



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería
utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Chacón Aranda, María Fernanda (ORCID: 0000-0002-8644-6198)
Pozo Zavala, Alex Fernando (ORCID: 0000-0002-1835-1103)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A los futuros investigadores.

Fernanda - Fernando

Agradecimiento

Al todo poderoso por brindarnos salud, paciencia y perseverancia para cumplir este pequeño objetivo.

A todas las personas que nos apoyaron de manera incondicional, de corazón y sin pedir nada a cambio.

Índice de contenidos

Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS	24
4.1. Caracterización del agua de lavandería inicial	24
4.2. Caracterización de la zeolita	26
4.3. Evaluación post tratamiento.....	28
4.4. Porcentaje de reducción de fosfatos	33
4.5. Prueba de estadística de normalidad, descriptiva y correlacional de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos del agua tratada.....	34

V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1.Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	12
Tabla 2. Validadores y porcentaje de validación de los instrumentos	13
Tabla 3.Criterios de muestreo	17
Tabla 4.Implementos del muestreo	17
Tabla 5.Características principales de la zeolita	20
Tabla 6.Dimensiones del sistema de filtración	22
Tabla 7.Parámetros fisicoquímicos iniciales.....	24
Tabla 8.Parámetros físicos iniciales	24
Tabla 9.Parámetros biológicos iniciales	25
Tabla 10.Concentración inicial de fosfatos	26
Tabla 11.Capacidad de absorción.....	26
Tabla 12. Análisis de malla de la zeolita	27
Tabla 13.Parámetros fisicoquímicos	28
Tabla 14.Prueba estadística de normalidad de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos	34
Tabla 15.Prueba de estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos	35
Tabla 16.Prueba estadística correlacional de los parámetros fisicoquímicos y biológicos	36

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería ...	15
Figura 2. Ubicación de la empresa.....	16
Figura 3. Sistema de filtración	21
Figura 4. Sólidos totales	28
Figura 5. Sólidos disueltos	29
Figura 6. Sólidos suspendidos totales	30
Figura 7. Oxígeno disuelto	30
Figura 8. Demanda química del oxígeno.....	31
Figura 9. Demanda biológica del oxígeno	31
Figura 10. Concentración de fosfatos.....	32
Figura 11. Porcentaje de reducción de fosfatos	33

RESUMEN

La contaminación de agua con fosfatos provocada por el vertimiento de aguas de lavandería ocasiona pérdida de capacidades de autodepuración en los cuerpos de agua, daños en las especies acuáticas y eutrofización que con lleva a la muerte de las especies y daños irreparables al ecosistema. Siendo así, esta investigación estudió la remoción de fosfatos utilizando filtros de zeolita en aguas de lavandería. Para la remoción de fosfatos se implementó un sistema de filtración de tres fases que estuvo compuesto por filtros de zeolita, y también se determinaron los parámetros fisicoquímicos (pH, CE, turbidez), físicos (ST, SST, SD) y biológicos (OD, DQO, DBO5) para evaluar la calidad del agua en cada fase de tratamiento. También se realizaron análisis de espectrofotometría UV-Vis para determinar la concentración de fosfatos. Los resultados mostraron una mayor reducción de fosfatos (82%) en la fase 3 que corresponde a 6 h de tratamiento continuo, como también hubo mejora en el oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO5) con 3.24 mgO₂/L, 129.01 mgO₂/L y 36.00 mg O₂/L, respectivamente. Así mismo, el pH y la conductividad eléctrica con 7.4 pH y 87.2 NTU, respectivamente. Finalmente, el estudio mostró que el uso del filtro de zeolita para mover fosfatos es favorable y podría considerarse como una alternativa adecuada debido a que hubo una mejora en los parámetros de control del agua de acuerdo con el cumplimiento de los valores máximos admisibles (VMA) presentados por el DS. 10-2019-VIVIENDA.

Palabras clave: fosfatos, filtro de zeolita, aguas de lavandería, remoción.

ABSTRACT

The contamination of water with phosphates caused by the dumping of laundry water causes loss of self-purification capacities in water bodies, damage to aquatic species and eutrophication that leads to the death of species and irreparable damage to the ecosystem. Thus, this research studied the removal of phosphates using zeolite filters in laundry water. For the removal of phosphates, a three-phase filtration system was implemented that was composed of zeolite filters, and the physicochemical (pH, EC, turbidity), physical (ST, SST, SD) and biological (DO, COD, BOD5) parameters were also determined to evaluate the water quality in each treatment phase. Also, UV-Vis spectrophotometry analyzes were performed to determine the phosphate concentration. The results showed a greater reduction of phosphates (82%) in phase 3 that corresponds to 6 h of continuous treatment, as well as there was improvement in dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), biological demand of oxygen (BOD5) with 3.24 mgO₂ / L, 129.01 mgO₂ / L and 36.00 mg O₂ / L, respectively. Likewise, the pH and electrical conductivity with 7.4 pH and 87.2 NTU, respectively. Finally, the study showed that the use of the zeolite filter to move phosphates is favorable and could be considered as an adequate alternative due to the fact that there was an improvement in the water control parameters according to the compliance with the VMA presented by the DS. 10-2019-HOUSING.

Keywords: phosphates, zeolite filter, laundry water, removal.

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano es el principal causante de la contaminación y daños al medio ambiente, interviene y afecta en muchos de los procesos naturales por medio de sus acciones. La consecuencia de esa contaminación es la pérdida de especies y desequilibrio en el ecosistema. Entre el año 1600 y el 1975, ha sido entre cinco y cincuenta veces más elevada la extinción de especies que la habida a lo largo de la mayoría de los siglos de nuestro pasado evolutivo, todo esto a causa de un supuesto desarrollo y expansión de la especie humana (REFOYO et al., 2013).

La contaminación en el agua es uno de los daños más comunes causados por los procesos antrópicos. Según Girbau (2002), la presencia de algunos componentes peligrosos para el medio ambiente y para los organismos son a consecuencia del desarrollo industrial, los cuales son difíciles de eliminar. La contaminación por bionutrientes se refieren a compuestos nitrogenados y fosforados que derivan de compuestos de fosfato en las aguas residuales o se vierten sin algún tratamiento a las aguas superficiales, puede ser también por el uso de fertilizantes que terminan en el suelo, llegan al agua o son trasladados por el viento, excreciones humanas y animales o detergentes y productos de limpieza (LEDESMA et al. 2013).

Según Li et al. (2020), los fosfatos son un componente de estas industrias y efluentes culturales, son esenciales para el crecimiento de organismos en el ecosistema; sin embargo, un exceso de este componente puede provocar efectos contraproducentes para el medio ambiente. Algunos de los procesos que conllevan a la contaminación del agua con fosfatos es el uso de detergentes. Los detergentes son un producto de limpieza, compuesto básicamente por tensioactivos, que actúan cambiando la tensión superficial y reduciendo la adhesión de partículas a la superficie (JANET GIL et al., 2012).

Debido a la falta de un adecuado tratamiento, el agua combinada con el detergente se vierte al mar o al río, dando como resultado aguas residuales con una alta concentración de fosfatos, el aumento de este compuesto en el agua acelera el incremento de la cantidad de la población vegetal, lo que conlleva a un

proceso de eutrofización. El fosfato vertido, junto con los nutrientes ya presentes en el cuerpo de agua, pueden causar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que pueden cubrir la superficie del cuerpo de agua y como consecuencia impiden el libre intercambio de oxígeno y dióxido de carbono; cuando estas plantas mueren, consumirán el oxígeno existente, se descomponen y producen subproductos como metano, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y otros compuestos que traen olores desagradables a los cuerpos de agua (GARCÍA & PEZO, 2011).

De acuerdo con Malagriño & Almeida (1989), los agentes limpiadores promueven el crecimiento de hongos patógenos y protozoos, también eliminan la capa mucosa que cubre a los peces y potencian los efectos nocivos de otros contaminantes. Los detergentes tienen una alta capacidad contaminante, su presencia reducen en gran medida la capacidad auto depuradora del cuerpo de agua al obstaculizar la actividad bacteriana (ECHARRI, 1998).

La OMS declaró que el 80% de las enfermedades en el mundo se atribuyen a problemas del agua debido a que este recurso es consumido diariamente, extremadamente necesario y esencial para sostener la vida, pero provoca enfermedades y muerte por su baja calidad. Los detergentes domésticos son uno de los contaminantes orgánicos más importantes a nivel mundial, se vierten principalmente a través de las aguas residuales sanitarias de la industria y los hogares, provocan una serie de problemas ambientales en las aguas superficiales, como la espuma, el cambio de la tensión superficial del agua y la reducción del oxígeno disuelto (ÁLVAREZ et al., 1999).

En los países de Latinoamérica, los casos de contaminación han alcanzado un nivel de alerta muy alto. Un caso en específico es la contaminación del río Pluvi hasta el río Granobles en Ecuador, donde son arrojados residuos domésticos e industriales sin previo tratamiento y encontrándose contaminantes como fertilizantes, detergentes, pesticidas y residuos biológicos en desechos humanos y animales (NEIRA Y GUILLÉN, 2003).

