, simbolizando así una opción para la digestión de aguas residuales de café instantáneo.

Chávez y mayhua (2019) en la investigación su objetivo fue mostrar el efecto de la disminución de la ingesta del agua para beber en los hogares de una población. Esta investigación fue desarrollada en Lima – Perú. El método que se utilizó fue la realización de cálculos de la demanda por día de agua potable, en tareas que no necesiten altos estándares de calidad. Realizándose así mediciones estimadas deliberando teorías previas, dando como resultado la elaboración de propuesta que ayude a disminuir el 39% de la ingesta de agua potable en las casas.

Damián (2019) tuvo como objetivo proponer un método para reciclar el agua de descarga como aprovechamiento en el consumo humano. La metodología utilizada fue la toma de muestras se determinó el análisis fisicoquímicos y microbiológicos dando como resultados lo siguiente: sólidos sedimentales 4.500 mg/l, coliformes fecales 120 UFC/100 ml, aluminio residual 0.45, coliformes termotolerantes 480 UFC/100 ml, DBO_5 8.07 mg/l, turbidez 525 NTU Y pH 7.80, encontrándose fuera de parámetros de calidad para su potabilización con un tratamiento convencional a excepción del pH, después del resultado de estos análisis se seleccionó el

tratamiento de ultrafiltración idóneo para la composición del agua a partir de los factores como costo en tecnología, caudal, consumo eléctrico y calidad de agua, dicho sistema utiliza un proceso de sedimentación de coagulación, floculación con sedimentación secundaria que permite obtener agua de calidad, lo que indica el incremento de ventas de agua potable y evita importe por sanciones. Obteniendo como resultados que la productividad financiera de estos estudios sugiere que por cada billete invertido se obtiene una ganancia \$ 0,101.

Torres, Galarza y Molina (2019) en su artículo aplican un sistema de soluciones de drenaje convencionales, con objetivos multidisciplinarios que sugieren para la ciudad sobre la importancia del agua paradigma a largo plazo, en base a las características de la ciudad y vulnerabilidad teniendo en cuenta una visión propia del saneamiento generado por los cambios climáticos y contaminación del agua. Como resultados los autores hacen un llamado reflexivo sobre las dimensiones que deben ser intervenidas para que Bogotá inicie de forma natural, material y normativa; solucionando la mala gestión de autoridades gubernamentales.

Cabanillas (2020) tuvo como objetivo determinar la eficiencia de tratamiento de aguas industriales en la cervecería Backus y Johnston en Motupe. Fue un estudio de diseño No experimental aplicada que busca resolver si se cumple o no los estándares de calidad de las normativas vigente de procesamiento de aguas desechables industriales, teniendo de población al conjunto de empresas procesadoras de agua residual (PTAP) industriales de la empresa cervecera Backus y Jonhson en el Perú, tomando como muestra solo la planta de Motupe. Los instrumentos utilizados fueron reporte de análisis en laboratorio, reportes documentarios y fichas técnicas. Se tiene como resultados que las aguas residuales industriales se encuentran dentro lo establecidos por la normativa peruana para poder ser utilizado como agua de regadío.

Avilés y Chaparro (2020) en la investigación se tiene como finalidad establecer procedimientos adecuados donde el agua de lluvia se encuentre en óptimas condiciones y pueda ser empleada en las diferentes actividades cotidianas entre estas está el consumo humano la cual debe tener índices bajos de contaminación. En las zonas rurales estas aguas son abundantes por las fuertes lluvias que se presentan y son consumidas directamente de manera natural ya que no se cuenta con acceso al agua potable. Por este motivo se propone la ejecución de un

procedimiento ecosostenible en cual el agua de las lluvias logren ser procesadas. Se concluye que el filtro de carbón natural y la desinfección solar son las alternativas que presentan una mayor remoción de los contaminantes evaluados.

De Morais *et al* (2020) en su artículo se tuvo como objetivo evaluar la operatividad de las PTAR, la empleabilidad del reúso de aguas desechables y su efecto en la calidad de vida de la población de Parelhas y San Pedro Velho distritos de la zona semiárida y litoral noreste. Teniendo como resultado en cuanto a la reutilización del agua la aceptación fue influyente para el regadío de cultivos para consumo humano como animal. Se hace hincapié en la obligación de seguir indagando para determinar las amenazas medioambientales procedentes de esta actividad.

Romero (2021) en su investigación tuvo como objetivo proponer la alternativa de mejoramiento de la planta de agua potable de Ayaviri, puso esta propuesta determina alternativas en la optimización para que se realice un estudio de las empresas, donde se estime la situación real de los procedimientos, se comprobó que a las plantas de tratamiento ingresa caudal un total de 68 L/s, superando la capacidad de tratamiento de la planta, ya que debería entrar solamente caudal de 58.85 L/s, por consiguiente cada equipo no funciona adecuadamente y las estaciones se encuentran deterioradas, los insumos químicos (coagulante) no se manejan adecuadamente, por lo cual trae como consecuencia un inadecuado tratamiento del agua cruda.

Cornejo (2021) tuvo como objetivo evaluar el aprovechamiento de lodos, de las unidades de filtración para su incorporación al tratamiento de agua potable de filtro rápido Majes. Dicho estudio se desarrolló en la localidad de Lima. El método utilizado fue obtener parámetros de las pruebas tomadas, al agua de lavado de las unidades en el propio laboratorio de la planta, también se realizó análisis biológicos y microbiológicos del agua de lavado para conocer su calidad. En esta investigación se plantean dos propuestas una que es el tratamiento de los lodos con espesador con lugar de retorno por las unidades de filtración se justifica porque el parámetro de turbiedad que alcanza el agua residual de retrolavado es de bajo valor después de un proceso de sedimentación sin la necesidad de utilizar coagulante o cualquier producto adicional; la segunda es un tratamiento de lodos con ecualizador y lugar de retorno por la caja de repartición en donde solo se necesita una unidad de tratamiento que es la ecualización. Concluyendo que la recuperación de fangos del

retrolavado perfeccionaría la efectividad en la generación de agua potable de la empresa de procesamiento de Majes.

Díaz *et al.* (2021) en su artículo tiene como objetivo proponer una metodología para la elección de procedimientos de tratamiento para hogares en sitios de escasez. Iniciando así con la agrupación de las diferentes técnicas generalmente empleadas, su efectividad en el proceso, calidad y características de los efluentes y afluentes correspondientemente, lograr obtener de los porcentajes diario de su consumo de dichas aguas grises y una matriz de elección para hogares de una y varias familias. Sathya *et al* (2022) en su artículo tuvieron como objetivo analizar, plantear y determinar el proceso, los productos obtenidos en cada empresa y la variedad de efluentes que estos producen, así como también el estudio de la variedad de técnicas científicas ultramodernas que ayuden a la eliminación de materias disueltas y desechos tóxicos. El resultado de dicha revisión fue apreciar las nuevas tecnologías ecológicas, otorgando una percepción sobre la efectividad en la eliminación de contaminantes, ayudando en la explicación del procedimiento de degradación de los elementos tóxicos por parte de los diferentes grupos de tratamientos.

Granoble y Tarira (2022) tuvo como objetivo analizar los lodos de la planta de tratamiento de agua potable Daule mediante la valoración de los componentes residuales para el beneficio de la entidad y usuarios. La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Guayaquil. Se tomo como muestra 200 litros de lodos residuales y la metodología utilizada fue el proceso de calcinado a una temperatura de 550°C con una duración de 12 - 24 horas. Se observó que de los lodos obtenidos de la de la Planta de tratamiento pueden ser utilizados para los distintos experimentos que se proponen (ladrillos jaboncillo, ladrillo payo, ladrillo panelón y mortero). Concluyendo que el presente estudio logro demostrar que los lodos de la PTAP pueden ser aprovechados como materia prima para producir materiales de construcción y proteger la tierra evitando desgaste de recursos naturales a un ritmo rápido.

Aguas Residuales OEFA (2014) Son aguas que han sido ya utilizadas en alguna labor del ser humano, pero por contaminación requieren de un previo tratamiento antes de volver hacer usadas, enviadas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

Tipos de aguas residuales OEFA (2014)

Aguas residuales industriales: son aquellas aguas resultantes del desarrollo de un procesamiento productivo, incluyendo aquellas provenientes de la minería, la agricultura, la energía, la agroindustrial y diferentes actividades.

Aguas residuales domésticas: son de origen residencial y comercial que comprenden residuos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y tienen que ser eliminadas correctamente.

Aguas residuales municipales: son aguas domésticas que pueden estar combinadas con aguas de drenaje de los tifones o con aguas desechables comerciales anteriormente manipuladas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado combinado.

Plantas de tratamiento de agua Chullucuy (2011) es una establecimiento en donde el agua que es captada de los ríos, lagos y canales son sometidas a muchas etapas con el propósito de eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos hasta llegar a cumplir con los parámetros que indican las normas. Dichas plantas se clasifican en dos grupos: las de filtración rápida y las de filtración lenta.

Características microbiológicas CEPIS (1996), indica que las propiedades microbiológicas de las aguas se encuentran demasiado vinculadas con las bacterias residuales tales como la E coli y demás, estos primordialmente derivan de los residuos de los animales y ser humano, dichos elementos infecciosos como son gérmenes y bacilos los encontramos mayormente en la orina, excremento y plasma los cuales muchas veces dan principio a una variedad de afecciones y contagios. Además, desde años atrás la precaución por las afecciones producidas por las aguas crea un argumento primordial de la inspección de la contaminación. En la distribución del dominio de aguas elementales se estudian los E coli y Coliformes totales, cuales vienen hacer indicadores de infecciones por excremento.

Características químicas CEPIS (1996) los componentes químicos presentes dentro de las aguas son los siguientes: Aluminio, Arsénico, plomo, Bario, Hierro, Calcio, Fosforo, Cadmio, sulfatos, cromo, Cloruros, Plata, Molibdeno, Nitrógeno, Cobre, pH (potencial en hidrogeno), Níquel, Manganeso, sodio, Grasas y aceites, Alcalinidad, Potasio, Magnesio, Surfactantes (sustancias activas al metileno – MBAs) y Zinc.

Recirculación de Agua de lavado Martínez (2010) Es el procedimiento de transportar las aguas utilizadas en el lavado de filtros hacia el inicio del tratamiento.

Sistema de recirculación Martinez (2010) Es el grupo de construcciones, maquinarias y elementos necesitado para trasladar el agua requerida del proceso de lavado de las unidades de tratamiento hacia el conducto de llegada de la planta potabilizadora para continuar el proceso.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El método que se utilizó en dicho estudio comprende de dos tipologías:

3.1.1 Tipo de investigación:

a) Cuantitativa

Kerlinger (2002) se denomina cuantitativos porque trata de acotar un aspecto que puede ser medido mediante el uso de técnicas estadísticas para el rastreo de los datos recopilados.

Esta investigación fue de carácter cuantitativo ya que se dirige a una evaluación del tamaño de la masa. Dada la problemática que se planteó en esta observación, fue necesario determinar las variables a tratar con el fin de acudir a las estadísticas recolectadas; los cuales después del análisis respectivo permitieron sacar conclusiones.

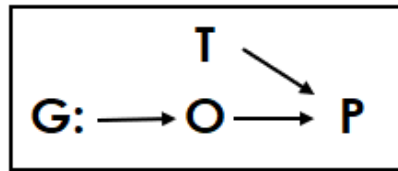
b) Descriptivo

La información que se recabó para el desarrollo de este estudio pudo ser obtenida no sólo de la medición de variables, sino también de hechos de diferentes estudios realizados a través de otros proyectos precedentes, estrategias que incluyen la evaluación documentaria, lo que nos permitió catalogarlo como un trabajo descriptivo, siendo capaz de obtener los objetivos dados en la investigación.

3.1.2. Diseño de la Investigación

El presente trabajo presenta un diseño no experimental, teniendo en cuenta que el engranaje de técnicas y estudios puede llevarse a cabo sin cambiar ninguna de las variables estudiadas, analizando los acontecimientos en su ámbito común para luego ponerlos a prueba.

Esquema:



Donde:

G: Grupo de investigación (aguas)

O: Observaciones de sus características

T: Teorías a utilizar

P: Propuesta obtenida

3.2 Variable y operacionalización

Las variables que se estudiaron en el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

Variable Independiente:

Reutilización de agua

Variable Dependiente:

Reducción de pérdida de masa

De la cual se utilizó la matriz de operacionalización de variables que se encuentra en el Anexo 1.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

Para López y Fachelli (2015), son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de factores que representan el ámbito de interés analítico y a los que hay que referir las conclusiones de nuestra evaluación, conclusiones de carácter estadístico y también sustantiva o teórica.

La población de estudio fueron todas las empresas de procesamiento de agua potable (PTAP) ubicadas en nuestro Departamento de Piura, las mismas que son:

- PTAP Curumuy
- PTAP El Arenal
- PTAP Sullana
- PTAP Las Lomas
- PTAP Lancones

Muestra:

Para López (2004) es un subconjunto o una parte de la población a estudiar.

La muestra del estudio será la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU – El Arenal.

Muestreo:

En la presente investigación se empleó el muestreo No probabilístico, ya que se seleccionó de manera arbitraria a los sujetos informantes de acuerdo con los intereses de la investigación.

Tabla 1 Población, Muestra y Muestreo

INDICADORES	UNIDAD DE ANALISIS	POBLACIÓN	MUESTRA
* Coliformes Totales (NMP/100 ml) * Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) * Escherichia Coli (NMP/100 ml)	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	1 días
* Turbiedad (NTU) * Nivel de pH (rango)	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Octubre

* Color verdadero (escala Pt/Co)			
* Conductividad (us/cm)			
* Solidos Totales Suspendidos (mg/l)			
*Cantidad de agua de lavado por día	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta
*Cantidad de m ³ de agua a reprocesar	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta
*Costo del sistema de recirculación.	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta

Elaboración Propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó en el trabajo de investigación fue un análisis documental, como anteriormente se indicó, la recopilación de estos datos fue en un momento definido.

La obtención de datos sobre la reutilización del agua de filtros se obtuvo mediante un análisis de laboratorio determinando las características microbiológicas y fisicoquímicas (Anexo 4) , la reducción de pérdida de masa será medida mediante los reportes de lavado y una tabla ya establecida por la empresa sobre la pérdida de agua con respecto al caudal captado diariamente (Anexo 5) y con respecto al diseño se analizaron las diferentes cotizaciones en cuanto a costos de materiales, herramientas y mano de obra empleados para el diseño de recirculación de dichas aguas al proceso inicial. (Anexo 6). La validación de dichos instrumentos se ejecutó mediante juicio de expertos, los cuales determinaron su nivel de confianza a través de una constancia de validación (Anexo 7).