En el Perú existen diversas normas que regulan la calidad de agua, los desagües de un usuario no doméstico potencial, la demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos (SS), sin mayor problema; pero otros

contaminantes como los fosfatos, metales pesados, la temperatura, entre otros, suelen formar parte de un programa de tratamiento de desagües no domésticos. Sin embargo, los programas de tratamiento previo son deficientes y no logran la descontaminación adecuada para que las plantas de tratamiento hagan bien la descontaminación, disposición final y rehúso (INACAL, 2015).

Tomando como base la problemática planteada, se formuló como **problema general**: ¿de qué manera influye los filtros de zeolita en la remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería?, y como **problemas específicos**: ¿cuáles son las características iniciales del agua residual lavandería?, ¿cuáles son las granulometrías adecuadas para la remoción de fosfatos en el agua residual de lavandería?, ¿cuáles son los parámetros fisicoquímicos y biológicos que se evalúan en el agua residual de lavandería al tratarlas con filtros de zeolita? y ¿cuál es el porcentaje de remoción de fosfatos en el agua residual de lavandería?

La **justificación de la investigación** toma en cuenta el aspecto ambiental, económico y social. En cuanto al **aspecto ambiental**, la flora, fauna y la sociedad presentarán una mejora en sus condiciones puesto que, estos procesos facultarán el desarrollo de especies en el agua y su tratamiento permitirá un reusó para riego de parques y jardines, sin contener malos olores. En el **aspecto económico**, los filtros de zeolita poseen diversas ventajas en comparación con los sistemas de tratamiento convencionales, como son el bajo costo de inversión, operación y mantenimiento. Además, la zeolita clinoptilolita es un mineral abundante en la naturaleza y de fácil acceso para la fabricación de filtros. Por último, en el **aspecto social**, el beneficio del uso de los filtros de zeolita en tratamiento de aguas residuales presentara una mejora en la calidad de vida de los pobladores con viviendas aledañas a la zona de estudio ya que, no se generaría malos olores en la red de alcantarillado.

La presente investigación plantea como **objetivo general**: determinar la remoción de fosfatos del agua residual de una lavandería con el filtro de zeolita; como **objetivos específicos**: determinar los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual de una lavandería antes del tratamiento con los filtros de zeolita; evaluar las granulometrías de zeolitas adecuadas para la remoción de fosfatos del

agua residual de una lavandería; determinar los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual de una lavandería después del tratamiento con los filtros de zeolita; determinar la reducción de los fosfatos del agua residual de lavandería después del tratamiento.

Así mismo, se planteó como **hipótesis general**: la remoción de fosfatos está determinada por el filtro de zeolita para mejorar su calidad y poder verter en el alcantarillado, y como **hipótesis específicas**: La caracterización inicial del agua residual con fosfatos influye en el proceso del tratamiento con la zeolita; el tamaño de los granos que tenga el filtro con zeolita influye en la reducción de fosfatos del agua residual de lavandería; la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del tratamiento influye en el tratamiento del agua contaminada con fosfatos; la remoción de fosfatos en el agua contaminada con fosfatos es mayor al 60 % utilizando los filtros de zeolita.

II. MARCO TEÓRICO

La remoción de sustancias en cuerpos de agua es posible gracias al empleo de tratamientos físicos y químicos. **El tratamiento físico** consiste en la utilización de filtros, rejillas (finas y gruesas), desarenadores y tamices, etc.; **los tratamientos químicos** utilizan técnicas de coagulación-floculación o emplean soluciones de sulfato de aluminio, hipoclorito de calcio o hidróxido de calcio (SINIA, 2009).

SEDOLFO et al. (2014) utilizaron un reactor de carga secuencial para estabilizar la concentración del oxígeno disuelto, pH y potencial de óxido de reducción. El tratamiento constó de 4 etapas y dos secuencias de operación, observándose un aumento en la concentración de OD y una disminución de la concentración de nitrógeno.

CRISTEA (2016) diseñó un filtro de agua que es capaz de quitar impurezas en los tanques de reserva de agua potable, para esto comparó algunos de los sistemas más utilizados como son: filtros de área común, filtros de carbón activado y un filtro de zeolita, logrando que el agua tratada cumpliera con 20 de los 23 parámetros necesarios para tener las condiciones adecuadas para consumo humano.

El fósforo es un elemento imprescindible para la vida. El fósforo en la forma de fosfato (PO_4^{3-}) es utilizado en el sector agropecuario (fertilizante) e industrial (detergentes). Sin embargo, en aguas de consumo no es recomendable su presencia en elevadas cantidades puesto que, favorecen al crecimiento de algas (CERON et al., 2012).

GUERRA et al. (2017) evaluaron la eficacia de remoción de fosfato utilizando un filtro percolador en aguas residuales. Los resultados mostraron disminución de la concentración de fosfatos en un 24.9%; así mismo, RENMAN et al. (2010) evaluaron la capacidad de adsorción de fosfato en filtros de polonita en aguas residuales sintéticas y domésticas. Realizaron 3 experimentos bajo diferentes condiciones hidrológicas, utilizaron de 1-2 kg de polonita por m^3 . Los resultados indican que la concentración de fosfatos fue reducida en un 97% y 89% respectivamente.

WANG et al. (2016) estudiaron la capacidad de adsorción de fosfato con diatomita cruda y diatomita modificada con óxido de hierro hidrous (HIOMD). La diatomita cruda aumentó su capacidad de adsorción en 0.6 mg P/g y la HIOMD en 4.89 mg P/g. Los resultados indicaron que la HIOMD posee mayor capacidad de adsorción de fosfato cuando disminuye el pH y aumenta la resistencia iónica; del mismo modo, JOHIR et al. (2015) investigaron la remoción de fosfatos empleando un sistema híbrido de adsorción de filtración por membrana (MFAH) en aguas residuales. El sistema MFAH trabajó bajo diferentes rangos de tiempo y de concentraciones de fosfato al adicionarse hidróxido de Zr. La concentración de fosfatos en aguas residuales redujo hasta en un 80% después de 5h de operación.

WAN et al. (2020) desarrollaron una tecnología que utiliza compuestos de Fe^0/Fe_3O_4 facilitados por Fe^{2+} para la eliminación de fosfato de baja concentración. El Fe^0/Fe_3O_4-2 demostró tener el mejor rendimiento en la eliminación de fosfato y en la corrosión del hierro en un 40%.

XU et al. (2019) investigaron la viabilidad del uso de hierro sintetizado verde (nanopartículas de óxido sobre zeolita con extractos de hojas de eucalipto) para la eliminación del fosfato en lagos, utilizando la adsorción química electrostática. Los resultados mostraron que el material sintetizado elimina el 99,8% de fosfatos.

KARTHIKEYAN et al. (2020) aplicaron el carbón activado de bráctea de plátano para recuperar iones de fosfato y nitrato en agua sintetizada. Se evaluó la dosis de adsorbente, tiempo de agitación, resultando en que la densidad máxima de adsorción de iones fosfato y nitrato fue de 91,78 y 75,81 mg/g, respectivamente.

La **zeolita** es un mineral cristalino distinguido por un marco de tetraedros unidos (SiO_4 y AlO_4), conformado por cavidades abiertas en forma de canales. Los canales son ampliamente grandes para permitir el paso de un huésped invitado. Entre los tipos de zeolitas tenemos: brewsterita, chabazita, **clinoptilolita**, dachiardita, erionita, fauiasita, ferrierita, gmelinita, heulandita, levina, paulingita, filipsita, estilbia (COOMBS, 2001).

BAO et al. (2016) evaluaron las propiedades y el rendimiento de un filtro compuesto de zeolita (ZCF) mediante análisis de porosimetría y SEM. Los

resultados indicaron que ZCF es adecuado para su uso como filtro, para la eliminación simultánea de nitrógeno y fósforo en un filtro biológico aireado. Por otro lado, HOSSEINI et al. (2019) examinaron una zeolita Y surfactante modificada (SMZY) para la eliminación de contaminantes orgánicos. El contenido de carbono orgánico total (TOC) de las aguas residuales se redujo hasta un 89%. Los resultados indicaron que el proceso de adsorción depende de las interacciones hidrofóbicas y electrostáticas.

HE et al. (2017) estudiaron la capacidad de absorción de fosfatos utilizando óxido de lantano y zeolita porosa (La-Z). Para la activación de la zeolita se utilizó cloruro de lantano (LaCl_3) y agua desionizada. Los resultados demostraron que La-Z tiene una mayor afinidad de absorción selectiva hacia el fosfato, logrando hasta un 95% de remoción.

MINH et al. (2020) estudiaron la eficiencia de remoción compuestos fenólicos en aguas residuales utilizando la zeolita Fe-nano (Fe-NZ). Los resultados indicaron que el Fe-NZ tuvo una eficiencia de 82.5%, demostrando de esta manera que el costo para el tratamiento de adsorción de compuestos fenólicos en aguas residuales fue mucho menor y más efectivo usando Fe-NZ que usando carbón activado.

SKLENIČKOVÁ et al. (2020) probaron diferentes materiales de zeolita para determinar su eficacia en la separación de cationes de amonio del agua. El resultado efectivo de la zeolita se observó en el aumento de la calidad del agua y en la reducción del consumo (70% en acuarios y 40% en condiciones de cría de peces).

YANG et al., (2014) utilizaron la zeolita modificada con circonio (ZrMZ), para el desarrollo lotizaron la zona de estudio para comparar los niveles de absorción de fosfatos en los sedimentos con diferentes dosis del absorbente. Los resultados indicaron que la adición de ZrMZ al sedimento del lago puede reducir el potencial de liberación de fosfato-P del sedimento, así como también puede aumentar la capacidad de adsorción de fosfato del sedimento que era aproximadamente el 6% y unido al ZrMZ fue aproximadamente el 94%.

YU et al., (2019) realizaron una comparación de la eficacia del filtrado entre el carbón activado y la zeolita. Las pruebas se realizaron a escala en un laboratorio: Primero se estudió la eficacia por separado y luego se hizo un filtro híbrido. Los resultados indicaron que una combinación de carbón activado y zeolita (150 g cada uno) era capaz de mantener una calidad de agua adecuada (1 mg/L de amoníaco, 0 mg/L de nitrito) para los peces.

Las **aguas residuales (AR)** son aguas que han sido usadas y recolectadas, poseen material disuelto o de suspensión de tipo orgánico o inorgánico. Las **AR domésticas** son aquellas que provienen de viviendas (baños, cocina, lavado) o instituciones educativas, etc. Las **industriales**, provienen de procesos que realiza el hombre a nivel de las empresas, cada proceso industrial genera un tipo de agua residual en particular (ganadería, lavandería, textil) (OEFA, 2014).

El **oxígeno disuelto (OD)** es un parámetro indispensable para el crecimiento y reproducción de microorganismos presentes en un cuerpo de agua. Además, es un indicativo del grado de polución ya que, a mayor concentración de OD existe un menor índice de contaminación y a medida que el OD va disminuyendo, hay una mayor demanda de oxígeno, por lo tanto, encontramos mayor contaminación. Para que un cuerpo de agua se encuentre en una condición buena, la concentración de OD deberá estar rangos de 5 – 12 mg O₂ /L (MUÑOZ, 2015).

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que se emplea para medir la concentración de materia orgánica y el oxígeno que necesita para degradarse. (MUÑOZ-NAVA et al., 2012)

YUA et al. (2019) investigaron el rendimiento de filtrado del carbón activado y zeolita en función del tiempo. Los resultados indicaron que el filtro híbrido redujo el nivel de amoníaco de 4 mg/L a 1 mg/L en 2.5 días. Por lo tanto, si hay más filtros híbridos en el sistema, mejor es la tasa de conversión de amoníaco a nitrato, así mismo, GHASSEMISAHEBIA et al. (2020) estudiaron los efectos de la zeolita y la piedra pómez para reducir la contaminación de la escorrentía urbana e industrial. La piedra pómez tenía un mejor rendimiento físico, pero la zeolita al 40% mejoró la capacidad del PC para reducir la DQO, Cu, Cd y Pb en un 38.6, 99, 99 y 99%, respectivamente.

La **demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)** es un parámetro que se utiliza para determinar el grado de contaminación en un cuerpo de agua, se utiliza como prueba de biodegradabilidad de una muestra al combinar la DBO5/ DBO, donde: si el valor resultante es cercano a 1 – 0.6 mgO₂/L, son aguas biodegradables, pero, cuando se aproxima a 0.1 – 0.4 significa que el cuerpo de agua no es biodegradable y posee poca materia orgánica (MUÑOZ et al., 2012).

La **turbidez** es un parámetro que hace referencia a todo material en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través de ella. Esta puede ser causada por partículas coloidales gruesas o en suspensión provenientes de compuestos orgánicos o inorgánicos. Su unidad de medida está representada por NTU (TRUJILLO et al., 2014).

El **potencial de hidrogeno (pH)** expresa el grado de acidez o alcalinidad que posee una muestra de agua. A partir del pH podemos saber si un cuerpo de agua se encuentra en condiciones ácidas, alcalinas y neutras (TRUJILLO et al., 2014).

Li et al., (2020) investigaron la absorción de fosfatos (Carbono Orgánico Disuelto) utilizando zeolita modificada con lantano, cargando los gramos de zeolita con hidróxido de lantano. Para obtener la comparación se utiliza muestras de zeolita que no estaba modificada, en los resultados se arrojaron que adsorción de fosfato y DOC aumentó con la disminución del pH, por lo que mejoro la absorción de fosfatos logrando una capacidad máxima de sorción de fosfato de 250 mgP-PO₄.

El **potencial redox** es un parámetro qué mide la relación entre sustancias, el signo en la ecuación indica si hay una condición de oxidación (+) o reducción (-). Si el valor positivo es muy alto, nos indica que el proceso es aerobio, pero si el valor es bajo, significa que predominan los procesos anóxicos (NAVARRO et al., 2013)

La **temperatura** está ligada a los factores ambientales, es necesario conocer los valores de temperatura en los cuales el suministro es adecuado (ORTIZ et al., 2019).

CHEN et al. (2019) investigaron la influencia de la temperatura operativa en la estabilidad de la acumulación de nitrito en cuatro reactores paralelos de lecho fijo

biológico de zeolita (ZBFB) para aguas residuales de amonio de baja resistencia. Se encontró que la temperatura operativa más alta (36°C), pudo mantener una acumulación estable de nitrito con una tasa de producción de 0.312 kg NO⁻² día.

La **conductividad eléctrica** es la medida de la capacidad de una sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él, permite conocer la cantidad de sales disueltas en una solución y se determina midiendo la resistencia entre dos electrodos (NAVARRO et al., 2013).

La **espectrofotometría UV-V** es una técnica analítica que mide la absorción de la radiación electromagnética de un analito en el rango del ultravioleta y el espectro visible. Sirve para analizar cualitativa y cuantitativamente un analito, con el fin de conocer la concentración del analito en una muestra (CAMELINO et al., 2018).

KUMARARAJA et al. (2019) investigaron la bentonita con pilares de polihidroxido aluminio para la eliminación de fosfatos en descargas de acuicultura. Aplicaron el método discontinuo y el espectrofotómetro UV/Vis. La capacidad de adsorción de la bentonita fue de 57.7% de fosfatos.

Los sólidos totales (ST) son todos los materiales particulados que hay en el agua (sal, aminoácido, microorganismo, arcilla). Además, es un parámetro que mide las sustancias que hay presentes en el agua. Se puede medir por evaporación (103 - 110 °C) y pesado. Este parámetro se puede determinar con la sumatoria de los SD y los SST; **los sólidos disueltos** (SD) son todos los sólidos que están en solución de forma disuelta (sales inorgánicas) y que pueden ser medidos. Son relativamente fáciles de separar. Para determinar los SST, la muestra pasa por un filtrado y posteriormente se realiza un pesaje del material retenido del filtro; **los sólidos suspendidos totales** (SST) son todos los sólidos que no son solubles, crean turbiedad (arcilla) y no están en forma de solución (TORRES-AVALOS et al., 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación tuvo un **enfoque cuantitativo** y fue de **tipo aplicada**, puesto que se realizó una recolección de datos y se utilizó la estadística para precisar los patrones de comportamiento del problema, y así poder comprobarlo con las hipótesis planteadas (HERNÁNDEZ, 2014). Además, según Chávez (2015) este tipo de investigación tiene como objetivo emplear acciones correctivas en corto plazo ante un problema aplicando los conocimientos teóricos en la práctica.

La investigación tuvo un **diseño experimentalmente puro**. Fallis (2013) menciona que el objetivo de este diseño es demostrar que el cambio de la variable dependiente es causado por la variable independiente. En otras palabras, su objetivo es establecer una causalidad precisa, del mismo modo, Graziani et al. (2012) señalaron que el diseño experimentalmente puro es un diseño que manipula una o más variables independientes, para observar sus cambios en relación con las variables dependientes, en las variables de la situación de control.

La investigación fue de **nivel explicativo**, puesto que se buscó la causalidad en las variables de estudio, en ese sentido, la investigación explicativa puede resolver la determinación de la causa (investigación ex post) y la determinación del resultado (investigación experimental) a través de la prueba de hipótesis, que, en sus resultados y conclusiones, nos indica el nivel más profundo de conocimiento. Dado que los fenómenos observados se describirán juntos y se explicará el comportamiento de las variables, el estudio está en el nivel explicativo (FALLIS, 2013).

3.2. Variables y operacionalización

La investigación trabajó con variables dependiente e independiente. Como variable independiente se tuvo al filtro de zeolita, y como variable dependiente se examinó la remoción de fosfatos en aguas residuales de

lavandería. En el Anexo 3 se mostrará la matriz de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La **población** del estudio estuvo constituida por el agua residual de una lavandería, la cual está ubicada en el distrito de San Martín de Porres. Como **muestra** se recolectó un total de 130 L de agua residual de lavandería, generada en el proceso de lavado.

El **muestreo** fue de carácter probabilístico, ya que las muestras se obtuvieron de forma aleatoria simple, teniendo en cuenta los criterios de selección indicados en el protocolo de muestreo de efluentes del MINSA. La **unidad de análisis** fue 2L de agua residual de lavandería.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación usó como **técnica** la observación, esta permitió manejar la información de modo selectivo y registrar de forma sistemática los comportamientos observables (HERNÁNDEZ, 2014).

En la Tabla 1 se observa la técnica e instrumentos de recolección de datos que se trabajó en esta investigación.