Tabla 2 Técnicas e Instrumentos

INDICADORES	UNIDAD DE ANALISIS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
* Coliformes Totales (NMP/100 ml) * Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) * Escherichia coli (NMP/100 ml)	Agua de lavado de filtros	Revisión Documentaria	Guía de Informe caracterización de agua de lavado de filtros. (Anexo 4)

* Turbiedad (NTU) * Nivel de pH (rango) * Color verdadero (escala Pt/Co) * Conductividad (us/cm) * Solidos Suspendidos Totales (mg/l)	Agua de lavado de filtros	Revisión Documentaria	Guía de caracterización de agua de lavado de filtros. (Anexo 4)
*Cantidad de agua de lavado por día	Agua de lavado de filtros	Revisión Documentaria	Reporte de lavado de Filtros. (Anexo 5)
*Cantidad de m ³ de agua a reprocessar	Agua de lavado de filtros	Revisión Documentaria	Reporte de lavado de Filtros. (Anexo 5)
*Costo del sistema de recirculación.	Agua de lavado de filtros	Revisión Documentaria	Guía de costos. (Anexo 6)

Elaboración Propia

3.5. Procedimiento

Para realización de esta investigación se gestionó la autorización necesaria con el área correspondiente de la Planta de tratamiento de agua Potable EPS GRAU S.A. la cual se encuentra ubicada en el distrito del Arenal provincia de Paita, para poder llevar a cabo nuestro estudio.

Luego se llevó a cabo la toma de muestras del agua de filtros las cuales fueron tomadas con ayuda de un trabajador en depósitos esterilizados y llevados al laboratorio en donde se determinaron sus características, posteriormente se realizó una verificación documentaria con respecto a la pérdida de masa en la etapa de lavado de los filtros que fueron trasladados a una base de datos, una vez que se culminó la recopilación de información se ingresaron en un programa de Microsoft Excel para ser analizados mediante tablas y gráficos.

3.6. Método de Análisis de datos

En el presente estudio de investigación de acuerdo con los datos que se obtuvieron se hará uso del programa de Excel para la realización de tablas comparativas, figuras estadísticas y porcentajes, la utilización del Programa Word para la elaboración del informe final.

3.7. Aspectos éticos

Dicho trabajo de investigación justifica que la recolección de datos requeridos se desarrolló de manera segura y dentro del marco establecido por la universidad no faltando a la verdad ni a los valores, de la misma manera se garantizó que la información recolectada en la empresa EPS GRAU El Arenal – Paíta, serán tratados de manera confidencial y utilizados únicamente para este trabajo.

IV. RESULTADOS

4.1. Características Microbiológicas y Físicoquímicas:

Objetivo Específico: Caracterizar las propiedades microbiológicas y físicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU- El Arenal.

Muestreo

La toma de la muestra se obtuvo de la PTAP EPS – GRAU S.A El Arenal – Paita, realizándose con la finalidad de saber sus características microbiológicas y físicoquímicas, por tal razón fue muy importante ejecutar pruebas significativas del fluido residual y así de esta forma poder conseguir resultados seguros.

El punto de toma de muestra se extrajo de la válvula de desagüe del filtro N°07 en tres tiempos: el primero punto en el vaciado del filtro, el segundo punto en el lavado y el tercer punto en el enjuague ya que no se cuenta con agua almacenada, sino que automáticamente esta agua va directa hacia la quebrada mezclándose con arena y piedra que se encuentra a su paso. (Ver anexo N°16)

Ubicado el lugar de observación, se ejecutó el recojo de la muestra del agua de lavado. Realizándose una muestra por cada punto tanto para los análisis microbiológicos como para los físicoquímicos. (Ver anexo N°17)

Las muestras se recogieron con la ayuda del químico del laboratorio de planta en 3 frascos de polietileno esterilizados de 250 ml cada uno y para los análisis microbiológicos las muestras fueron tomadas en 3 frascos de vidrio debidamente esterilizados ambas muestras fueron llevadas al laboratorio de control de calidad de la planta EPS GRAU – El Arenal Paita. (Ver anexo N°17) a dichas muestras se les analizó Turbiedad, Ph, nivel de color verdadero, conductividad, sólidos suspendidos totales, coliformes tolerantes, coliformes Termotolerantes y Escherichia Coli.

A continuación, se detalla los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos y físicoquímicos del agua de lavado de filtros.

Tabla 3: Análisis Microbiológicos de los tres tiempos del lavado de filtros

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICOS	UNID. DE MEDIDA	RESULTADO DE ANALISIS		
		Vaciado	Lavado	Enjuague
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1.8	17	6.8
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	<1.8	< 1.8
Escherichia Coli	NMP/100 ml	<1.8	<1.8	< 1.8

Fuente: Análisis de Laboratorio de la EPS GRAU El Arenal - Paíta (Ver anexo N°18)

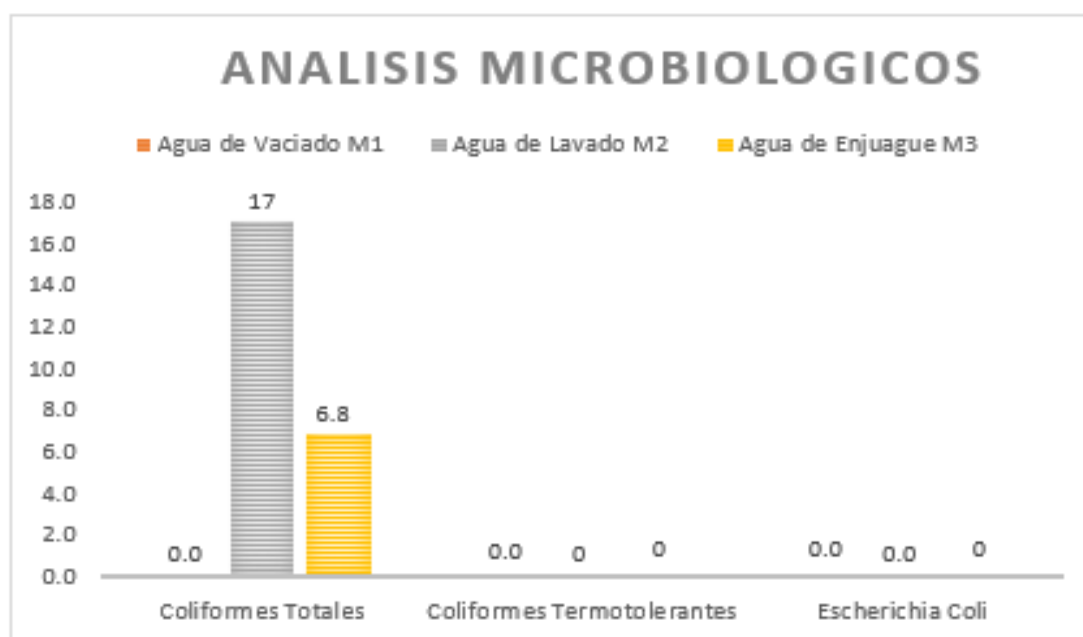


Ilustración 1 Análisis Microbiológicos de los tres tiempos del lavado de filtros

En la tabla anterior se puede observar que en el tiempo de lavado los resultados son más altos que en el tiempo donde se vacía y enjuaga el filtro.

Estos análisis se compararon con los análisis realizados al agua cruda proveniente del río/ canal encontrándose dentro de los parámetros aceptables para poder ser tratada y pasar por el proceso de potabilización. (Anexo N°19)

Tabla 4: Análisis Fisicoquímicos de los tres tiempos de lavado de filtros

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO DE ANALISIS		
		Antes de Lavado	Durante Lavado	Después de Lavado
Turbiedad	NTU	2.80	172	12.9
pH	-	7.99	7.99	7.98
Conductividad	μS/cm	428	423	429
Temperatura	°C	23	22.7	22.9
Solidos Totales Suspendidos	mg/l	216	214	217
Color Verdadero	escala Pt/Co	11	7	8

Fuente: Análisis de Laboratorio de la EPS GRAU El Arenal - Paíta (Ver anexo N°18)

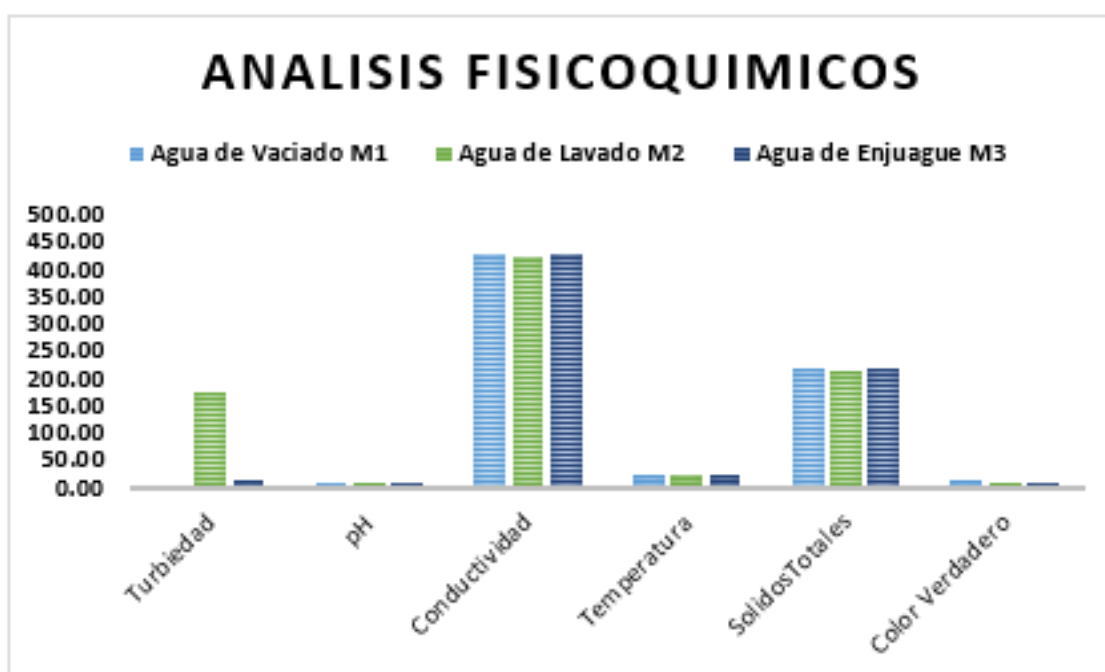


Ilustración 2 Análisis Fisicoquímicos de los tres tiempos de lavado de filtros

Se puede observar en el la tabla N°4 e ilustración N°2 que la turbiedad en el tiempo de lavado es donde aumenta más con un valor de 172 NTU, seguido de los Solidos Totales con un valor de 217 en el tiempo de enjuague (Anexo N°19).

4.2. Volumen y Diseño de recirculación:

Objetivo Específico: Proponer un diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan hacer introducidas y mezcladas con el agua bruta al proceso inicial.

Cabe destacar que para el sistema de recirculación del agua solo se recolectarán las aguas del lavado de filtros provenientes de las unidades filtradoras ya que las unidades de sedimentación y pre - decantador contienen una alta concentración de lodos que alteraría el tratamiento.

Para la determinación del volumen de agua residual que se tiene en la etapa de lavado de filtros se obtuvieron datos de los reportes diarios ejecutados por los operadores en los diferentes turnos, de los cuales se tuvo una explicación in situ de dicho proceso por el jefe de turno Sr. Juan Zevallos Bernal indicando que para esta operación de lavado se utiliza entre 353 a 355 m³/h de agua con una duración de lavado de 15 minutos por filtro. Este volumen de perdida va de acuerdo al caudal captado y al tiempo de lavado como se indica en el anexo N°08.

En las tablas siguientes ubicadas en los anexos del N°09 al N°15 se detalla el volumen de agua de lavado de filtros utilizada diariamente en los 03 turnos de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del año 2022.

La planta de EPS GRAU S.A. El Arenal – Paita capta un caudal diario de agua cruda de 2,656.80 m³/h que equivale a 738 l/s, cuenta con una batería de 7 filtros cada uno de ellos tiene una capacidad de filtración de 105.42 l/s.

Como lo mencionado anteriormente por cada filtro lavado se emplea un tiempo de 15 minutos con una pérdida de masa de 355 m³/h que equivale a lo siguiente:

Tabla 5: Caudal del agua de lavado de filtros

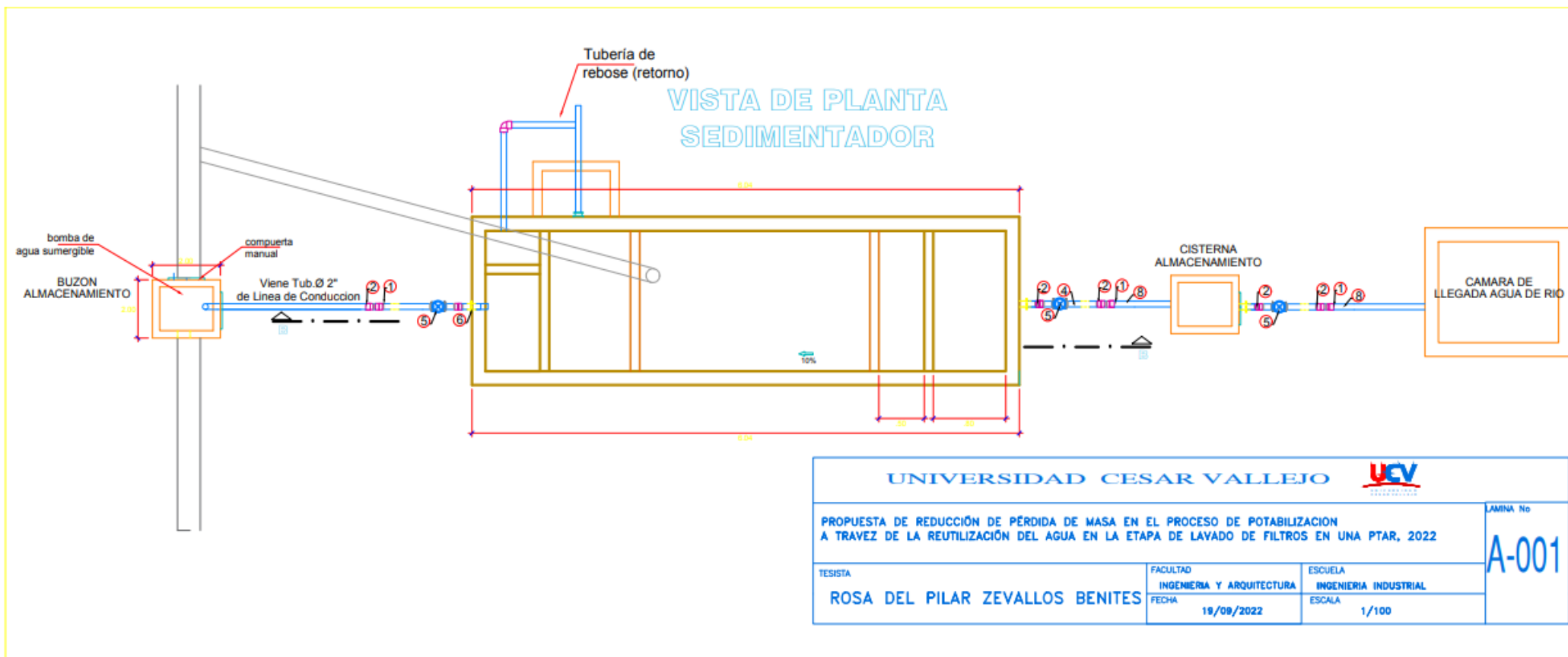
TIEMPOS	M ³ /H	L/S
VACIADO	58.86	16.35
LAVADO	94.89	26.36
ENGUAJE	201.25	55.90
TOTAL, DE AGUA DE LAVADO	355	98.61

Fuente: EPS GRAU S.A

El agua que se capta para el sistema de recirculación son los 355 m³/h equivalente a un caudal de 98.61 l/s de agua de lavado de filtros que será enviada hacia el sedimentador, será almacenada en una cisterna y luego conducida a la cámara de llegada mezclándose con el agua cruda proveniente del río / canal para seguir con su proceso de potabilización.