Tabla 1. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumentos de recolección de datos (Anexo 4)	
Observación	Ficha 1. Ubicación y recolección de la muestra	Esta ficha sirvió para obtener información sobre el origen de las muestras y la cantidad de muestras tomadas.
	Ficha 2. Caracterización inicial del agua y de la zeolita	Esta ficha sirvió para conocer la concentración inicial de fosfatos presentes en la muestra del agua residual de lavandería y en la zeolita.

	Ficha 3. Diseño de la investigación (Características del filtro de zeolita)	En esta ficha se describieron las dimensiones, la capacidad del filtro y el volumen de la zeolita que se empleó por filtro.
	Ficha 4. Parámetros medidos durante el tratamiento	Esta ficha sirvió para detallar el estado de la muestra (Parámetros físicos, químicos) y la concentración de fosfatos durante el proceso de tratamiento.
	Ficha 5. Caracterización final del agua tratada	Esta ficha se utilizó para conocer la concentración final de fosfatos y

Para la **validación** de los instrumentos es necesaria la aprobación de 03 expertos en el tema. La validación de los instrumentos será a juicio del especialista, con una calificación de acuerdo con sus conocimientos y experiencia en el contenido del trabajo de investigación.

En la Tabla 2 se observan los datos de los validadores y el porcentaje de validación obtenida.

Tabla 2. Validadores y porcentaje de validación de los instrumentos

Validadores	Especialidad	CIP	Porcentaje de validación (%) *
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Tecnología mineral y ambiental	130267	90%
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Hidrología y medio ambiente	89972	90%
Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Ingeniero químico y ambiental	25450	90%
Promedio de Valoración			90%

***Porcentaje de validación obtenida para todas las fichas.**

La **confiabilidad** de las pruebas realizadas y los análisis que se llevaron a cabo fueron supervisados por personal de la Universidad Nacional de

Ingeniería. Así mismo, los datos recogidos fueron procesados a través del programa estadístico SPSS, lo que permitió confirmar la confiabilidad de nuestro instrumento y la aceptación de la hipótesis de investigación.

3.5. Procedimientos

En la Figura 1 se detallan las etapas de los procedimientos que se siguieron en la investigación.

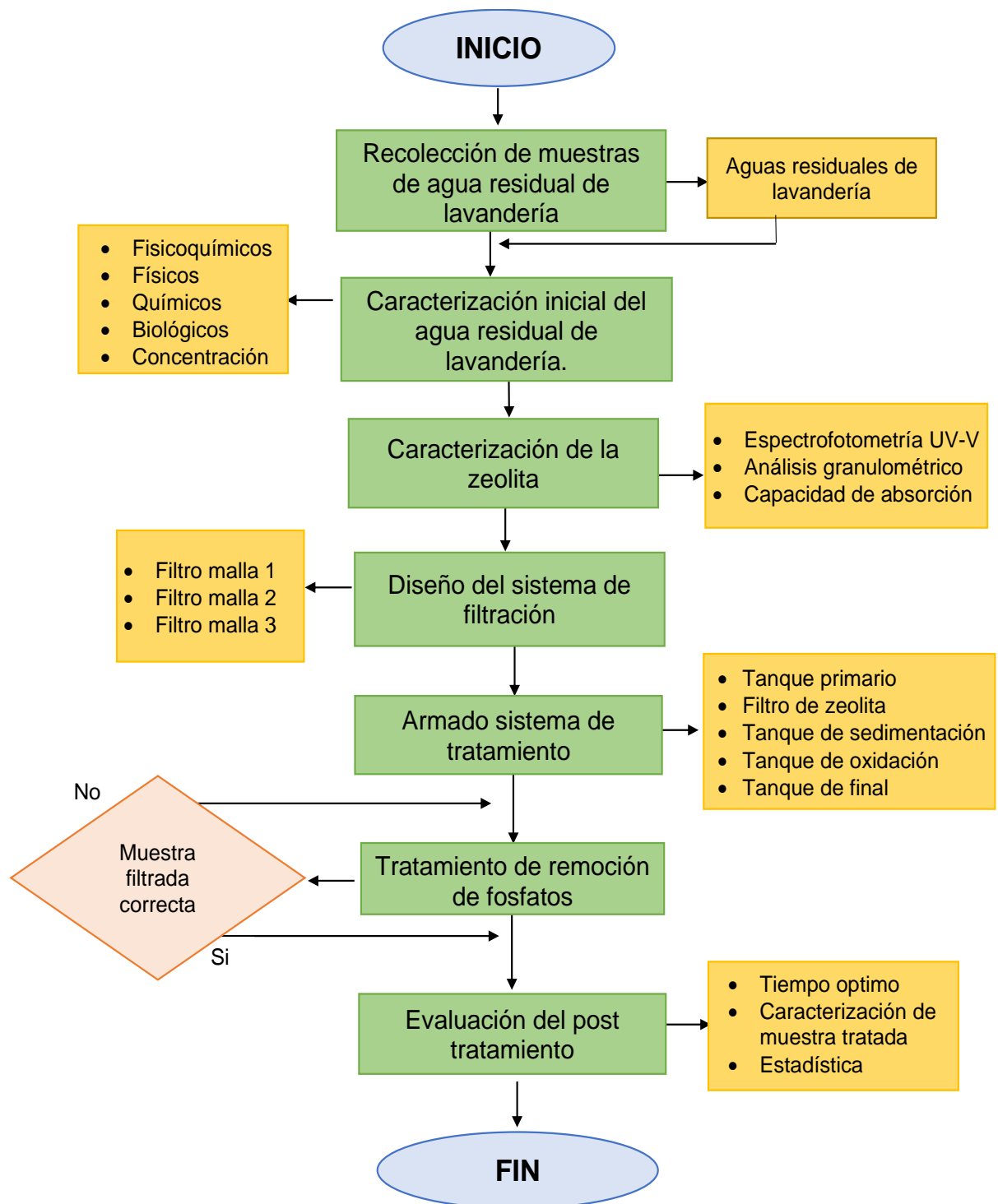


Figura 1. Proceso de remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería

A continuación, se presentan las etapas de la investigación que se llevó cabo para el muestreo del agua de lavandería, la caracterización de la muestra inicial, caracterización de la zeolita, el armado del sistema de filtrado, el tratamiento de las aguas de lavandería y el análisis del tratamiento.

Etapas de la investigación:

Eta 1: Recolección de muestras de agua residual de lavandería.

La recolección de las muestras se realizó en una lavandería (Anexo 6), ubicada en Av. Alnte. Miguel Grau 510 en el distrito de San Martín de Porres 15102. Como muestra se recolectó un total de 130 L de agua de lavandería. Al no existir una normativa para el muestreo de lavandería, tomamos en cuenta los criterios de muestreo y los equipos de protección personal indicados en el protocolo de muestreo de efluentes del MINSA.

En la Figura 2 se observa la ubicación de la empresa y el punto de muestreo.

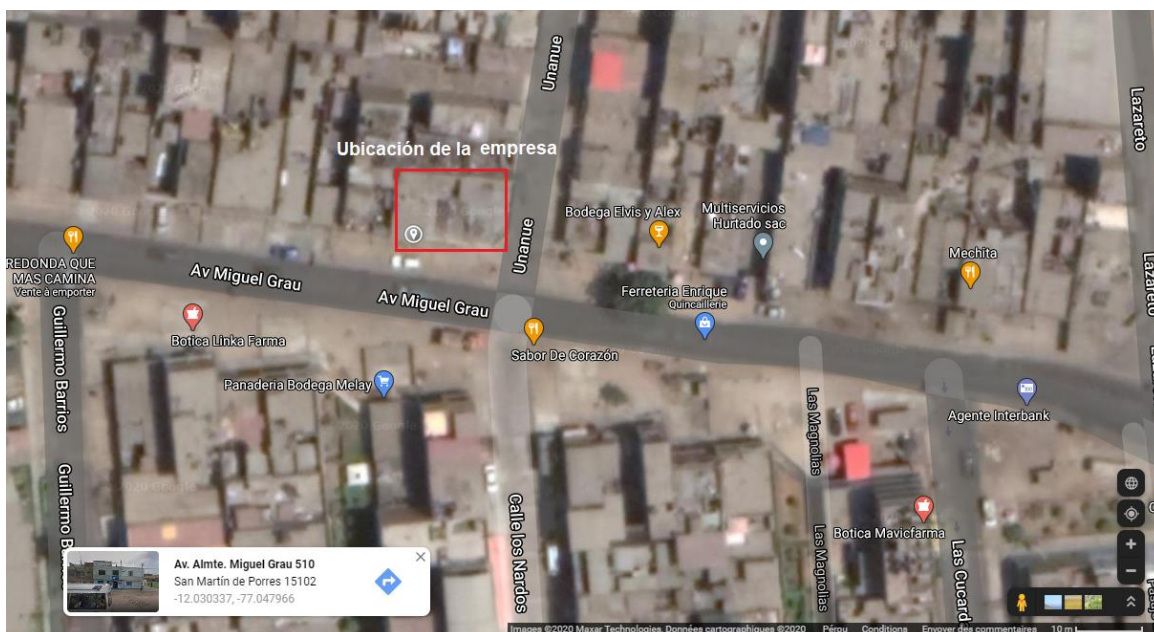


Figura 2. Ubicación de la empresa

Fuente: Google Maps

En la Tabla 3 se observa los criterios que debe cumplir la ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla 3. Criterios de muestreo

Criterios	Descripción
Identificación	Las muestras deben ser correctamente identificadas para poder ser reconocida claramente.
Accesibilidad	El punto de muestreo debe permitir un rápido acceso, sin tener ningún riesgo para el monitor.
Representatividad	Debe ser muestra característica de la población total.
Seguridad	Se debe contar con la total seguridad de que el personal de muestro no tendrá ningún incidente o percance.