Esta operación de lavado de filtros se hace en un intervalo de 1:00 a 1:30 horas entre un filtro y otro mientras que el nivel de cisterna recupera su capacidad y así no afectar su abastecimiento.

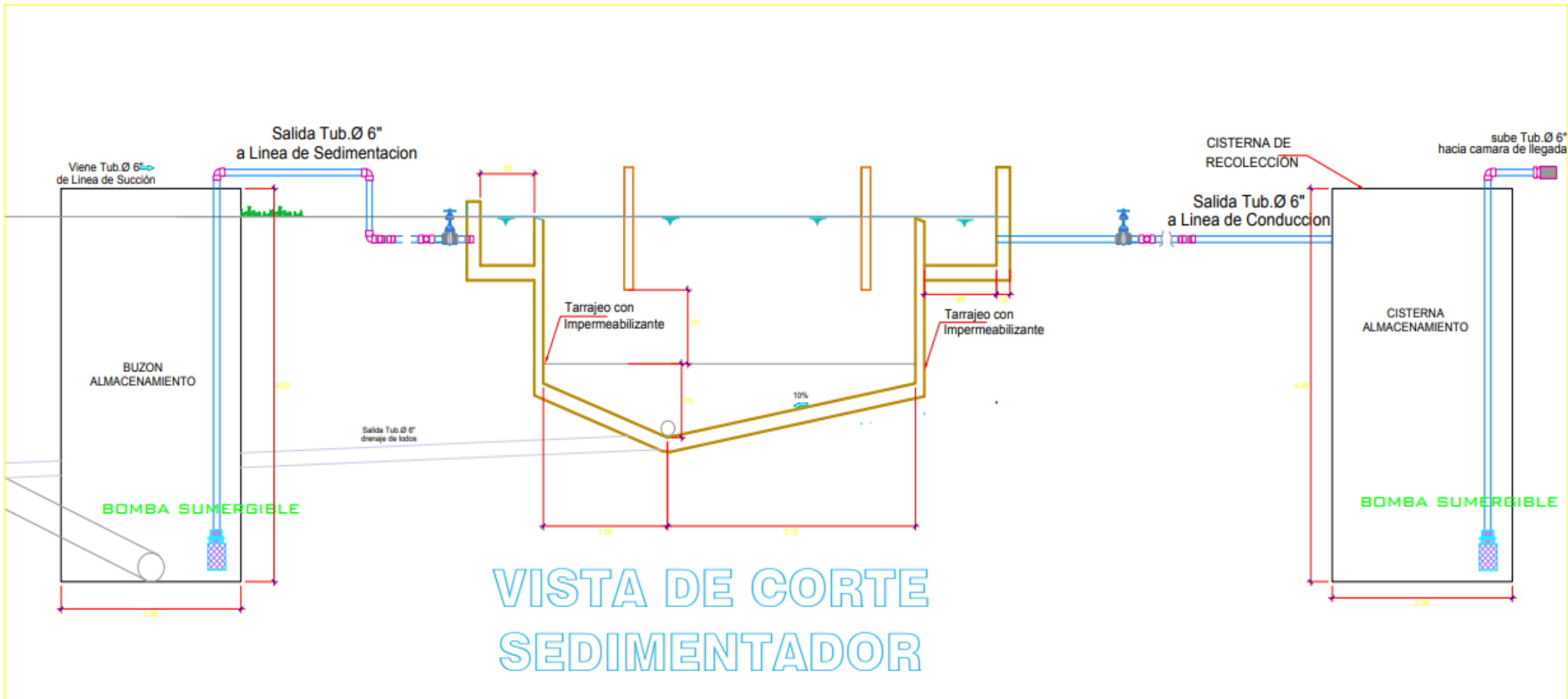
A continuación, se muestra el diseño de recirculación del agua de lavado de filtros:



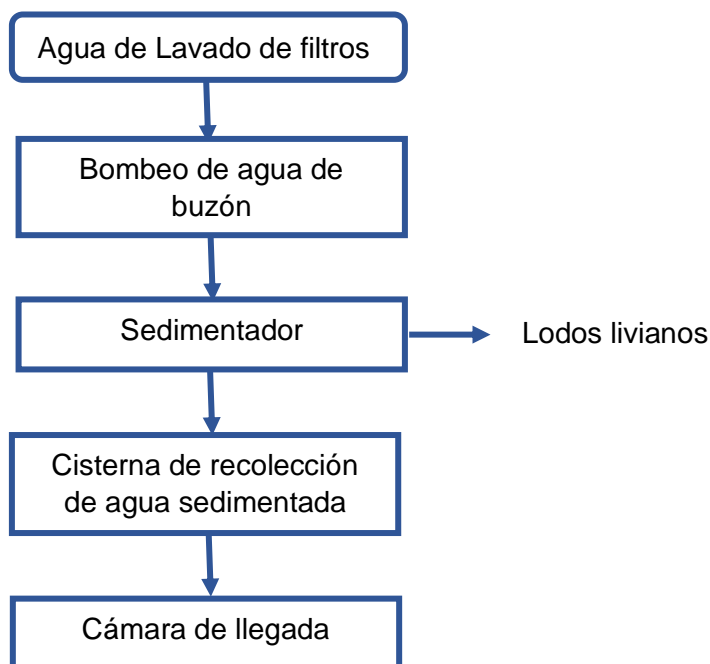
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE MASA EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN A TRAVÉS DE LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA ETAPA DE LAVADO DE FILTROS EN UNA PTAR, 2022		
TESISISTA ROSA DEL PILAR ZEVALLOS BENITES		LAMINA No A-001
FACULTAD INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL
FECHA 19/09/2022		ESCALA 1/100

LEYENDA			
Codigo	Descripcion	Codigo	Descripcion
①	Adaptador PVC	⑥	Brida Rompe Agua f°g
②	Union f°g Ø	⑦	Codo de 90° PVC
③	Tee f°g	⑧	Tee PVC
④	Niple con Brida f°g	⑨	Canastilla
⑤	Valvula Bridada f°g	⑩	Codo 45° PVC

Especificaciones Técnicas	
CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ TARRAJERO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE TUBERIA Y ACCESORIOS Tubería PVC	ACCESORIOS Valvula Bridada de F°G Niple con Brida F°G Brida Rompeagua F°G Union F°G Adaptador PVC Canastilla F°G CEMENTO CEMENTO PORTLAND TIPO I



posteriormente, se detalla el diagrama de bloques del proceso del sistema de circulación propuesto:



4.2.1 Proceso del sistema de recirculación propuesto

4.2.1.1 Bombeo de agua de buzón

En esta etapa el líquido de lavado de filtros que es enviada directamente hacia la quebrada (ver anexo N°16) será retenida por medio de una compuerta manual para su almacenamiento en el buzón, luego será bombeada por una bomba sumidero de 9 HP hacia el sedimentador.

4.2.1.2. Sedimentador

Al llegar el agua residual recolectada al sedimentador, se utilizará la potencia de la gravedad que genera una partícula más concentrada que el agua, haciendo que estas se depositen en el fondo del sedimentador creándose un material fangoso que luego será extraído y enviado hacia el desagüe juntándose con las aguas de desecho provenientes de las demás unidades de tratamiento.

Este sedimentador tiene una capacidad de 26 m³, un área 11.70 m² y una profundidad de 2.23 m con una inclinación del 10%.

Consta de cuatro partes: una zona de entrada que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador con un vertedero de exceso, una zona de

sedimentación, una zona de salida constituida por un vertedero que recolecta el efluente y una zona de recolección de lodos constituida por una tolva con una capacidad para recolectar los lodos sedimentados con su respectiva válvula de evacuación.

El proceso de sedimentación durará un promedio de 30 min y el agua sobrenadante será enviada hacia una cisterna de almacenamiento.

4.2.1.3. Cisterna de Almacenamiento

Al llegar el agua sedimentada será almacenada en la cisterna para luego ser bombeada a través de una bomba sumergible 9 HP y conducida por una tubería de HF de 6" con un aproximado de 70 m de recorrido hacia la cámara de llegada.

Esta cisterna estará hecha de cemento revestido con una profundidad de 4 m y 2 m de ancho.

4.2.1.4. Cámara de Llegada

Aquí el agua que es bombeada de la cisterna de almacenamiento será mezclada con el agua captada del río/canal y pueda seguir el proceso de potabilización.

4.3. Costo:

Objetivo Específico: Determinar los costos de la propuesta de recirculación de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU – El Arenal.

Para la determinación de los costos de la propuesta se han realizado las respectivas cotizaciones para poder determinar los precios finales de cada material, maquinaria y mano de obra para la construcción del sedimentador y cisterna de almacenamiento.

Tabla 6: Costos de red de circulación de agua

DESCRIPCIÓN	COSTOS DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN			
	COTIZACIÓN			
	Unidad de medida	cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
OBRAS PRELIMINARES				
TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1	S/. 800.00	S/. 800.00
TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	ML	70	S/. 4.50	S/. 315.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
EXCAVACION DE ZANJA (H=1.5M)	M3	8	S/. 75.00	S/. 600.00
CAMA DE ARENA FINA PARA TUBERIA	M3	15	S/. 98.00	S/. 1,470.00
RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	M3	10.4	S/. 45.00	S/. 468.00
AGUA PARA COMPACTACION	UND.	5	S/. 250.00	S/. 1,250.00
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	GLB	35	S/. 25.00	S/. 875.00
SACOS PARA ASEGURAR TUBERIA	UND.	100	S/. 3.00	S/. 300.00
INSTALACIONES SANITARIAS				
INSTALACION DE TUBERIA Fº Gº	ML	70	S/. 350.00	S/. 24,500.00
BRIDAS DE 6"	UND.	6	S/. 320.00	S/. 1,920.00
INSTALACION DE ACCESORIOS	GLB	1	S/. 4,900.00	S/. 4,900.00
VALVULAS DE COMPUERTA Y CHECK	GLB	1	S/. 4,262.00	S/. 4,262.00
COMPUERTAS MANUALES	UND.	2	S/. 1,420.00	S/. 2,840.00
BOMBA SUMERGIBLE 9.5 HP	UND.	2	S/. 11,400.00	S/. 22,800.00
CINTA DE SEÑALIZACION ZANJA	GLB	240	S/. 1.50	S/. 360.00
PRUEBAS DE PRESION HIDRAULICA	DIA	7	S/. 250.00	S/. 1,750.00
ENTIBADO PARA ZONA DE PEGAS	UND.	4	S/. 450.00	S/. 1,800.00
GASTOS GENERALES				
SERVICIOS HIGIENICOS PORTATILES	GLB	0.5	S/. 550.00	S/. 275.00
EXAMENES MEDICOS OCUPACIONALES	GLB	0.5	S/. 1,650.00	S/. 825.00
SCTR	GLB	0.5	S/. 900.00	S/. 450.00
EPPS	GLB	0.5	S/. 2,850.00	S/. 1,425.00
PDR	MES	0.5	S/. 3,000.00	S/. 1,500.00
INGENIERO SUPERVISOR	MES	0.5	S/. 5,000.00	S/. 2,500.00
SEÑALIZACION	GLB	0.5	S/. 6,740.00	S/. 3,370.00
COSTO TOTAL	S/ 81,555.00			

Tabla 7: Costos de sedimentador y cisterna de almacenamiento

DESCRIPCIÓN	Costo de Sedimentador y cisterna de almacenamiento			
	COTIZACIÓN			
	Unidad de medida	cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
OBRAS PRELIMINARES				
TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	ML	70	S/. 4.50	S/. 315.00
OBRAS PROVISIONALES				
EXCAVACIONES DE TERRENO	M3	70	S/. 65.00	S/. 4,550.00
RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	M3	91	S/. 45.00	S/. 4,095.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	M3	10.4	S/. 45.00	S/. 468.00
AGUA PARA COMPACTACION	UND.	10	S/. 250.00	S/. 2,500.00
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	GLB	35	S/. 25.00	S/. 875.00
INSTALACIONES SANITARIAS				
INSTALACION DE TUBERIA FºGº	ML	6	S/. 350.00	S/. 2,100.00
INSTALACION DE ACCESORIOS	GLB	1	S/. 420.00	S/. 420.00
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
SOLADO PARA SEDIMENTADOR Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	28	S/. 60.00	S/. 1,680.00
OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
CONCRETO F C 210 KG/CM2 PARA SEDIMENTADOR	M2	10.56	S/. 850.00	S/. 8,976.00
ENCOFRADO PARA SEDIMENTADOR	M2	85	S/. 72.00	S/. 6,120.00
ACERO PARA SEDIMENTADOR F Y 4200 KG/CM2	KG	1038	S/. 7.80	S/. 8,096.40
CONCRETO F C 210 KG/CM2 PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	7.2	S/. 850.00	S/. 6,120.00
ENCOFRADO PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	65	S/. 72.00	S/. 4,680.00
ACERO PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO F Y 4200 KG/CM2	KG	715	S/. 7.80	S/. 5,577.00
GASTOS GENERALES				
SERVICIOS HIGIENICOS PORTA TILES	GLB	1	S/. 550.00	S/. 550.00
EXAMENES MEDICOS OCUPACIONALES	GLB	1	S/. 1,650.00	S/. 1,650.00
SCTR	GLB	1	S/. 900.00	S/. 900.00
EPPS	GLB	1	S/. 2,850.00	S/. 2,850.00
PDR	MES	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
INGENIERO SUPERVISOR	MES	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
SEÑALIZACION	GLB	1	S/. 6,740.00	S/. 6,740.00
COSTO TOTAL	S/ 78,562.40			

Como se pueden apreciar en las tablas N°06 se tiene el costo de la instalación de la red de tuberías que es un costo total de S/. 81,555.00 y en la tabla N°07 se puede observar el costo total de S/. 78,562.40 para poder construir el sedimentador y la cisterna de almacenamiento que sumando ambas cotizaciones se tiene un total de S/. 160,117.40 para poder llevar a cabo esta propuesta de reutilización y poder así incrementar el volumen de agua a procesar evitando que esta agua sea desechada sin ningún tipo de uso.

Los precios fueron tomados de las cotizaciones realizadas por la empresa Master & AD Servicios Generales S.R.L. (Anexo N°20).

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se tuvo como propósito determinar de qué manera influye la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP.