En la Tabla 4 se observa los equipos de protección personal y materiales utilizados en el muestreo.

Tabla 4. Implementos del muestreo

Equipos de protección personal	Materiales
Casco de seguridad 3M blanco (Polietileno)	Galoneras de 20L (Polipropileno)
Mascarilla facial	Galoneras de 35L (Polipropileno)
Botas sanitarias (PVC)	Rotuladores
Traje de protección azul	-

Etap 2: Caracterización inicial del agua residual de lavandería.

La caracterización fue realizada en el laboratorio de la facultad de Ingeniería geológica, minera y metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Donde, se analizaron los siguientes parámetros: Físicoquímicos (T°, pH, potencial redox, CE y turbidez), físicos (ST, SD, STS),

biológicos (OD, DQO, DBO₅) y la concentración de fosfatos inicial (Espectrofotometría UV-Visible).

2.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos (Método potenciométrico)

Para determinar los parámetros fisicoquímicos se utilizó un multiparámetro donde, la muestra inicial fue homogenizada y analizada con el equipo, seguidamente se tomó 70 ml de la muestra en un vaso precipitado, este se colocó en el agitador magnético del equipo multiparámetro a 150 rpm durante 5 minutos para estabilizar la muestra.

2.2. Determinación de los parámetros físicos (Método gravimétrico)

Dentro de los parámetros físicos se evaluaron los sólidos totales, donde se utilizó un crisol, este fue puesto en una estufa a 105 °C y pesado en una balanza analítica, posteriormente, se homogenizó la muestra inicial para tomar 20 ml con una pipeta y agregarla al crisol. Finalmente, se llevó a la estufa a 105° por 2 horas, se dejó enfriar y se pesó nuevamente el crisol. Para calcular la concentración de ST en la muestra inicial, se utilizó la ecuación 1.

$$S.T.(mg / L) = \frac{(Wt + ss - Wt) \times 1000}{V \text{ litros}} \quad \dots (1)$$

Para la determinación de los SD, se realizó un procedimiento similar al de los sólidos totales, a diferencia que, la muestra inicial fue filtrada para poder realizar los cálculos de los sólidos disueltos. Para obtener el peso de los SD, se utilizó la ecuación 2.

$$S.D.(mg / L) = \frac{(Wt + ss - Wt) \times 1000}{V \text{ litros}} \quad \dots (2)$$

2.2. Determinación de los parámetros biológicos (Método Winkler)

Dentro de los parámetros biológicos se evaluó el oxígeno disuelto, donde se utilizó un frasco Winkler estandarizado, este fue sumergido en la muestra y sacado con cautela, seguidamente, se agregó 1ml de cada reactivo (Sulfato de manganeso, AZIDA y ácido sulfúrico), se deja reposar 10 min. Por último, se utilizó como titulante al tiosulfato de sodio y como indicador al almidón químicamente puro. Para calcular la concentración de OD en la muestra inicial, se utilizó la ecuación 3.

$$OD(mgO_2/L) = \frac{V_{gast.tiosulfato} * N_{tiosulfato} * 8000 * V_{winkler}}{V_{muestra} * (V_{winkler} - 2)} \quad \dots (3)$$

También, se evaluó la DQO utilizando el método refluo cerrado y volumetría. Se trabajó con 3 ml de muestra y 3ml de blanco (agua destilada), se adicionó de ácido sulfúrico y dicromato de potasio, para catalizar el proceso de digestión por 2 h. Posteriormente, se tituló la muestra con sulfato de amonio ferroso amoniacal normalizado y se utilizó como indicador la ferroina. Para calcular la concentración de DQO en la muestra inicial, se utilizó la ecuación 4.

$$DQO(mgO_2/L) = \frac{(V_{gast.blanco} - V_{gas.muestra}) * N_{sulfatoferroso} * 8000}{V_{muestra}} \quad \dots (4)$$

Para la **determinación del DBO₅**, se utilizó la técnica Winkler incubación y titulación. Se tomó en cuenta la DQO para poder seleccionar el porcentaje de dilución, se utilizó 45 ml de la muestra y se adicionaron reactivos (Cloruro de calcio, cloruro férrico, buffer de fosfato y sulfato de manganeso). Finalmente, se colocó en una incubadora (20°C) durante 5 días, con el fin de observar el estado de la materia orgánica presente en el agua. Para calcular la concentración de DBO₅ en la muestra inicial, se utilizó la ecuación 5.

$$DBO_5(mgO/L) = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{\% Dilución} \quad \dots(5)$$

Etapa 3: Caracterización de la zeolita. En la Tabla 5 se detallan las características principales de la zeolita. La zeolita que se utilizó como medio filtrante es de tipo clinoptilolita granular. Inicialmente, se realizó un análisis granulométrico, para esto se llevó a cabo un ensayo de malla ASTM D422 (Nº10, Nº16, Nº18, Nº25, Nº30, Nº-30 y Nº45).

Tabla 5. Características principales de la zeolita

Tipo	Zeolita clinoptilolita granular
Fórmula	$(Ca_2, K_2, Na_2) O \cdot Al_2O_3 \cdot 10SiO_2 \cdot 8H_2O$
Color	Blanco
Material	Granular

3.1 Determinación de la capacidad de adsorción de la zeolita (Prueba de jarra)

Después de realizado el tamizado de la zeolita (ASTM D422), se procedió a realizar la prueba de jarra con la finalidad de encontrar las mejores mallas para la reducción de fosfatos en el agua residual de lavandería. Así mismo, se pesó 200g de zeolita en 5 vasos precipitados de 1L de capacidad para trabajar con 600 ml de agua destilada y azul de metileno, la agitación se realizó a 200 rpm para realizar un muestreo de 60ml en 5, 10, y 15 minutos, estas fueron evaluadas por absorbancia en un espectrómetro UV/V.

Etapa 4: Diseño del sistema de filtración.

En la Figura 3 se muestra el diseño del sistema de filtración y en la Tabla 5 se detallan las dimensiones del sistema de filtración. Para este diseño se utilizó un recipiente de plástico de 51,9 L de capacidad (Tanque primario). El **filtro de zeolita** desarmable tuvo 4 tamaños de malla ASTM, donde: La malla M1 y M2 fue de Nº 18 (1 mm), la M3 de Nº30 (0,6 mm) y la M4 de Nº-30 (- 0,6 mm). Además, se agregó 3 kg de zeolita para cada malla correspondiente. Los

tanques de sedimentación y oxidación estuvieron compuestos por dos baldes de una capacidad de 20L. Por último, se utilizó un balde de la misma capacidad para recibir la muestra tratada (**Tanque final**).

En la Figura 3 se observa a detalle el diseño del sistema de filtración empleado en la investigación.

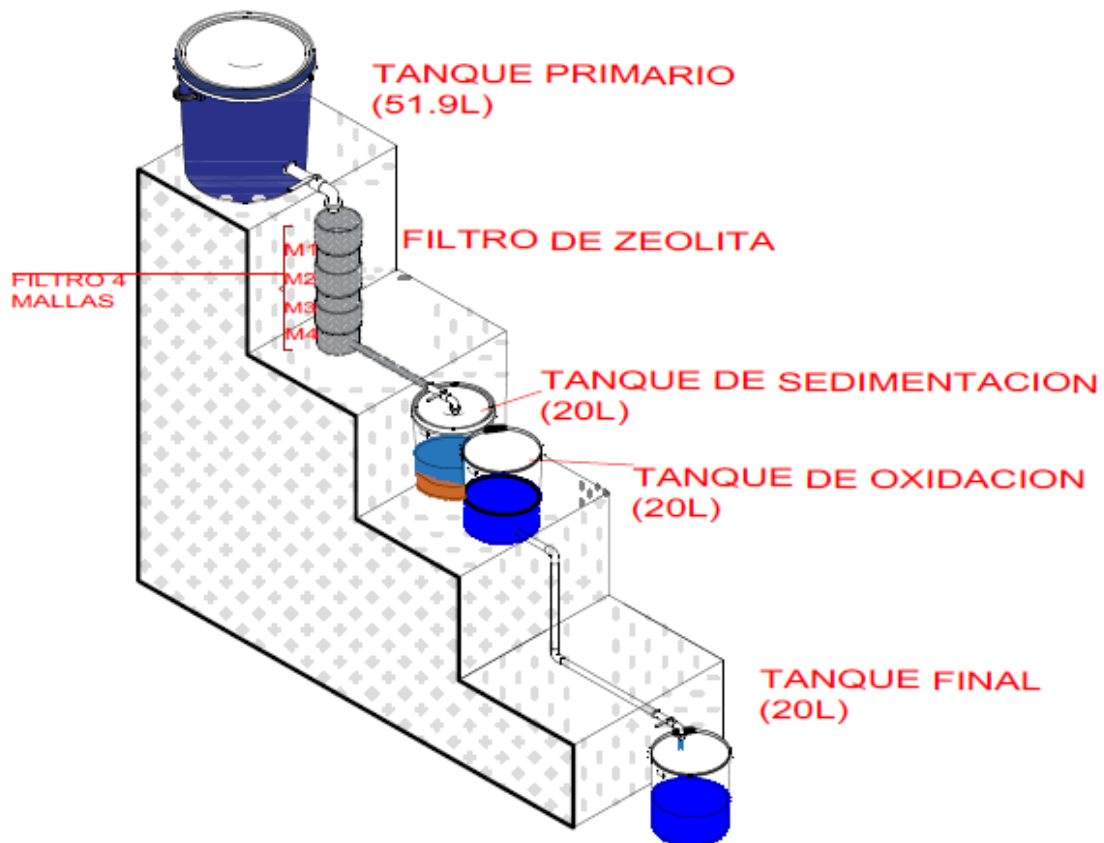


Figura 3. Sistema de filtración

En la Tabla 6 se detallan las dimensiones del sistema de filtración (Tanque primario, filtro de zeolita, tanque de sedimentación, tanque de oxidación y tanque final).