En cuanto al primer objetivo específico referido a la caracterización de las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU- El Arenal, en los resultados se evidenció que los análisis microbiológicos realizados en los 3 tiempos que implica la operación de lavado de filtros se encuentran dentro de los límites aceptables comparándolos con los datos ya obtenidos del análisis del agua captada del río/canal, con respecto a los análisis fisicoquímicos los únicos resultados fuera de rango fueron la turbiedad con 172 NTU al igual que los sólidos totales con 217 mg/l.

De manera semejante Damian (2019) logro caracterizar las aguas de lavado de filtros logrando observar que presentan aceptable calidad microbiológica, en cambio indica que la turbiedad con 525 NTU y los sólidos totales con 4500 mg/l sobrepasan los límites por lo cual sería necesario utilizar un sistema de tratamiento antes de que esta agua pueda ser regresada a cabecera de la PTAP, en cambio Fernandez (2015) manifiesta en su investigación que estas aguas producto a su bajo contenido de solidos, tienen el potencial de no perturbar el proceso de tratamiento o calidad de agua producida la misma que será eviada a inicio de tratamiento para volver a ser procesada.

En lo que se refiere al segundo objetivo acerca de proponer un diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan a ser introducidas y mezcladas con el agua bruta del proceso inicial. En los resultados de la presenta investigación se logro proponer un diseño para la recirculación del agua el cual consta de un sedimentador con un tiempo de retención de 30 min y una cisterna de almacenamiento que hará que la turbiedad y los solidos totales puedan bajar en gran cantidad sus niveles, el sobrenadante será enviado a inicio de proceso para empezar el ciclo completo del tratamiento de

potabilización. Así mismo en la etapa del diseño se utilizó la hoja de dibujo en donde se plasmaron los planos en ambas vistas y la descripción de su procedimiento.

Al igual que Fernandez (2015) en su trabajo de investigación indica que para que las agua de lavado de filtros sean recirculas a cabecero de planta se tiene que diseñar un sedimentador con un periodo de retención de 25 a 30 min debido a la alta velocidad de sedimentación y el escaso volumen de sólidos que se extrae del estanque, de dichas aguas recirculadas se logra recuperar un 90%, al igual que Cornejo (2021) indica en su investigación que dichas agua pueden ser recircular a traves de un diseño el cual esta compuesto por un sedimentador, y un tanque de reciclaje para que el sobrenadante pueda ser acumulado y pueda ingresado a cabecera de la PTAP iniciando así un tratamiento completo al igual que el agua cruda y de esta manera se evite los riesgos de que alguna bacteria, virus o parásito puedan superar alguna fase del tratamiento. En cambio Damián (2019) propone un diseño totalmente opuesto a los antes expuestos que consta de un sedimentador primario, un sedimentador secundario y una ultrafiltración, ya que dichas aguas no son retornadas a cabecero de planta sino que son enviadas directamente a consumo humano.

En cuanto al tercer objetivo específico, referido a la determinación de los costos de la propuesta de circulación de las agua residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU – El Arenal se determinó que el precio para le implementación de un sistema de recirculación consta de dos etapas una que es la instalaciones de toda la red de tuberías que va desde la retención del agua de lavado de filtros hasta el envío de esta hacia la cámara de llegada con un costo de S/. 81,555.00 y la segunda etapa que es la construcción del sedimentador y la cisterna de almacenamiento con un costo de S/. 78,562.40, obteniendo como costo total para poder implementar dicha propuesta es de S./ 160,117.40. cotizado por la empresa Master & AD Servicios generales S.R.L.

Según García (2014), en su investigación indica que para la implementación de un diseño de recirculación se tuvo un costo total de \$ 793,648.400 de pesos concluyendo que estos costos varían dependiendo al diseño utilizado.

En cambio para Damián (2019) concluye que el costo para el diseño de reuso de estas aguas es de \$ 198,841.97 que equivale a S/. 765,988.98 con un cambio de moneda de (3.85), este costo es mucho mas elevado ya que se esta adicionando la contrucción de dos sedimentadores y un ultrafiltro.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan a continuación van relacionadas con los objetivos planteados:

Se Caracterizaron las propiedades microbiológicas y físico químicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros y su comparación con los análisis realizados al agua cruda del río/ canal con el propósito de que dichas aguas puedan ser introducidas a inicio del proceso de la PTAP, la cual nos permitió identificar los parámetros como la turbiedad en 172 NTU y los sólidos totales 217 mg/l que deben ser reducidos para lograr dicho propósito.

El diseño que se utilizó para que las aguas de lavado de filtros vuelvan a ser introducidas a la etapa inicial del proceso consta de un sedimentador y una cisterna de almacenamiento que hará que la turbiedad y los sólidos totales se reduzca en mayor escala no afectando ningún proceso al momento de ser introducidas al inicio del proceso y mezcladas con el agua que ingresa del río/canal.

El costo para la implementación de esta propuesta de circulación de agua de lavado de filtros, consta de dos partes la primera que es la instalación de la red de tuberías con un costo de S/. 81,555.00 y la construcción de un sedimentador y cisterna de almacenamiento es de un costo de S/. 78,562.40, la construcción de dicho sistema es un poco elevado pero muy satisfactorio ya que logrará reutilizar un agua que actualmente es desechada.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un procesamiento para la reutilización de los lodos sólidos (fangos) desechados del agua de lavado de filtros, sedimentadores y floculadores para su aprovechamiento en la elaboración de materiales cerámicos y agregados para la construcción.

Se recomienda al Gobierno Regional de Piura que empiece a concientizar a la población con respecto a la reutilización o recirculación de agua debido a que queda demostrado que la recirculación traería aspectos positivos en una zona de escasez como es la ciudad de Paita.

Se recomienda a la empresa EPS GRAU El Arenal hacer controles más frecuentes que le permitan tomar acciones de control para evitar elementos que perjudiquen la salud de la población.

Se sugiere a los investigadores buscar nuevas formas de obtención de agua que permitan abastecer la demanda de la población.

REFERENCIAS

A comprehensive review on comparison among effluent treatment methods and modern methods of treatment of industrial wastewater effluent from different sources. **SATHYA, K, y otros. 2022.** 4, s.l. : Applied Water Science, 2022, Vol. 12.

ALDANA, Angie y PÉREZ, Ricardo. 2017. *Propuesta para el tratamiento y aprovechamiento de lodos en una PTAP convencional. Caso de estudio: Planta de Tratamiento de Agua Potable El Espinal - Tolima.* Bogotá : Universidad de La Salle, 2017.

ARRAUTH, Andrés y TABORDA, Galdino. 2018. *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de agua de condensación de aire acondicionado para uso sanitario de la Universidad de la Costa.* Barranquilla : s.n., 2018.

Asociación Española de desalación y reutilización. 2019.
<https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/#:~:text=La%20reutilizaci%C3%B3n%20de%20agua%20es,al%20tratamiento%20convencional%20de%20depuraci%C3%B3n.> [En línea] 2 de Febrero de 2019. [Citado el: 29 de Mayo de 2022.]

BERMEO, Andrea y IDROVO, Edgar. 2014. *Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción.* Ecuador : Tesis, 2014.

Bogota, a city sensitive to the water: Elements for Reflection. **TORRES, Andrés, GALARZA, Sandra y MOLINA, Luis. 2019.** 23, Bogotá : s.n., 2019, Vol. 12.

CABANILLAS, Luis. 2020. *Análisis de la eficiencia del sistema de tratamiento para la reutilización de aguas residuales de la cervecería BACKUS.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2020.

CALDERON, José. 2018. *Mejora del sistema de reúso de agua en una planta de licuefacción de gas, en el desierto costero Peruano.* Lima : Universidad Nacional Federico Villareal, 2018.

CALDERÓN, Paúl. 2014. *Evaluación de la eficiencia de biodigestor comercial en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias.* Guatemala : Universidad San Carlos de Guatemala, 2014.

CEPIS. 1996. *Guía para el manejo interno de residuos sólidos en el centro de atención de salud.* 2da. Lima : s.n., 1996.

CHAVEZ, Edward y MAYHUA, Christian. 2019. *Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el Distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019.

CHULLUNCUY, Nadia. 2011. *Tratamiento de agua para consumo.* Lima : s.n., 2011.

Coagulation-Flocculation, Filtration and ozonation of wastewater for reuse in crop irrigation. **VELÍZ, Eliet, y otros. 2016.** 1, 2016, Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. 7, págs. 17-34.

CORNEJO, Alberto. 2021. *Propuesta de reaprovechamiento de lodos de filtración: Caso Planta de tratamiento de agua Potable de filtros rápidos de Majes.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2021.

DAMIAN, Danny. (2019). *"Propuesta de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de lavado de filtros de EPSEL S.A. Lambayeque para su aprovechamiento".* Chiclayo : s.n., (2019).

Design of an expert system for reusing treated wastewater. **ESCOBAR, María, TOVAR, Luis y ROMERO , Jonathan. 2016.** 2, s.l. : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2016, Vol. 26, págs. 21-34.

DIGESA . 2007. *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales .* Lima : s.n., 2007.

El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Amaya, México. **DÍAZ, Elizabeth, ALVARADO,**

Alejandro y CAMACHO, Karina. 2012. 1, México : Quivera, 2012, Vol. 14, págs. 78-97.

ELERA, Wilmar. 2021. *Proyecto de Ley.* 2021.

ESPINAL, Cristian, OCAMPO, David y ROJAS, Juan. 2014. *Construcción de un prototipo para el sistema de Reciclaje de Aguas Grises en el hogar.* Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.

Evaluación de la arrancada de filtros anaerobios para el tratamiento de aguas residuales de café instantáneo. **CORDOVA, Rosa, y otros. 2019.** 1, s.l. : Revista CENIC Ciencias Biológicas, 2019, Vol. 50, págs. 40-54.

Evaluation of a treatment system for domestic wastewater reuse. **GARZÓN, Marco, GONZÁLES, Jazmín y GARCÍA, Raúl. 2016.** 2, s.l. : Revista Internacional de contaminación Ambiental, 2016, Vol. 32, págs. 199-211.

FERNÁNDEZ, Sebastián. 2015. *Tratamiento y disposición de aguas residuales de plantas de tratamiento de agua potable en Chile.* Santiago : Universidad de Chile, 2015.

FOUAD, H.A., EL-HEFNY, R.M y MOHAMED, M.A. 2016. *Reuse of spent filter backwash water.* s.l. : International journal of civil engineering and technology, 2016. págs. 176-187. Vol. 7. 4.

GARCÍA, Cristian. 2014. *Tratamiento de efluentes para la planta de potabilización de agua Los Cuervos en el Municipio de Chinchiná.* Manizales : Universidad Nacional de Colombia, 2014.

GRANOBLE, Marcos y TARIRA, Leo. 2022. *Uso de los lodos de la Planta de tratamiento de agua Potable Daule mediante la valoración de los componentes residuales para el beneficio de la entidad y usuarios.* Guayaquil : Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2022.

Greywater characterization and loadings – Physicochemical treatment to promote onsite reuse. **NOUTSOPOULOS, C., y otros. 2018.** 2018, Journal of Environmental Management, Vol. 216, págs. 337-346.

HIDALGO , Fernando, y otros. 2006. *Estudio de métodos alternativos de lavado de filtros granulares.* Chile : s.n., 2006.

JIMENÉZ, Lesly. 2019. *Caracterización e inertización de lodos generados en las plantas de tratamiento de agua potable Bellavista y Puengasí, para su aprovechamiento.* Quito : Universidad Internacional SEK, 2019.

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. 2015. *Métodología de la Investigación Social Cuantitativa.* 1er. Barcelona : Universidad Autónoma de Barcelona, 2015. pág. 7.

LUBNA, Siam. 2013. *Strategy Development for Condensate Water Recovery from Air Conditioning in Palestine.* [ed.] Birzeit University. Palestina : s.n., 2013. pág. 121.

MANGA, J, LOGREIRA, N y SERRALT, J. 2001. *Reúso de Aguas Residuales: Un recurso Hídrico disponible.* Barranquilla : Fundación Universidad del Norte, 2001.

MARTINEZ, Federico. 2010. *Evaluación económica de la recirculación de aguas de lavado proveniente de las unidades de filtración rápida de la Planta de Potabilización Manantiale.* Medellin : Universidad de Antioquia, 2010.

MATAMOROS, Jarolt. 2005. *Sistemas de tratamiento de lodos en Plantas de agua Potable.* Santiago : Universidad de Chile, 2005.

Methodology for the reuse of grey water in dwelling located in areas of water stress and extreme hydric stress - Characterization, quality and treatment options for reuse in Chile. **DÍAZ, Marco, y otros. 2021.** 563, Chile : s.n., 2021, Vol. 73, págs. 1-12.

NINA, Ruben. 2015. *Evaluación de biodigestor de polietileno rotoplast en el tratamiento de aguas residuales domésticas y propuestas de diseño de biofiltro en la comunidad de Oquebamba - Espinar.* Puno : Universidad Nacional de Altiplano , 2015.

Organismos de Evaluación y Fiscalización Ambiental. 2014. Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales. [En línea] Abril de 2014. [Citado el: 29 de Abril de 2022.]

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=Fiscalizaci%C3%B3n%20ambiental%20en%20sentido%20amplio,el%20cumplimiento%20de%20obligaciones%20ambientales.

OSORIO, Francisco, TORRES, Juan y SÁNCHEZ, Mercedes. 2010. *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes.* s.l. : Diaz de Santos, 2010. pág. 216.

PAREDES, Yadira y CHISAGUANO, Wilson. 2016. *Propuesta de diseño del sistema de tratamiento y disposición final de lodos generados en la planta potabilizadora Los Álamos en el Cantón Francisco de Orellana.* Quito : Universidad Central Ecuador, 2016.

Percepção de risco no tratamento e reúso de esgotos domésticos em populações do Nordeste. **DE MORAIS , Douglisnilson, y otros. 2020.** São Paulo : s.n., 2020, Vol. 23.

Población, Muestra y Muestreo. **LÓPEZ, Pedro. 2004.** 2004, págs. 69-74.

Reutilización de agua en autolavado por medio de filtros de arena grava y carbón activado. **GRACIA, Jorge, y otros. 2015.** 1, s.l. : Congreso Internacional de Investigación Académica Journals, 2015, Vol. 7, págs. 873 - 878.

RODRIGUEZ, Pablo. 2016. *Diseño y cálculo de un dispositivo para la obtención de agua potable por condensación de la humedad del aire.* España : Universidad Politécnica de Madrid, 2016.

ROMERO, Mary. 2021. *Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Ayaviri, Melgar, Puno - 2018.* Huancayo : Universidad Continental, 2021.

ROSADO, Pedro. 2022. *Entrevista realizada a las instalaciones de La Plnata EPS GRAU - El Arenal.* 19 de Abril de 2022.

ROSALES , Constanza. 2018. *Evaluación económica de la aplicación de un sistema de reutilización de aguas grises caso aplicado a Pan de Azúcar.* Santiago : Universidad Técnica Federico Santa María , 2018.

SANCHEZ, Miguel y ARISTA , Hans. 2018. *Pérdida física en el sistema de agua potable y su influencia económica en la operación y mantenimiento de la ciudad de Soritor, 2017.* Moyobamba : Universidad Nacional de San Marín - Tarapoto, 2018.