Tabla 6. Dimensiones del sistema de filtración

Diseño		Capacidad (L)	Altura (cm)	Diámetro (cm)
Tanque primario		51.9	59.5	43.3
Filtro de zeolita	M1	16	20	16
	M2	16	20	16
	M3	16	20	16
	M4	16	20	16
Tanque de sedimentación		20	38	32
Tanque de oxidación		20	38	32
Tanque final		20	38	32

Etapas 5: Tratamiento de remoción de fosfatos. Para la remoción de fosfatos se implementó un sistema de filtración de tres fases (2h, 4h y 6h) que estuvo compuesto por filtros de zeolita desarmables. El filtro de zeolita tuvo un caudal de 0.25L/ 106s. Posteriormente, se recolectó 2L de muestra tratada al final de cada tiempo, se determinaron los parámetros fisicoquímicos (Temperatura, pH, CE, potencial redox, turbidez), físicos (ST, SST y SD), biológicos (OD, DQO y DBO5) y concentración de fosfatos para evaluar la calidad del agua en cada fase de tratamiento.

Etapas 6: Evaluación del post tratamiento. Dentro de la evaluación del post tratamiento se determinó el tiempo con mejor reducción, se compararon los resultados de los parámetros fisicoquímicos, biológicos y la concentración de fosfatos con los valores máximos admisibles indicado en el DS 010-2019 del Ministerio de vivienda y construcción.

3.6. Método de análisis de datos

Procesamiento e interpretación estadística descriptiva SPSS, para su adecuado procesamiento se consideraron e interpretaron los datos por su tipo (cuantitativa o cualitativa), los cuales, estuvieron expuestos en los instrumentos empleados. Posteriormente, se realizaron análisis estadísticos de la información recogida y de los valores obtenidos, respecto a las características

fisicoquímicas y biológicas del agua tratada, se empleó el método estadístico de la prueba de normalidad para determinar el comportamiento de los valores obtenidos. Asimismo, se empleó la prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y biológicos para identificar si los resultados poseen una distribución normal.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación siguió la guía de productos de investigación 2020 elaborada por el vicerrectorado de investigación. De igual modo, todos los instrumentos que se aplicaron fueron corroborados, analizados y validados por tres docentes expertos del tema de investigación. Así mismo, los análisis fisicoquímicos y biológicos se realizaron en un laboratorio acreditado, siguiendo los lineamientos establecidos por el código de ética, la solución rectoral N° 0089-2019/UCV y de las líneas de investigación N°0126-2017/UCV, N° 0200-2018/UCV y como medida de prevención del plagio se utilizó el software Turnitin para corroborar la originalidad de la tesis.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos, se presentan de acuerdo con los objetivos de la investigación:

4.1. Caracterización del agua de lavandería inicial

Para la caracterización de las muestras iniciales, se enviaron las muestras al laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería en el que se evaluó los parámetros fisicoquímicos, biológicos y la concentración de fosfatos.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial del agua de una lavandería.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos iniciales (Método potenciométrico)

Código	Temperatura (°C)	Potencial de hidrogeno (1-14)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)
CI- AL*	19.5	8.54	3280	50	859

***CI-AL: Caracterización inicial del agua de lavandería**

A partir de la Tabla 7 se observaron los resultados de turbidez (859 NTU), temperatura (19.5°C) y pH (8.54), lo que muestra que son aguas alcalinas, una conductividad eléctrica de 3280 µS/cm que indica un alto nivel de cationes presentes, mismos que se ven reflejados en la turbidez y en la temperatura, y un potencial Redox de 50 mV.

En la Tabla 8 se muestran los resultados de los parámetros físicos de la muestra inicial del agua de lavandería.

Tabla 8. Parámetros físicos iniciales

Parámetros físicos	Peso del vaso seco (g)	Peso del vaso (g) + muestra seca	Volumen de la muestra (ml)	Resultado (mg/L)
Sólidos totales	103.0777	103.5343	100	4566.00
Sólidos disueltos	105.9432	106.2887	100	3455.00
	ST (mg/L)	SD (mg/L)	Volumen de la muestra (ml)	
Sólidos suspendidos totales	4566	3455	100	1111

A partir de la Tabla 8 se observaron los resultados de los sólidos totales (4566.00 mg/L), sólidos disueltos (3455.00 mg/L) y sólidos suspendidos totales con un valor de 1111 mg/L, indicando que la muestra presenta una elevada concentración de sólidos presentes en la muestra, dándole cierta coloración al agua y superando a los VMA establecidos por ley.

En la Tabla 9 se muestran los resultados de los parámetros biológicos de la muestra inicial del agua de lavandería.

Tabla 9. Parámetros biológicos iniciales

Oxígeno disuelto					
Código de la muestra	Volumen gastado en la muestra (ml)	Volumen de la muestra (ml)	Normalidad del Tiosulfato (Nº Eq - g / L)	Volumen del frasco Winkler (ml)	OD (mgO ₂ /L)
CI-AL	0.85(100/200)	100	0.02875	300	0.984
Demanda química del oxígeno					
Código de la muestra	Volumen gastado en la muestra (ml)	Volumen gastado del blanco (ml)	Normalidad del Sulfato ferroso (Nº Eq-g/L)	Volumen de la muestra (ml)	DQO (mgO ₂ /L)
CI-AL	2.15(2/3)	3.2	0.25	3	1400
Demanda biológica del oxígeno (DBO₅)					
Oxígeno disuelto inicial					
Código de la muestra	Volumen gastado en la muestra (ml)	Volumen de la muestra (ml)	Normalidad del Tiosulfato (Nº Eq - g / L)	Volumen frasco Winkler (ml)	OD (mgO ₂ /L)
CI-AL	2.6	100	0.02875	300	6.02
Oxígeno disuelto final					
CI-AL	0.05	100	0.02875	300	0.1157
Código de la muestra	Oxígeno disuelto inicial (mgO ₂ /L)	Oxígeno disuelto final (mgO ₂ /L)	Porcentaje de dilución (%)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	
CI-DBO	6.02	0.1157	15	0.8	

A partir de la Tabla 9 se observaron los resultados del OD (0.984 mgO₂/L), DQO (1400 mgO₂/L) y DBO₅ con una concentración de 0.8 mgO₂/L, indicando

una bajo o casi nula concentración de oxígeno en la muestra, una elevada concentración de DQO.

En la Tabla 10 se muestra la concentración inicial de los fosfatos en el agua de una lavandería.

Tabla 10. Concentración inicial de fosfatos

Volumen de la muestra (ml)	Dilución de la muestra	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante K	Resultado (mg/L PO ₄ ⁻³)
100	5/50	82.2	0.08513	0.03727	22.8414

A partir de la Tabla 10 se observó la concentración inicial de los fosfatos (22.8414 mg/L PO₄⁻³), indicando una elevada contaminación del agua residual generado en el proceso de lavado.

4.2. Caracterización de la zeolita

En la Tabla 11 se muestran los resultados de la capacidad de adsorción de la zeolita.

Tabla 11. Capacidad de adsorción

Mallas	Peso de zeolita (g)	Concentración inicial	Absorbancia
Nº 16	200	10-4	0.00546
Nº18	200	10-4	0.08775
Nº 25	200	10-4	0.02456
Nº 30	200	10-4	0.09251
Nº -30	200	10-4	0.08554
Nº 45	200	10-4	0.00655

A partir de la Tabla 11 se observaron los resultados de la capacidad de adsorción de la zeolita, indicando que las mallas N° 18, N° 30 y N° -30 tuvieron una mejor capacidad de adsorción a comparación de las mallas N° 16, N° 25 y N° 45.

En la Tabla 12 se muestra los resultados del análisis de malla de la zeolita.

Tabla 12. Análisis de malla de la zeolita

Malla	Diámetro (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Acumulado	
				+retenido	-pasa
					100
N°10	2.00	0	0	0	100
N°16	1.18	15	6.91244	6.912	93.08756
N°18	1.00	59	27.1889	34.10134	65.89866
N°30	0.60	65	29.9539	64.05524	35.94476
N°-30	-0.60	48	22.1198	86.17504	13.8248
N°45	0.35	30	13.8248	100	00.00
		217	100		

A partir de la Tabla 12 se observa que las mallas N° 18, N° 30 y N° -30 tuvieron un mayor porcentaje de retención, siendo así elegidas para el tratamiento de remoción de fosfatos en aguas residuales de una lavandería, a comparación de las otras mallas.