SHAFIQUZZAMAN, A., y otros. 2018. *Applicataion of a low cost ceramic filter for recycling sand filter backwash water.* 2018. págs. 1-15. Vol. 10.

Tratamiento de agua de lluvia con fines de consumo Humano. **AVILÉS, Diana y CHAPARRO, Tatiana. 2020.** 2, Bogotá : s.n., 2020, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 30, págs. 97-107.

Tratamiento de agua para consumo humano. **CHULLUNCUY, Nadia. 2011.** Perú : Universidad Mayor de San Marcos, 2011, págs. 153-170.

Water reuse as a wasterwater treatment plant revitalizacion tool [Reúso da água como ferramenta de revitalização de uma estação de tratamento de efluentes]. **WEBER, Cristiano, Cybis, Luis y BEAL, Lademir. 2010.** 2, Brasil : Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2010, Vol. 15.

ANEXOS

Anexo 01: Variable y operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Variable Independiente:	Para la Asociación Española de desalación y reutilización (2019), es el procedimiento que posibilitar aprovechar el agua que ha sido utilizada en usos municipales o industriales. Para poder brindar este segundo uso útil a estas aguas es indispensable emplear un tratamiento complementario al tratamiento convencional de depuración.	Análisis mediante pruebas de laboratorio que determinan la calidad del agua.	Características microbiológicas	* Coliformes Totales (NMP/100 ml) * Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml) * Escherichia Coli (NMP/100 ml)	Razón
Reutilización de aguas			Características fisicoquímicas	* Turbiedad (NTU) * Nivel de pH (rango) * Nivel de Color verdadero (escala Pt/Co) * Conductividad (us/cm) * Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	Razón
Variable Dependiente:	Para Sánchez y Arista (2018) es el agua procedente un sistema eficaz compuesto por instalaciones que adquieren el agua de sus fuentes, la transforman en agua apropiada para la ingesta humana y la distribuyen a los consumidores a través de dispositivos de distribución.	Recuperación de masa de agua residual a través de un sistema de recirculación de agua a la etapa inicial.	Volumen	*Cantidad de agua de lavado por día	Razón
Reducción de pérdida de masa			Diseño de Sistema de recirculación	*Cantidad de m ³ de agua a reprocesar	Razón
			Costos	*Costo del sistema de recirculación.	Razón

Elaboración Propia

Anexo N°02: Matriz de consistencia

Título	Problema General	Objetivo General	Preguntas específicas	Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad de Analisis	Población	Muestra	Técnicas	Instrumentos
Propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros de una PTAP, 2022	¿De que manera ayuda la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022?	Determinar de que manera influye la propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros de una PTAP, 2022	¿Cuáles son las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU - El Arenal?	Caracterizar las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU - El Arenal	Variable Independiente:	Características microbiológicas	* Coliformes Totales (NMP/100 ml) * Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) * Escherichia coli (NMP/100 ml)	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	1 día	Revisión Documentaria	Guía de Informe de caracterización de agua de lavado de filtros
			¿Cuál es el diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan hacer introducidas y mezcladas con el agua bruta al proceso inicial?	Proponer un diseño de recirculación para que las aguas residuales de la etapa de lavado de filtros vuelvan hacer introducidas y mezcladas con el agua bruta al proceso inicial	Reutilización de aguas	Características fisicoquímicas	* Turbiedad (NTU) * Nivel de pH (rango) * Nivel de Color verdadero (escala Pt/Co) * Conductividad (us/cm) * Solidos Suspendidos Totales (mg/l)	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	octubre	Revisión Documentaria	Guía de Informe de caracterización de agua de lavado de filtros
			¿Cuáles son los costos de la propuesta de recirculación de las aguas resiales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU - El Arenal?	Determinar los costos de la propuesta de recirculación de las agua residuales de la etapa de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable EPS GRAU - El Arenal	Variable Dependiente:	Volumen	Cantidad de agua de lavado por día	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta	Revisión Documentaria	Reporte de Lavado de Filtros
					Reducción de pérdida de masa	Diseño de recirculación	*Cantidad de m ³ de agua a reprocessar	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta	Revisión Documentaria	Reporte de Lavado de Filtros
						Costos	*Costo del sistema de recirculación.	Agua de lavado de filtros	Agua de lavado de filtros	Propuesta	Revisión Documentaria	Guía de costos

Elaboración Propia

Anexo N°04: Guía de Informe de Caracterización del Agua de lavado de Filtros

HOJA DE INFORME DE ENSAYO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FISCOQUIMICOS N°-----

Solicitante: _____

Domicilio Legal: _____

Laboratorio: _____

Producto: _____

Identificación de la muestra: _____

Procedencia: _____

Fecha de inicio de Ensayo: _____

Fecha de fin de ensayo: _____

Resultados:

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO DE ANALISIS		
		Agua de vaciado M1	Agua de Lavado M2	Agua de enjuague M3
Coliformes Totales	NMP/100 ml			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml			
Escherichia Coli	NMP/100 ml			

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO DE ANALISIS		
		Agua de vaciado M1	Agua de Lavado M2	Agua de enjuague M3
Turbiedad	UNT			
pH	-			
Conductividad	Us/cm			
Temperatura	°C			
Solidos Totales	Us/cm			
Color Verdadero	mg/l			

Elaboración Propia

Anexo N°05: Reporte de Lavado de Filtro

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA		
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							LAVADO		
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS									
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7			
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL																										

TIPO DE FUENTE - DERIVACIÓN	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:

Anexo N°06: Guía de Costos

DESCRIPCIÓN	COSTOS DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN			
	COTIZACIÓN			
	Unidad de medida	cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
MATERIAL				
INSTALACIONES DE TUBERIAS				
INSTALACIONES ELECTRICAS				
MANO DE OBRA				
COSTO TOTAL				

Elaboración Propia

Anexo N°07: Constancias de Validación



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: REUTILIZACIÓN DE AGUAS

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Características Microbiológicas							
1	Indicador (Anexo 1)	x		x		x		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSIÓN 2: Características Fisicoquímicas							
1	Indicador (Anexo 1)	x		x		x		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Jorge Martin Llompert Coronado**

DNI: 02694031

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**


CIP: 63465

1**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

3**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 Jorge Martin Llompert Coronado
 INGENIERO INDUSTRIAL
 ESPECIALISTA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL
 Y MEDIO AMBIENTE
 CIP N° 63465

04 de julio del 2022

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE MASA

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Volumen							
1	Indicador (Anexo 2)	x		x		x		
2								
3								
4								
	DIMENSION 2: Diseño sistema de recirculación	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Indicador (Anexo 2)	x		x		x		
2								
3								
4								
	DIMENSION 3: Costos	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Indicador (Anexo 3)	x		x		x		
2								
3								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Jorge Martín Llompert Coronado**
DNI: 02694031

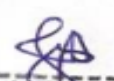
CIP: 63465

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**
1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Jorge Martín Llompert Coronado
 INGENIERO INDUSTRIAL
 ESPECIALISTA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL
 Y MEDIO AMBIENTE
 CIP N° 63465

04 de julio del 2022
Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable independiente: REUTILIZACIÓN DE AGUAS

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Características Microbiológicas							
1	Indicador (Anexo 1)	x		x		x		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Características Físicoquímicas							
1	Indicador (Anexo 1)	x		x		x		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Jean Paul Castillo Pulache
DNI: 71471250
CIP: 261016
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial
04 de julio del 2022
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



JEAN PAUL
CASTILLO PULACHE
Ingeniero Industrial
CIP N° 261016

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE MASA

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1: Volumen	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Indicador (Anexo 2)	X		X		X		
2								
3								
4								
	DIMENSIÓN 2: Diseño sistema de recirculación	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Indicador (Anexo 2)	X		X		X		
2								
3								
4								
	DIMENSIÓN 3: Costos	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Indicador (Anexo 3)	X		X		X		
2								
3								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Jean Paul Castillo Pulache
DNI: 71471250
CIP: 261016
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial
1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de julio del 2022


**JEAN PAUL
CASTILLO PULACHE**
 Ingeniero Industrial
 CIP N° 261016

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable Independiente: REUTILIZACIÓN DE AGUAS

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencias		Relevancias		Claridad		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSION 1: Características Microbiológicas							
1	Indicador (Anexo 1)	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Características Fisicoquímicas							
1	Indicador (Anexo 1)	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** **Aplicable después de corregir** **No aplicable**
Apellidos y nombres del juez validador. Ing. *CRUZ ZAPATA ADDERLY EDWINSON*
DNI: *4584311*
CIP: *259191*
Especialidad del validador: *Ing. Civil - Sanitaria*
06 de julio del 2022
»Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

»Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

»Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.


Adderly Edinson Cruz Zapata
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 259191

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE MASA

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1: Volumen							
1	Indicador (Anexo 2)	X		X		X		
2								
3								
4								
	DIMENSIÓN 2: Diseño sistema de recirculación							
1	Indicador (Anexo 2)	X		X		X		
2								
3								
4								
	DIMENSIÓN 3: Costos							
1	Indicador (Anexo 3)	X		X		X		
2								
3								


Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. *CRUZ JARDÓN AROCELY EDISON*
DNI: *4584311*
CIP: *259191*
Especialidad del validador: *Ing Civil - SANTIAGO*
06 de julio del 2022
1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es

Firma del Experto Informante.


Adderly Edilson Cruz Zapata
INGENIERO CIVIL

Anexo N°08: Cuadro de perdida de lavado con respecto al caudal captado

CONSUMO DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS							
CAUDAL AGUA CRUDA	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'
600	193	208	223	238	253	268	283
700	195	211	227	243	259	275	291
800	197	213	229	245	261	277	293
900	199	215	231	247	263	279	295
1000	201	217	233	249	265	281	297
1100	203	220	237	254	271	288	305
1200	206	223	240	257	274	291	308
1300	208	225	242	259	276	293	310
1400	210	227	244	261	279	295	312
1500	212	230	248	266	284	302	320
1600	214	232	250	268	286	304	322
1700	216	234	252	270	288	306	324
1800	219	237	255	273	291	309	327
1900	221	240	259	278	297	316	335
2000	223	242	261	280	299	318	337
2100	225	244	263	282	301	320	339
2200	227	246	265	284	303	322	341
2300	229	249	269	289	309	329	344
2400	231	251	271	291	311	331	351
2500	233	253	273	293	313	333	353
2600	235	255	275	295	315	335	355
2700	237	257	277	297	317	337	360

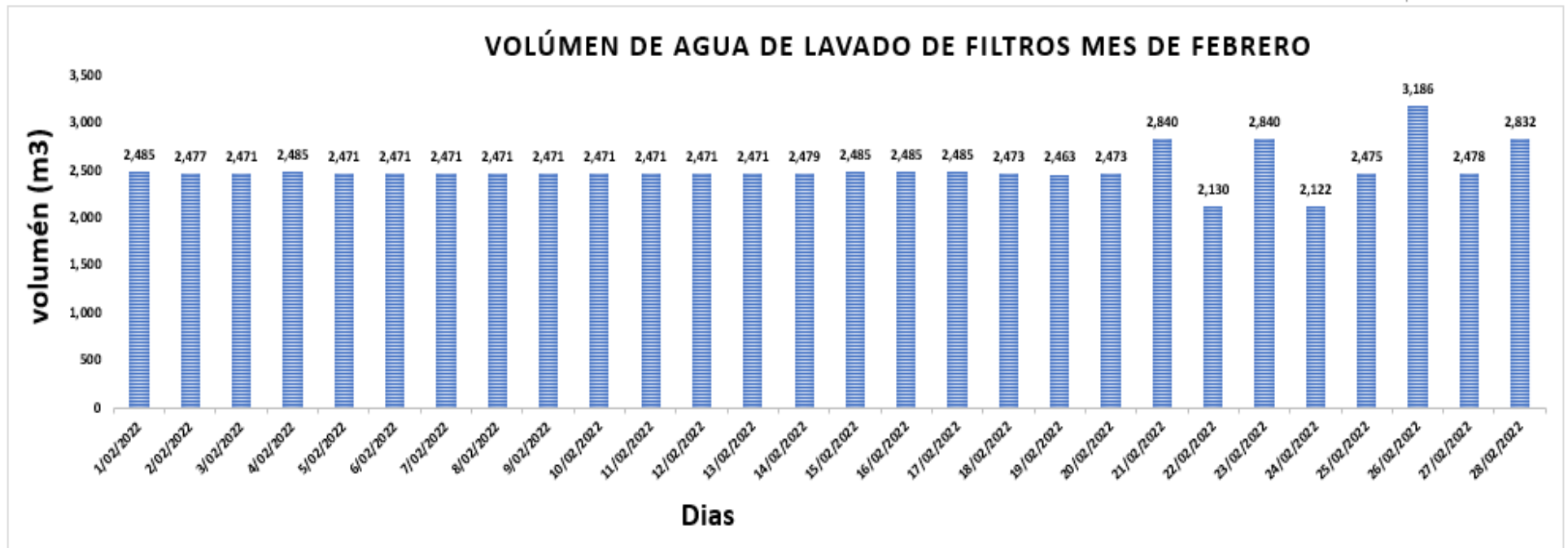
Fuente: EPS Grau El Arenal - Paita

Anexo N°09: Reportes de lavado de filtros del mes de febrero

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA		
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M³/DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							LAVADO		
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS									
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7			
1/02/2022	59526274	61,424	355	355	355								355	355										355	355	2,485
2/02/2022	59648316	60,618				355	355	355		353						353		353	353							2,477
3/02/2022	59704910	56,594						353	353	353				353	353			353	353							2,471
4/02/2022	59766895	61,985	355	355	355								355	355										355	355	2,485
5/02/2022	59826792	59,897						353	353	353			353	353				353			353					2,471
6/02/2022	59886996	60,204				353	353	353								353	353	353	353							2,471
7/02/2022	59947749	60,753		353	353	353					353				353									353	353	2,471
8/02/2022	60009491	61,742						353	353	353			353	353				353			353					2,471
9/02/2022	60071136	61,645	353	353	353									353	353					353	353					2,471
10/02/2022	60132674	61,538					353	353	353				353	353				353							353	2,471
11/02/2022	60193851	61,177						353	353	353				353	353			353	353							2,471
12/02/2022	60254610	60,759		353	353	353					353				353									353	353	2,471
13/02/2022	60315242	60,632	353	353	353								353	353										353	353	2,471
14/02/2022	60373961	58,719					353	353	353					355	355				355						355	2,479
15/02/2022	60436245	62,284				355	355	355								355	355	355	355							2,485
16/02/2022	60498201	61,956	355	355	355								355	355										355	355	2,485
17/02/2022	60559448	61,247				355	355	355							355	355	355	355								2,485
18/02/2022	60618993	59,545					355	353	353		353						353		353	353						2,473
19/02/2022	60677649	58,656		353	353	353								351	351			351							351	2,463
20/02/2022	60736699	59,050					351	351	351		355	355							355							2,473
21/02/2022	60800040	63,341		355	355	355									355	355		355	355						355	2,840
22/02/2022	60862060	62,020						355	355		355	355					355			355						2,130
23/02/2022	60923138	61,078	355	355	355								355	355				355						355	355	2,840
24/02/2022	60984706	61,568					355	355								353	353	353	353							2,122
25/02/2022	61046590	61,884		353	353	353								354	354			354							354	2,475
26/02/2022	61107937	61,347					354	354	354		354	354							354	354	354				354	3,186
27/02/2022	61169586	61,649		354	354								354	354				354						354	354	2,478
28/02/2022	61230302	60,716					354	354						354	354			354	354	354	354					2,832
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			28,299							20,167							21,937							70,403		