4.3. Evaluación post tratamiento

En la Tabla 13 se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos post tratamiento.

Tabla 13. Parámetros fisicoquímicos

Código	Temperatura (°C)	Potencial de hidrogeno (1-14)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)
F1-2H*	21.00	8.10	2800	121	152.7
F2-4H*	21.00	7.77	2300	110	150.3
F3-6H*	21.00	7.40	2000	104	87.2

* F1-2H: Caracterización de muestra después de fase 1, tiempo 2 horas.

* F2-4H: Caracterización de muestra después de fase 2, tiempo 4 horas.

* F3-6H: Caracterización de muestra después de fase 3, tiempo 6 horas.

A partir de la Tabla 13 se observa que entre la fase 1, 2 y 3, la conductividad eléctrica disminuye al reducir la cantidad de fosfatos, lo que nos indica que la cantidad de cationes presentes disminuyó a 2800 µS/cm, 2300 µS/cm y 2000 µS/cm, respectivamente. De igual manera la disminución de los valores de turbidez es considerable si se compara la fase 1 con un valor de 152.7 NTU, la fase 2 150.3 NTU y la fase 3 teniendo un valor de 87.2 NTU, con la muestra inicial que tenía 859 NTU.

En la Figura 4 se muestran los resultados de los sólidos totales post tratamiento.

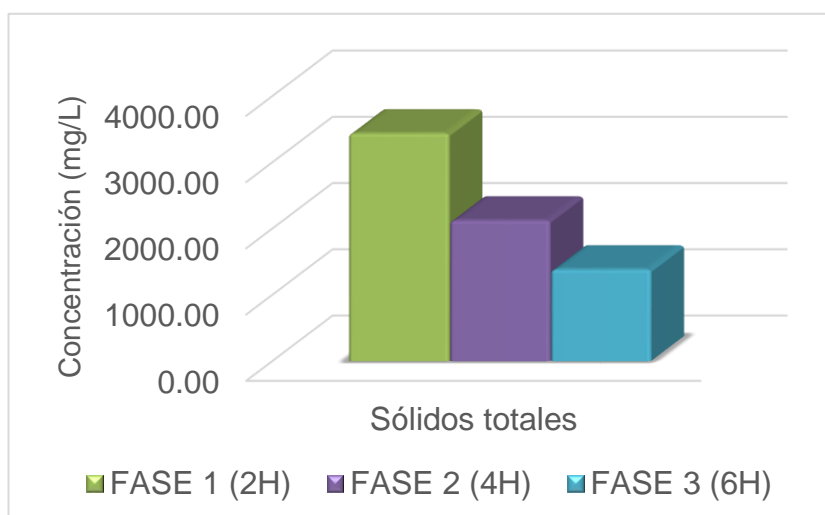


Figura 4. Sólidos totales

A partir de la figura 4 se observa una disminución de la cantidad de sólidos totales conforme se realizó el tratamiento esto debido a que el filtro de zeolita funciono correctamente atrapando las partículas presentes en el agua de lavandería, siendo más efectivo en la fase 3 que consto de 6 horas de tratamiento.

En la Figura 5 se muestran los resultados de los sólidos disueltos post tratamiento.

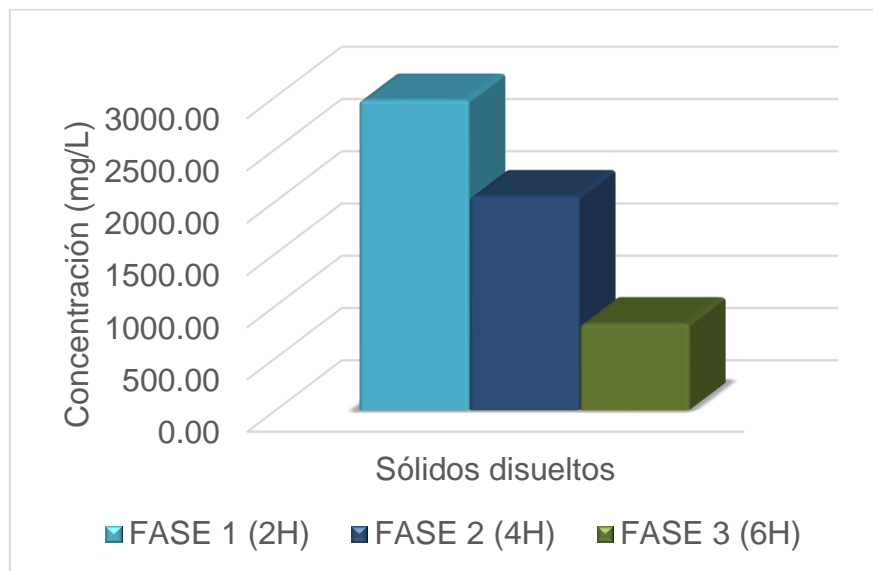


Figura 5. Sólidos disueltos

A partir de la Figura 5 se observa los resultados de los sólidos disueltos del agua tratada con el filtro de zeolita después diferentes tiempos en cada fase, obteniendo en la fase 1 un valor de 3439 mg/L después de 2 horas, en la fase 2 un valor de 2126 mg/L después de 4 horas y en la fase 3 un valor de 1386 mg/L después de 6 horas, mostrando una reducción en la cantidad de partículas suspendidas en el agua, tales como fosfatos, calcio, magnesio entre otras.

En la Figura 6 se muestran los resultados de los sólidos suspendidos totales post tratamiento.

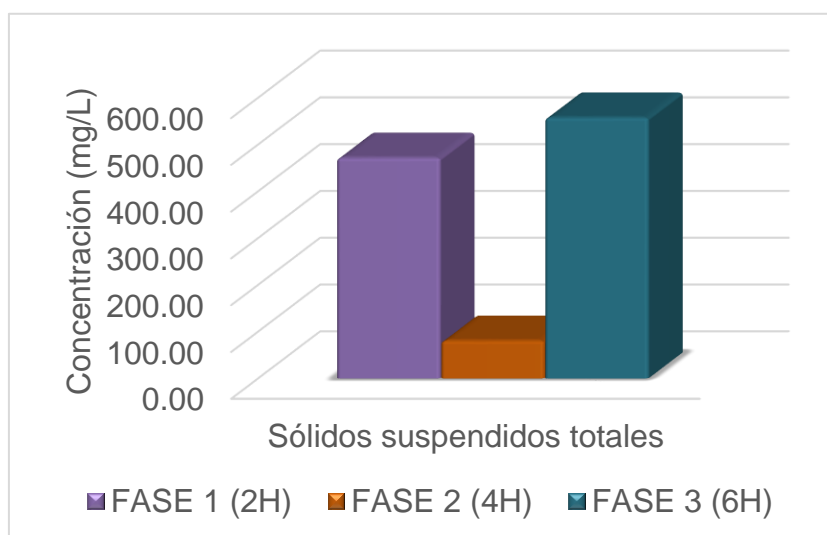


Figura 6. Sólidos suspendidos totales

A partir de la Figura 6 se observaron los resultados de los sólidos suspendidos totales en el agua tratada con el filtro de zeolita pudiendo apreciar que en cada una de las fases se encontró turbidez y a pesar de lograr una remoción considerable de los sólidos suspendidos totales se recomienda utilizar un tratamiento siguiente para lograr una mejor calidad del agua para así poder ser vertida o reutilizada.

En la Figura 7 se muestran los resultados del oxígeno disuelto post tratamiento.

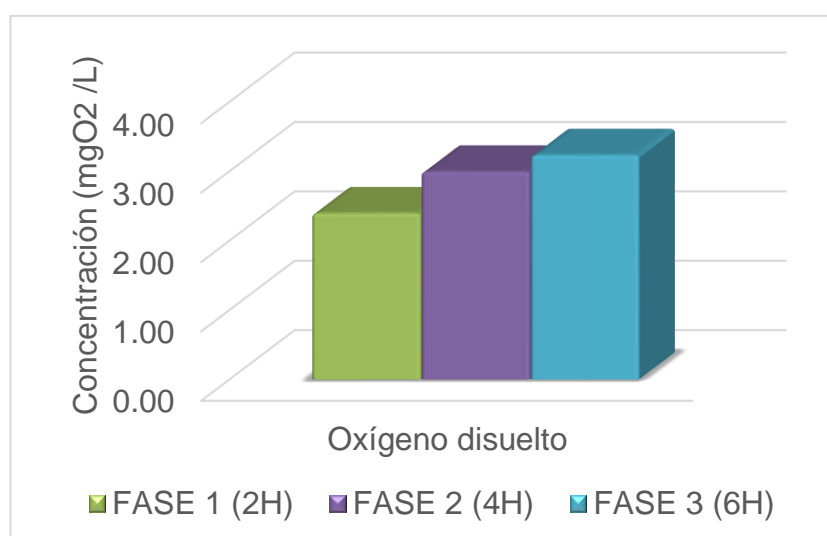


Figura 7. Oxígeno disuelto

A partir la Figura 7 se observó un aumento en la concentración de OD en relación con la disminución de fosfatos presentes en el agua, debido a que el proceso de tratamiento conto con un tanque de oxigenación, con la finalidad mejorar la calidad final de agua y de disminuir la posibilidad de eutrofización del agua.