TIPO DE FUENTE - DERIVACION	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	X
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:



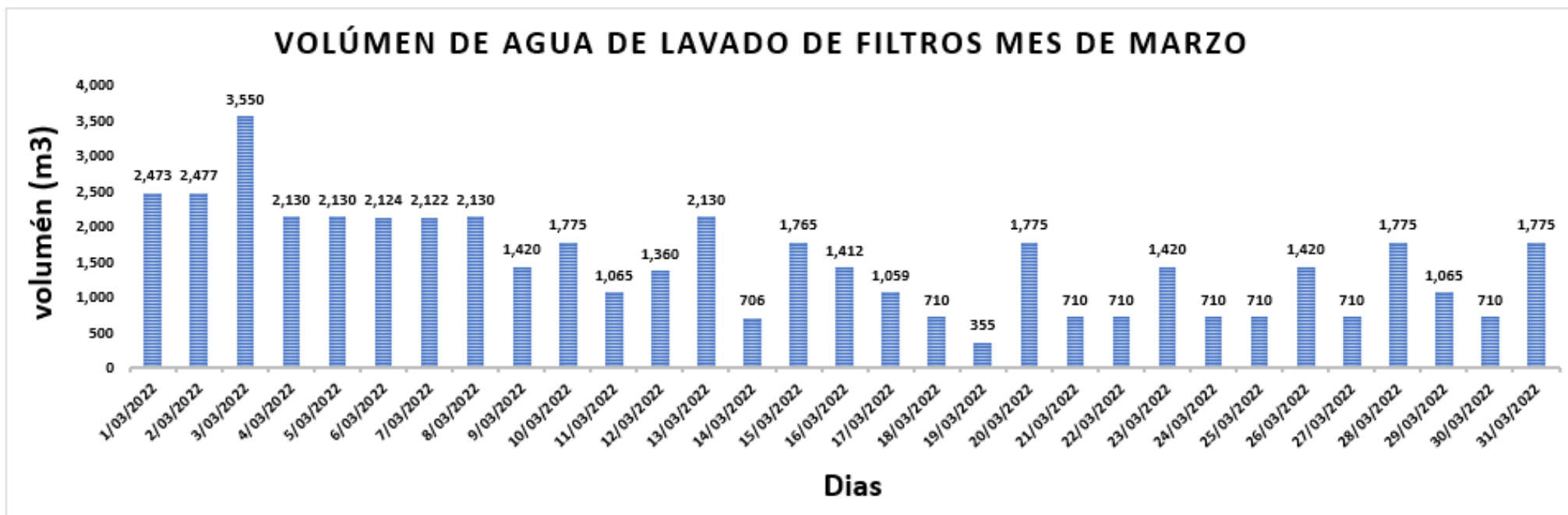
Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°03 e Ilustración N°01 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 2,503 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 2,471 m³ y volúmenes máximos de 3,186 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 70,403 m³ en el mes de febrero.

Anexo N°10: Reportes de lavado de filtros del mes de marzo

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA	
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							LAVADO	
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS								
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		
	61230302																								
1/03/2022	61290382	60,080	354	354								353	353								353	353	353		2,473
2/03/2022	61346928	56,546			353	353	353			353	355											355	355		2,477
3/03/2022	61410445	63,517		355	355	355				355				355				355	355	355			355	355	3,550
4/03/2022	61472872	62,427	355								355	355							355	355	355				2,130
5/03/2022	61534555	61,683						355	355	355								355	355	355					2,130
6/03/2022	61595159	60,604		354	354								354	354									354	354	2,124
7/03/2022	61653414	58,255						353	353		353	353							355	355					2,122
8/03/2022	61717022	63,608	355	355	355	355								355									355		2,130
9/03/2022	61780062	63,040						355	355								355	355							1,420
10/03/2022	61842532	62,470		355	355								355	355									355		1,775
11/03/2022	61904257	61,725									355								355	355					1,065
12/03/2022	61965715	61,458			335	335	335										355								1,360
13/03/2022	62027129	61,414							355	355	355								355	355	355				2,130
14/03/2022	62087812	60,683																				353	353		706
15/03/2022	62148452	60,640	353									353							353	353	353				1,765
16/03/2022	62208792	60,340															353	353				353	353		1,412
17/03/2022	62267978	59,186			353														353	353					1,059
18/03/2022	62331100	63,122																				355	355		710
19/03/2022	62369553	38,453				355																			355
20/03/2022	62432903	63,350								355	355								355	355	355				1,775
21/03/2022	62496207	63,304						355	355																710
22/03/2022	62559378	63,171								355								355							710
23/03/2022	62622271	62,893									355								355	355	355				1,420
24/03/2022	62684552	62,281							355			355													710
25/03/2022	62746539	61,987											355								355				710
26/03/2022	62808313	61,774	355											355	355			355							1,420
27/03/2022	62869832	61,519																	355	355					710
28/03/2022	62931173	61,341			355	355								355				355	355						1,775
29/03/2022	62991223	60,050								355	355	355													1,065
30/03/2022	63050738	59,515											355									355			710
31/03/2022	63113427	62,689						355	355		355								355						1,775
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			13,412							12,766							20,205							48,383	

TIPO DE FUENTE - DERIVACION	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	x
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:



Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°04 e Ilustración N°02 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 1,496 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 355 m³ y volúmenes máximos de 3,550 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 46,383 m³ en el mes de marzo.

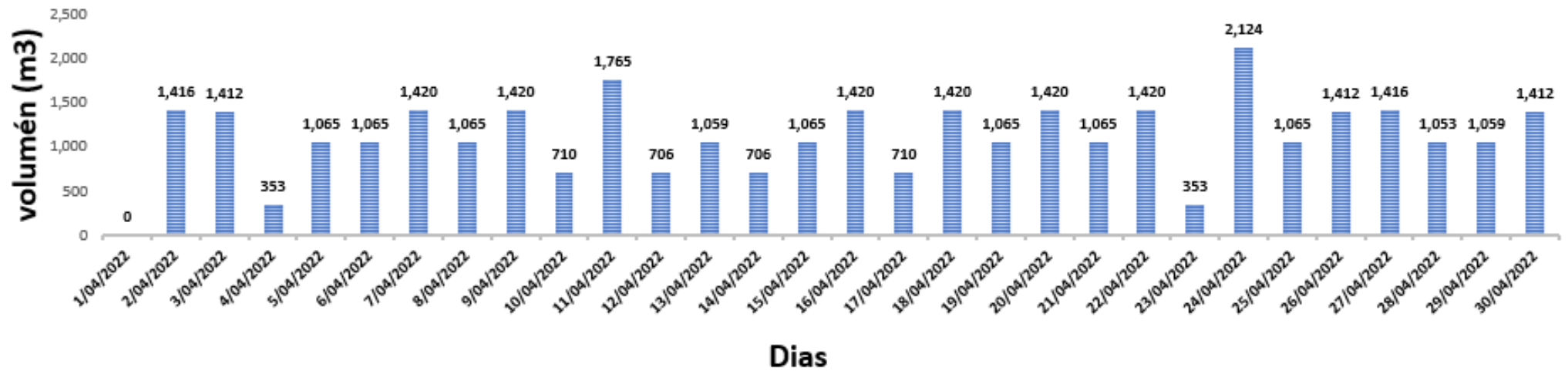
Anexo N°11 Reportes de lavado de filtros del mes de abril

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA				
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M³/DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03											
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS											
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7					
	63113427																											
1/04/2022	63174994	61,567																									0	
2/04/2022	63235885	60,891								354	354	354															1,416	
3/04/2022	63296152	60,267											353												353	353	353	1,412
4/04/2022	63354738	58,586																							353			353
5/04/2022	63406384	51,646										355				355	355											1,065
6/04/2022	63466249	59,865									355														355			1,065
7/04/2022	63528751	62,502	355									355	355															1,420
8/04/2022	63590797	62,046											355	355												355		1,065
9/04/2022	63652307	61,510													355	355	355	355										1,420
10/04/2022	63713550	61,243																										710
11/04/2022	63774412	60,862									353	353														353	353	1,765
12/04/2022	63834859	60,447																										706
13/04/2022	63894607	59,748											353															1,059
14/04/2022	63952842	58,235									351	355																706
15/04/2022	64016421	63,579																										1,065
16/04/2022	64079903	63,482			355	355																						1,420
17/04/2022	64143250	63,347																										710
18/04/2022	64206044	62,794						355																				1,420
19/04/2022	64268668	62,624																										1,065
20/04/2022	64331242	62,574										355	355															1,420
21/04/2022	64393410	62,168																										1,065
22/04/2022	64455015	61,605																										1,420
23/04/2022	64515931	60,916																										353
24/04/2022	64576808	60,877							354																			2,124
25/04/2022	64626679	49,871																										1,065
26/04/2022	64673163	46,484																										1,412
27/04/2022	64726442	53,279																										1,416
28/04/2022	64787116	60,674																										1,053
29/04/2022	64847721	60,605																										1,059
30/04/2022	64907955	60,234																										1,412
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			2,128							17,351							14,162							33,641				

TIPO DE FUENTE - DERIVACIÓN	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	x
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:

VOLÚMEN DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS MES DE ABRIL



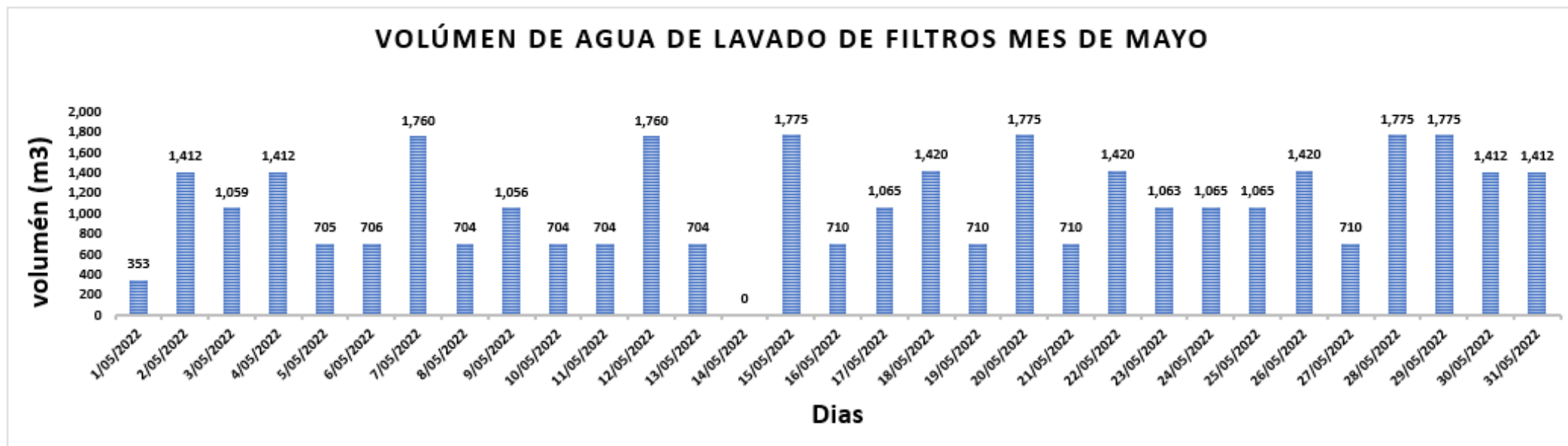
Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°05 e Ilustración N°03 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 1,121 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 353 m³ y volúmenes máximos de 2,124 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 33,641 m³ en el mes de abril.

Anexo N°12: Reportes de lavado de filtros del mes de mayo

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							LAVADO
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS							
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
	64907955																							
1/05/2022	64967441	59,486								353														353
2/05/2022	65027091	59,650								353	353									353	353			1,412
3/05/2022	65086415	59,324										353									353	353		1,059
4/05/2022	65145268	58,853											353				353					353	353	1,412
5/05/2022	65203801	58,533												353									352	705
6/05/2022	65262677	58,876													352.5		353							706
7/05/2022	65321490	58,813	352							352	352									352	352			1,760
8/05/2022	65380548	59,058																				352	352	704
9/05/2022	65439315	58,767										352						352	352					1,056
10/05/2022	65497982	58,667		352									352											704
11/05/2022	65556946	58,964				352								352										704
12/05/2022	65615738	58,792								352	352					352					352	352		1,760
13/05/2022	65674814	59,076										352											352	704
14/05/2022	65698187	23,373																						0
15/05/2022	65760459	62,272											355	355	355				355	355				1,775
16/05/2022	65824471	64,012												355	355					355	355			710
17/05/2022	65888202	63,731				355	355													355				1,065
18/05/2022	65950613	62,411										355	355			355								1,420
19/05/2022	66011127	60,514									355	355												710
20/05/2022	66074397	63,270								355			355	355					355	355				1,775
21/05/2022	66137614	63,217												355									355	710
22/05/2022	66200903	63,289													355	355				355	355			1,420
23/05/2022	66264133	63,230									355	355								353				1,063
24/05/2022	66327358	63,225	355										355								355			1,065
25/05/2022	66390502	63,144											355	355	355									1,065
26/05/2022	66453186	62,684		355											355						355			1,420
27/05/2022	66515294	62,108										355									355			710
28/05/2022	66576560	61,266				355	355												355	355				1,775
29/05/2022	66637449	60,889											355	355								355	355	1,775
30/05/2022	66697788	60,339										353				353	353				353			1,412
31/05/2022	66757781	59,993												353						353	353	353		1,412
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			3,896							16,636							13,789							34,321

TIPO DE FUENTE - DERIVACIÓN	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	x
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:



Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°06 e Ilustración N°04 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 1,107 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 353 m³ y volúmenes máximos de 1,775 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 34,321 m³ en el mes de mayo.

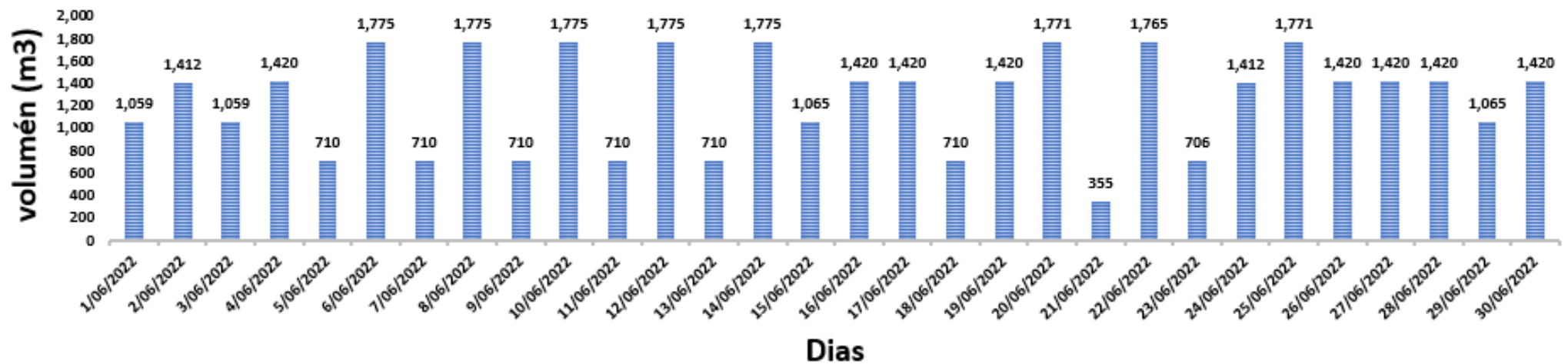
Anexo N°13: Reportes de lavado de filtros del mes de junio

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS							
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
	66757781																							
1/06/2022	66817463	59,682								353														
2/06/2022	66876932	59,469									353	353									353	353		
3/06/2022	66936301	59,369	353										353										353	
4/06/2022	66994535	58,234								355					355	355	355							
5/06/2022	67057934	63,399									355	355												
6/06/2022	67120889	62,955		355									355	355	355							355		
7/06/2022	67183314	62,425														355							355	
8/06/2022	67245775	62,461			355					355	355										355			
9/06/2022	67308122	62,347										355									355			
10/06/2022	67369924	61,802				355	355								355	355	355			355				
11/06/2022	67431539	61,615						355		355														
12/06/2022	67493005	61,466									355	355	355							355	355			
13/06/2022	67555080	62,075												355								355		
14/06/2022	67616817	61,737							355	355	355											355	355	
15/06/2022	67678468	61,651										355	355								355			
16/06/2022	67740178	61,710	355								355	355										355		
17/06/2022	67801866	61,688											355	355	355								355	
18/06/2022	67863378	61,512								355	355													
19/06/2022	67924471	61,093										355	355	355					355					
20/06/2022	67985547	61,076		355											355	355					353	353		
21/06/2022	68045917	60,370			355																			
22/06/2022	68105723	59,806				353				353	353	353									353			
23/06/2022	68165423	59,700										353											353	
24/06/2022	68225040	59,617												353	353	353	353		353					
25/06/2022	68283100	58,060								353	353	355									355	355		
26/06/2022	68346087	62,987													355	355	355	355						
27/06/2022	68408567	62,480						355		355	355									355				
28/06/2022	68470983	62,416										355									355	355	355	
29/06/2022	68533123	62,140											355	355	355									
30/06/2022	68594843	61,720								355	355	355												
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			4,256							22,339							11,340							37,935

TIPO DE FUENTE - DERIVACION	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	x
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	

OBSERVACIONES:

VOLÚMEN DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS MES DE JUNIO



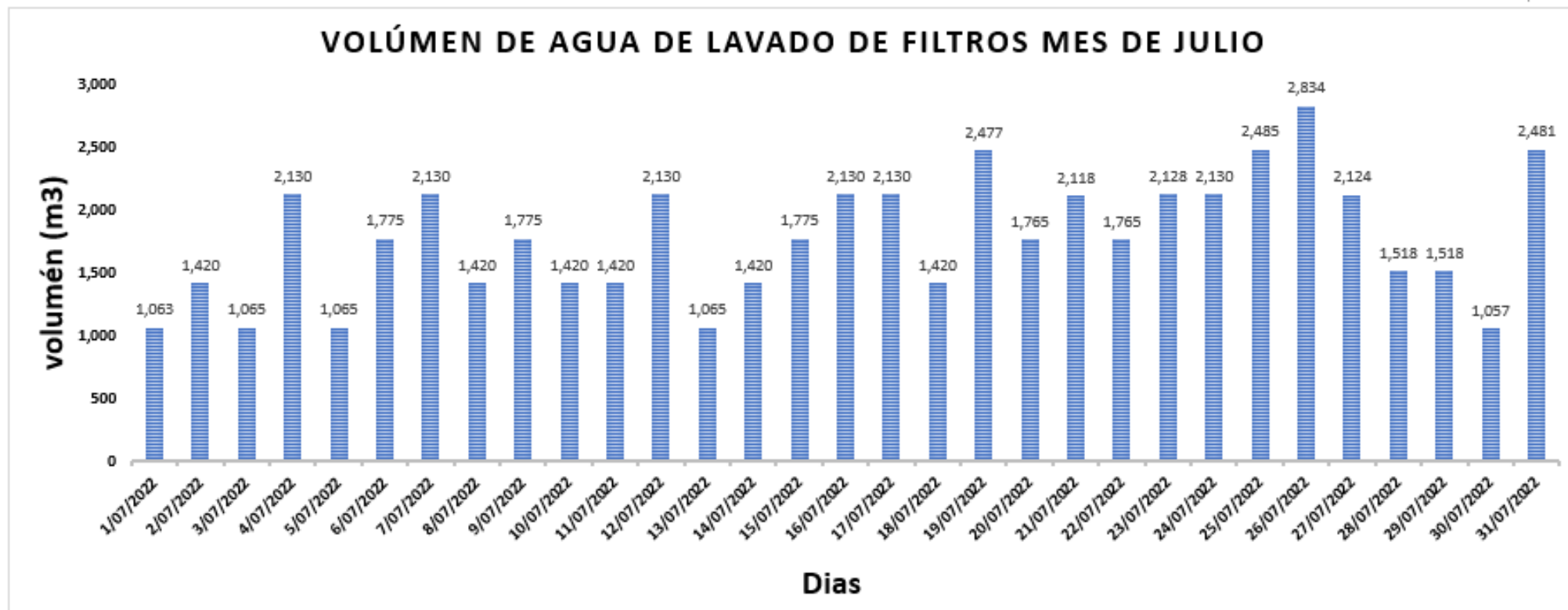
Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°06 e Ilustración N°05 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 1,265 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 355 m³ y volúmenes máximos de 1,775 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 37,935 m³ en el mes de junio.

Anexo N°14: Reportes de lavado de filtros del mes de julio

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA	
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03								
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS								
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		
	68594843																								
1/07/2022	68629021	34,178	355	355								353													
2/07/2022	68684323	55,302																355	355	355	355				
3/07/2022	68743564	59,241																							
4/07/2022	68807029	63,465									355	355									355	355	355		
5/07/2022	68870323	63,294											355	355									355		
6/07/2022	68933297	62,974									355				355	355	355				355				
7/07/2022	68996044	62,747										355	355	355	355									355	355
8/07/2022	69055736	59,692									355						355	355			355				
9/07/2022	69118360	62,624										355	355									355	355	355	
10/07/2022	69180878	62,518												355	355									355	355
11/07/2022	69243323	62,445				355											355	355	355						
12/07/2022	69305025	61,702					355				355	355	355								355				
13/07/2022	69366991	61,966									355														
14/07/2022	69428841	61,850										355	355	355											
15/07/2022	69490563	61,722						355	355	355													355		
16/07/2022	69552055	61,492										355	355	355	355								355	355	
17/07/2022	69613461	61,406	355														355				355	355	355	355	
18/07/2022	69674655	61,194																				355	355	355	
19/07/2022	69735402	60,747			355	355					355			353	353							353	353		
20/07/2022	69795399	59,997															353	353	353	353					
21/07/2022	69854906	59,507									353	353										353	353	353	353
22/07/2022	69913683	58,777																							
23/07/2022	69970451	56,768					353										355	355	355	355	355	355			
24/07/2022	70033227	62,776									355	355	355										355	355	355
25/07/2022	70095246	62,019										355			355	355	355	355			355	355			
26/07/2022	70155365	60,119						355	355				354	354	354								354	354	354
27/07/2022	70214775	59,410										354	354				354	354							
28/07/2022	70273869	59,094												253	253						253	253			
29/07/2022	70332684	58,815	253																			253	253	253	253
30/07/2022	70391117	58,433			353									353											
31/07/2022	70449571	58,454				351											355	355						355	355
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			5,823							26,747							22,583							55,153	

TIPO DE FUENTE - DERIVACIÓN	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	x

OBSERVACIONES:



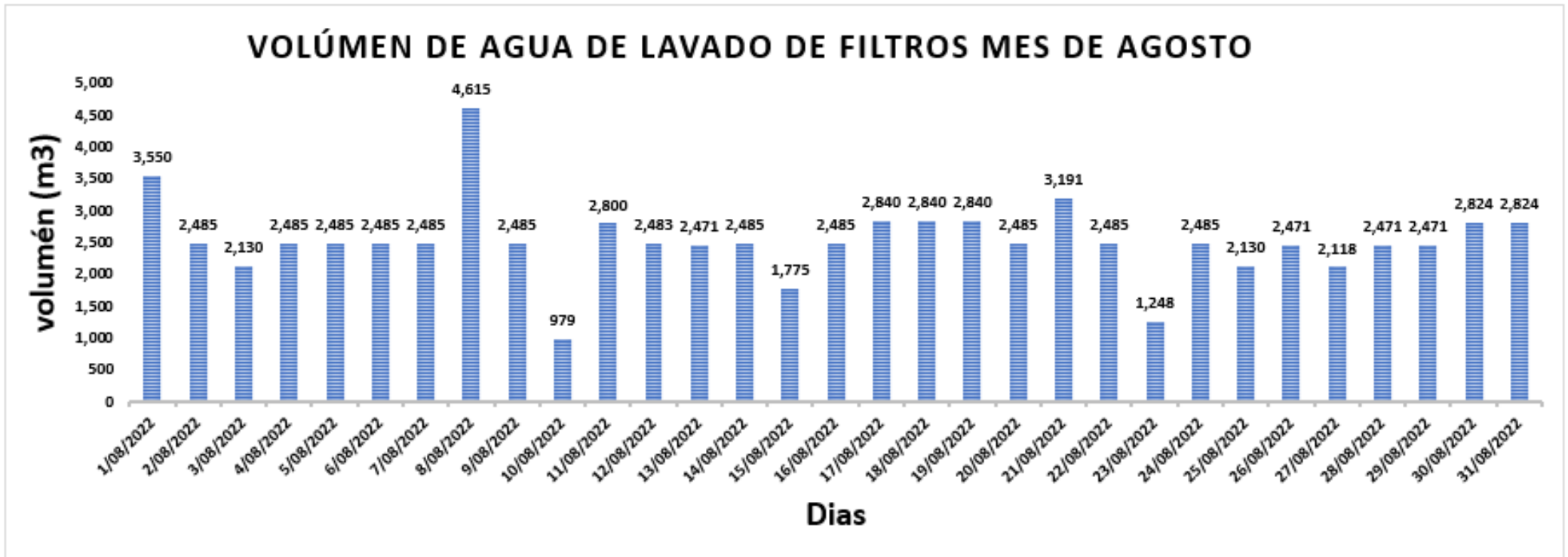
Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°07 e Ilustración N°06 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 1,779 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 1,057 m³ y volúmenes máximos de 2,834 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 55,153 m³ en el mes de julio.

Anexo N°15: Reportes de lavado de filtros del mes de agosto

FECHA	AGUA CRUDA		REPORTE DE LAVADO DE FILTROS																					TOTAL PER. TRATAMIENTO M3/DIA			
	LECTURA DE MEDIDOR	Caudal M ³ /DIA	TURNO 01							TURNO 02							TURNO 03							LAVADO			
			N° FILTROS							N° FILTROS							N° FILTROS										
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7				
	70449571																										
1/08/2022	70512424	62,853	355	355	355								355						355	355	355			355	355	355	3,550
2/08/2022	70574600	62,176				355								355	355				355	355	355					355	2,485
3/08/2022	70636911	62,311						355	355								355		355	355							2,130
4/08/2022	70699880	62,969										355	355	355					355					355	355	355	2,485
5/08/2022	70763405	63,525												355	355	355			355	355	355	355					2,485
6/08/2022	70826561	63,156							355	355	355										355	355	355				2,485
7/08/2022	70889642	63,081											355	355	355	355			355	355	355						2,485
8/08/2022	70952239	62,597				355	355	355	355										355	355		355	355	355	355		4,615
9/08/2022	71013320	61,081	355										355	355	355						355	355	355				2,485
10/08/2022	71047911	34,591		355										312							355	355	355		312		979
11/08/2022	71106252	58,341				355	355	355	355										355		335	335					2,800
12/08/2022	71166588	60,336						355	355	355									353								2,483
13/08/2022	71226094	59,506											353	353					353	353	353			353	353		2,471
14/08/2022	71284936	58,842												355	355	355	355	355		355		355					2,485
15/08/2022	71343038	58,102	355	355	355											355								355			1,775
16/08/2022	71406477	63,439					355						355				355	355	355		355	355					2,485
17/08/2022	71469283	62,806						355	355	355												355					2,840
18/08/2022	71531889	62,606	355	355	355									355	355	355									355		2,840
19/08/2022	71594355	62,466					355	355									355			355	355		355				2,840
20/08/2022	71656651	62,296											355	355					355			355	355	355	355		2,485
21/08/2022	71711749	55,098												353	353				355	355	355	355	355	355	355	355	3,191
22/08/2022	71767604	55,855																355	355	355	355	355	355	355			2,485
23/08/2022	71803905	36,301																312	312	312						312	1,248
24/08/2022	71861057	57,152					355	355	355										355			355	355				2,485
25/08/2022	71921111	60,054	355											355	355					355	355				355		2,130
26/08/2022	71981156	60,045												353	353				353	353	353		353	353			2,471
27/08/2022	72041249	60,093													353				353	353		353	353	353			2,118
28/08/2022	72101588	60,339													353	353	353			353	353	353				353	2,471
29/08/2022	72161439	59,851		353															353					353	353		2,471
30/08/2022	72220826	59,387				353								353	353						353	353	353	353	353		2,824
31/08/2022	72280263	59,437															353				353	353	353	353	353	353	2,824
TOTAL DE PERDIDA MENSUAL			13,131							25,838							39,437.00							78,406			

TIPO DE FUENTE - DERIVACIÓN	
SUPERFICIAL - CANAL NORTE	
SUPERFICIAL - RIO CHIRA	
SUPERFICIAL - MEZCLA (RIO/CANAL)	x

OBSERVACIONES:



Interpretación: Se puede observar que en la tabla N°08 e Ilustración N°07 el volumen promedio diario de agua residual proveniente de la etapa de lavado de filtros es de 2,529 m³, teniendo como volúmenes mínimos de 979 m³ y volúmenes máximos de 4,615 m³. Obteniendo mensualmente un volumen de 55,153 m³ en el mes de agosto.

Anexo N°16: Vertimiento del agua de lavado de filtros al vertedero de ambiente libre



Anexo N°17: Recojo de toma de muestras de agua de lavado de filtros

1.Recojo de Muestra de filtro



2. Recojo Análisis Microbiológicos



3. Recojo Análisis Fisicoquímicos



4. Muestras



5. Análisis de Turbidez (Agua de lavado)



6. Turbidímetro (Equipo)



Anexo N°18: Resultado de Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos



LABORATORIO PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE EL ARENAL

INFORME DE ENSAYO EL ARENAL-016-EPSGRAU.

METODO DE ENSAYO : Físicoquímico y Microbiológico
ITEM DE ENSAYO : Agua de lavado de filtros PTAP El Arenal.
LUGAR Y FECHA DE ANALISIS : El Arenal, 14 Octubre de 2022.

METODO DE ENSAYO

ITEM N°	PARAMETRO O ENSAYO	METODO DE ENSAYO	LIMITE DE DETECCION	TIEMPO MAXIMO DE CONSERVACION
1	Color	Método por Colorimetría - 8012 for Water and Wastewater	<1	48 h
2	Conductividad	Método Conductimétrico - APHA 2510-B, vol. 1, 20th Ed. 1999	<0.01	28 días
3	PH	Método Electrométrico - NTP 214.029:2012 - 2da Edición	< 0.01	15 min
4	Turbiedad	Método Nefelométrico -NTP 214.006:2010 - 3era Edición	<0.01	24 h
5	Cloro Residual Libre	Método Colorimétrico DPD - NTP 214-030:2001 - 3era Edición	<0.1	inmediatamente
6	Cloruros	Método Argentométrico.	-	28 días
7	Aluminio	Método por Colorimetría - 8012 for Water and Wastewater		
8	Cobre	Método por Colorimetría - 8143 for Water and Wastewater		
9	Dureza Total	Método Volumétrico con EDTA - NTP 214.018.1999 - 2da Edición	-	6 meses
10	Hierro	Método por Colorimetría - 8112 for Water and Wastewater	<0.1	6 meses
11	Manganeso	Método por Colorimetría - 8034 for Water and Wastewater	<0.1	6 meses
12	Nitrato	Método por Colorimetría - 8039 for Water and Wastewater	<0.1	48 h
13	Sulfatos	Método por Turbidimétrico - NTP 214.023:2000 - 2da Edición	<0.01	28 días
14	Bacterias Heterotróficas	Método de Vertido en placa Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2012 Edición 22.	< 500 UFC/ ml	6 h
15	Coliformes Totales	Método de Filtración por Membrana - NTP 214.031:2001 - 1era Edición	0 UFC/100 ml	24 h
16	Coliformes Termotolerantes	Método de Filtración por Membrana - NTP 214.032:2001 - 1era Edición	0 UFC/100 ml	24 h
17	Algas y organismos de vida libre	Método de la Cámara del Hematocitometro o Neubauer	<1 N° org/L	3d

FECHA DE EMISION: 24 de Octubre de 2022.


Bach. Ing. Brayner Cruz Burgos
Tec. Laboratorio PTAP El Arenal
EPS GRAU S.A.


Biga. Liz Karen Porteros Juárez
Jefa de Laboratorio PTAP El Arenal
CBP N° 14425
EPS GRAU S.A.

CÓDIGO DE LOCALIDAD		EL ARENAL-016-01		
CÓDIGO DE CLIENTE		EL ARENAL-OCT22		
CÓDIGO DE LABORATORIO		LAB-016		
ITEM DE ENSAYO		AGUA DE LAVADO DE FILTROS PTAP EL ARENAL		
FECHA DE MUESTREO		14/10/2022		
HORA DE MUESTREO		11:00		
PARÁMETRO O ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	AGUA DE VACIADO M1	AGUA DE LAVADO M2	AGUA DE ENJUAGUE M3
ANÁLISIS FÍSICOS - QUÍMICOS	LMP (D.S. 031-2010. S. A) PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO			
Turbiedad	5 NTU	2.80	172	12.9
Cloro libre residual	0.5 - 5 mg/L	-	-	-
Temperatura	°C	23.0	22.7	22.9
pH	6.5-8.5	7.99	7.99	7.98
Conduct.	1500 µS/cm	428	423	429
ucv Color	15 UCv/ escala Pt/Co	11	7	8
Dureza Total	500 mg/L	-	-	-
Cloruros	250 mg/L	-	-	-
Sulfatos	250 mg/L	-	-	-
Nitratos	50 mg/L	-	-	-
Hierro	0.3 mg Fe/L	-	-	-
Manganeso	0.4 mg Mn/L	-	-	-
Cobre	2 mg Cu/L	-	-	-
Aluminio	0.2 mg Al/L	-	-	-
STD	1000 mg/L	216	214	217
zinc	3.0 mg/L	-	-	-
BIOLÓGICOS				
Bacterias Heterotróficas.	500 UFC/ml	-	-	-
Col. Totales	<1.8 NMP/100ml	< 1.8	17	6.8
Col. Termotolerantes	<1.8 NMP/100ml	< 1.8	<1.8	< 1.8
E. Coli	<1.8 NMP/100ml	< 1.8	<1.8	< 1.8

* Agua No potable



Bach. Ing. Brayner Cruz Burgos
Tec. Laboratorio PTAP El Arenal
EPS GRAU S.A.



Biga. Liz Karen Porteros Juárez
Jefa de Laboratorio PTAP El Arenal
CBR N° 14429
EPS GRAU S.A.


Anexo N°19: Resultado de Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos de Agua cruda

CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS INGRESO AGUA CRUDA. AÑO 2022

PARÁMETROS	UNIDAD	ECA (DS N° 015-2015-MINAM)	SEPTIEMBRE			
			N° MUESTRAS EJECUTADAS	VALOR MÍNIMO	PROMEDIO	VALOR MÁXIMO
FÍSICOS-QUÍMICOS						
Turbiedad	NTU	100 NTU	30	4.19	7.11	10.71
pH	Unidad de Ph	5.5-9.0	30	7.78	7.96	8.13
Conductividad	µS/cm	1600 (a)	30	338	413	431
Color	uov escala Pt/Co	100	30	25	37	50
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	**	4	174	180	190
Cloruros	mg Cl/L	250	4	36	38	39
Sulfatos	mgSO ₄ /L	500	4	55	62	68
Manganeso	mg Mn/L	0.4	30	0.036	0.046	0.067
Hierro	mg Fe/L	1	4	0.02	0.04	0.06
Cobre	mg Cu/l	2	30	0.02	0.03	0.05
Aluminio	mg Al/l	5	30	0.001	0.014	0.054
Nitratos	mg NO ₃ /L	50	4	4.0	5.0	5.4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	30	199	207	214
Cianuro	mg CN/l	**	2	0.005	0.005	0.005
Cobalto	mgCo/l	-	0	-	-	-
Cromo	mg Cr/l	**	0	-	-	-
Arsenico	mg As/l	0.01	2	0.000	0.000	0.000
zinc	mg Zn/l	5	4	0.01	0.02	0.03
Niquel	mg Ni/l	**	0	-	-	-
Materia Orgánica	mg/l	**	0	-	-	-
Alcalinidad	mg/l	**	0	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥5	4	7.63	8.23	8.62
Temperatura	°C	-	30	22.6	23.5	24.4
MICROBIOLÓGICOS						
Algas y Organismos de Vida Libre	N° Org/L	<5000000	10	115,000	365,700	706,000
Coliformes Totales.	NMP/100 ml	**	5	350	930	2,200
Coliformes Termotolerantes.	NMP/100 ml	2000	5	240	458	700
E.Coli	NMP		2	79	130	180

Fuente: Laboratorio de la Planta de Tratamiento de El Arenal.

OBSERVACIONES


 Biga Liz Kalkin Ponce de León
 Jefa de Laboratorio PTAP El Arenal
 CEP. N° 14429
 EPS GRAU S.A.

Fuente: EPS GRAU S.A.

Anexo N°20: Costos de sistema de circulación



Master & AD Servicios Generales S.R.L
RUC 20608699466

HOJA N°: 1 DE 1
FECHA: 27/10/2022

PRESUPUESTO						
OBRA:	RED DE REUTILIZACION DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS	PLANO :	SE ASUMIO			
PROPIETARIO:	EPS GRAU					
UBICACIÓN:	EL ARENAL - PAITA - PIURA - PERU					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORTE
OE.1	OBRAS PRELIMINARES					
OE.1.1	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1	S/. 800.00	S/. 800.00	
OE.1.2	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	ML	70	S/. 4.50	S/. 315.00	
OE.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
OE.2.1	EXCAVACION DE ZANIA (H=1.5M)	M3	8	S/. 75.00	S/. 600.00	
OE.2.2	CAMA DE ARENA FINA PARA TUBERIA	M3	15	S/. 98.00	S/. 1,470.00	
OE.2.3	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANIA CON MATERIAL PROPIO	M3	10.4	S/. 45.00	S/. 468.00	
OE.2.4	AGUA PARA COMPACTACION	UND.	5	S/. 250.00	S/. 1,250.00	
OE.2.5	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	GLB	35	S/. 25.00	S/. 875.00	
OE.2.6	SACOS PARA ASEGURAR TUBERIA	UND.	100	S/. 3.00	S/. 300.00	
OE.3	INSTALACIONES SANITARIAS					
OE.3.1	INSTALACION DE TUBERIA FPO"	ML	70	S/. 350.00	S/. 24,500.00	
OE.3.2	BRIDAS DE 8"	UND.	6	S/. 320.00	S/. 1,920.00	
OE.3.3	INSTALACION DE ACCESORIOS	GLB	1	S/. 4,900.00	S/. 4,900.00	
OE.3.4	VALVULAS DE COMPUERTA Y CHECK	GLB	1	S/. 4,262.00	S/. 4,262.00	
OE.3.5	COMPUERTAS MANUALES	UND.	2	S/. 1,420.00	S/. 2,840.00	
OE.3.6	BOMBA SUMERGIBLE 9.5 HP	UND.	2	S/. 11,400.00	S/. 22,800.00	
OE.3.7	CINTA DE SEÑALIZACION ZANIA	GLB	240	S/. 1.50	S/. 360.00	
OE.3.8	PRUEBAS DE PRESION HIDRAULICA	DIA	7	S/. 250.00	S/. 1,750.00	
OE.3.9	ENTIBADO PARA ZONA DE PEGAS	UND.	4	S/. 450.00	S/. 1,800.00	
OE.4	GASTOS GENERALES					
OE.4.1	SERVICIOS HIGIENICOS PORTATILES	GLB	0.5	S/. 550.00	S/. 275.00	
OE.4.2	EXAMENES MEDICOS OCUPACIONALES	GLB	0.5	S/. 1,650.00	S/. 825.00	
OE.4.3	SCTR	GLB	0.5	S/. 900.00	S/. 450.00	
OE.4.4	EPPS	GLB	0.5	S/. 2,850.00	S/. 1,425.00	
OE.4.5	PDR	MES	0.5	S/. 3,000.00	S/. 1,500.00	
OE.4.6	INGENIERO SUPERVISOR	MES	0.5	S/. 3,000.00	S/. 2,500.00	
OE.4.7	SEÑALIZACION	GLB	0.5	S/. 6,740.00	S/. 3,370.00	
COSTO DIRECTO						S/. 81,555.00
UTILIDAD (10%)						S/. 8,155.50
SUBTOTAL						S/. 89,710.50

NOTA: NO INCLUYE IGV
TIEMPO DE EJECUCION: 30 DÍAS



Master & AD Servicios Generales S.R.L
RUC 20608699466

HOJA N°: 1 DE 2
FECHA: 27/10/2022

PRESUPUESTO

OBRA: SEDIMENTADOR Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO **PLANO:** SE ASUMIO
PROPIETARIO: EPS GRAU
UBICACIÓN: EL ARENAL - PAITA - PIURA - PERU

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORTE
OE.1	OBRAS PRELIMINARES					
OE.1.1	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	
OE.1.2	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	ML	70	S/. 4.50	S/. 315.00	
OE.2	OBRAS PROVISIONALES					
OE.2.1	EXCAVACIONES DE TERRENO	M3	70	S/. 65.00	S/. 4,550.00	
OE.2.2	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	M3	91	S/. 45.00	S/. 4,095.00	
OE.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
OE.3.1	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	M3	10.4	S/. 45.00	S/. 468.00	
OE.3.2	AGUA PARA COMPACTACION	UND.	10	S/. 230.00	S/. 2,300.00	
OE.3.3	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	GLB	35	S/. 23.00	S/. 805.00	
OE.4	INSTALACIONES SANITARIAS					
OE.4.1	INSTALACION DE TUBERIA F10"	ML	6	S/. 350.00	S/. 2,100.00	
OE.4.2	INSTALACION DE ACCESORIOS	GLB	1	S/. 420.00	S/. 420.00	
OE.5	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
OE.5.1	SOLADO PARA SEDIMENTADOR Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	28	S/. 60.00	S/. 1,680.00	
OE.6	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
OE.6.1	CONCRETO F' C 210 KG/CM2 PARA SEDIMENTADOR	M2	10.56	S/. 850.00	S/. 8,976.00	
OE.6.2	ENCOFRADO PARA SEDIMENTADOR	M2	85	S/. 72.00	S/. 6,120.00	
OE.6.3	ACERO PARA SEDIMENTADOR F'Y 4200 KG/CM2	KG	1038	S/. 7.80	S/. 8,096.40	
OE.6.4	CONCRETO F' C 210 KG/CM2 PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	7.2	S/. 850.00	S/. 6,120.00	
OE.6.5	ENCOFRADO PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	M2	65	S/. 72.00	S/. 4,680.00	
OE.6.6	ACERO PARA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO F'Y 4200 KG/CM2	KG	715	S/. 7.80	S/. 5,577.00	
OE.7	GASTOS GENERALES					
OE.7.1	SERVICIOS HIGIENICOS PORTATILES	GLB	1	S/. 550.00	S/. 550.00	
OE.7.2	EXAMENES MEDICOS OCUPACIONALES	GLB	1	S/. 1,650.00	S/. 1,650.00	
OE.7.3	SCTR	GLB	1	S/. 900.00	S/. 900.00	
OE.7.4	EPPS	GLB	1	S/. 2,850.00	S/. 2,850.00	
OE.7.5	PDR	MES	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	
OE.7.6	INGENIERO SUPERVISOR	MES	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	
OE.7.7	SEÑALIZACION	GLB	1	S/. 6,740.00	S/. 6,740.00	
COSTO DIRECTO						S/. 78,462.40
UTILIDAD (10%)						S/. 7,846.24
SUBTOTAL						S/. 86,308.64

NOTA: NO INCLUYE IGV
TIEMPO DE EJECUCION: 30 DÍAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RIVERA CALLE OMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Propuesta de reducción de pérdida de masa en el proceso de potabilización a través de la reutilización del agua en la etapa de lavado de filtros en una PTAP, 2022", cuyo autor es ZEVALLOS BENITES ROSA DEL PILAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 21 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RIVERA CALLE OMAR DNI: 02884211 ORCID: 0000-0002-1199-7526	Firmado electrónicamente por: ORIVERAC el 23-11- 2022 18:13:28

Código documento Trilce: TRI - 0448865