En la Figura 8 se muestran los resultados de la DQO post tratamiento.

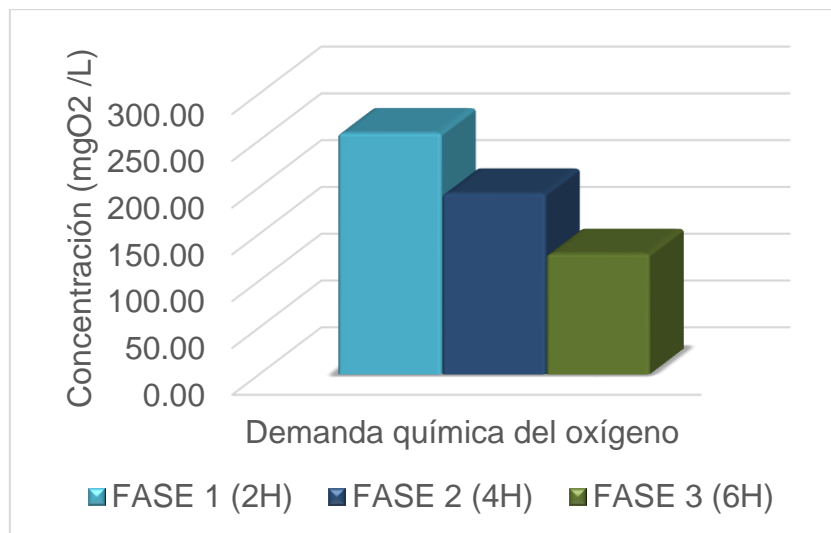


Figura 8. Demanda química del oxígeno

A partir la Figura 8 se observó que la demanda química de oxígeno tuvo una curva descendente en relación con los resultados de la caracterización inicial debido a que la cantidad de oxígeno disuelto aumento.

En la Figura 9 se muestran los resultados la DBO post tratamiento.

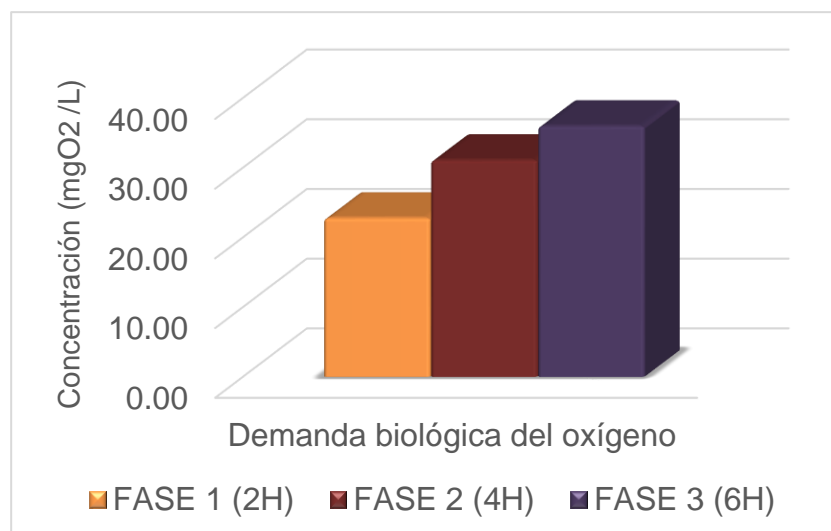


Figura 9. Demanda biológica del oxígeno

A partir de la Figura 9 se observa un aumento de la concentración de DBO en el agua de lavandería lo que es positivo para la investigación, ya que esto demuestra el aumento en la cantidad de microorganismos presentes en el agua y esto es un indicador de la mejora de la calidad de agua

En la Figura 10 se muestran los resultados la concentración de fosfatos post tratamiento.

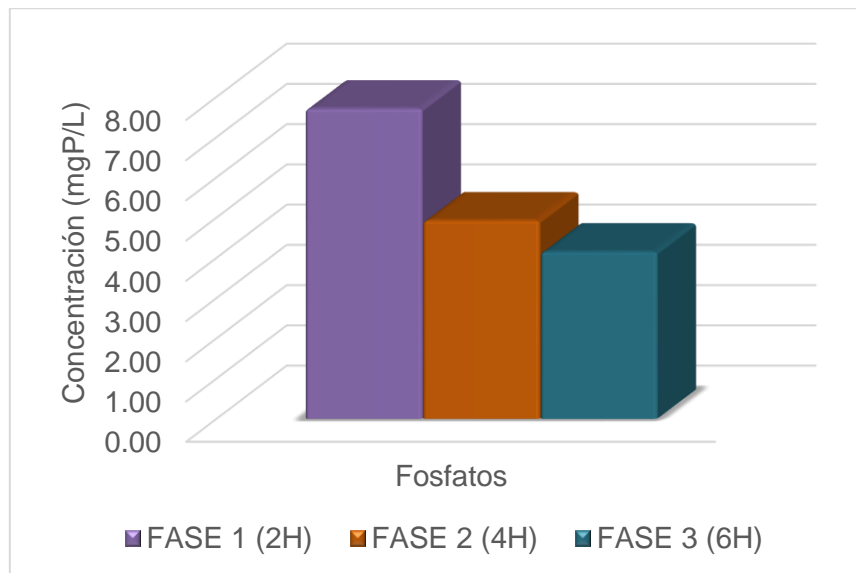


Figura 10. Concentración de fosfatos

A partir de la Figura 10 se observaron los resultados de la concentración de fosfatos en el agua residual de lavandería post tratamiento, donde, se puede observar la concentración de la fase 1 con un valor de $7.7099 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{L}$, la fase 2, $4.9302 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{L}$ y fase 3 con un valor de $4.1561 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{L}$ pudiendo comparar cada resultado con la concentración inicial que fue de $22.8414 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{L}$, comprobando la efectividad del método utilizado en esta investigación.

4.4. Porcentaje de reducción de fosfatos

En la Figura 11 se observa el porcentaje de reducción de la concentración de fosfatos en agua residual en cada fase del tratamiento.

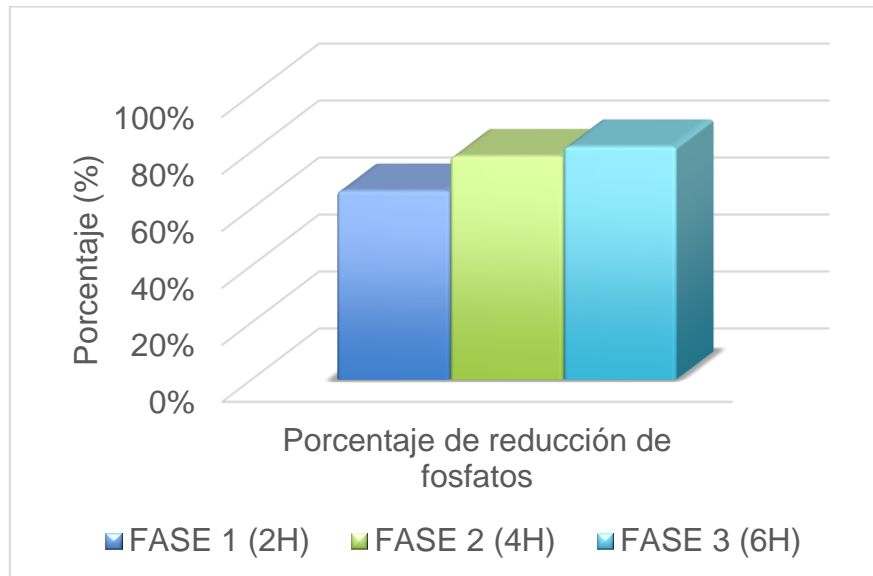


Figura 11. Porcentaje de reducción de fosfatos

A partir de la Figura 11 se observaron los resultados del porcentaje de reducción de fosfatos en cada fase de tratamiento, indicando que el uso del filtro de zeolita para mover fosfatos fue favorable en las 3 etapas, sin embargo, la fase 3 (6H) fue la obtuvo un mayor porcentaje de reducción (82%).

4.5. Prueba de estadística de normalidad, descriptiva y correlacional de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos del agua tratada.

En la Tabla 14 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos.

Tabla 14. Prueba estadística de normalidad de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos

Parámetros	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,182	3	.	,999	3	,937
CE	,232	3	.	,980	3	,726
Eh	,243	3	.	,972	3	,679
turbidez	,374	3	.	,777	3	,062
ST	,240	3	.	,975	3	,695
SD	,203	3	.	,994	3	,848
SST	,322	3	.	,880	3	,325
OD	,276	3	.	,942	3	,537
DQO	,175	3	.	1,000	3	1,000
DBO	,235	3	.	,978	3	,715
Fosfatos	,307	3	.	,903	3	,397
a. Correction de signification de Lilliefors						

A partir de la Tabla 14 se observaron los resultados de la prueba de normalidad de acuerdo con Shapiro-Wilk. Donde, los grados de libertad poseen un p-valor > 0.05 (95% de confiabilidad) por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula. Puesto que, los datos de variación de los parámetros fisicoquímicos, físicos, biológicos poseen un comportamiento de distribución normal.

En la Tabla 15 se presentan los resultados de la prueba estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos.

Tabla 15. Prueba de estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos

Parámetros	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
pH	3	7,40	8,10	7,7567	,35019
CE	3	2000,00	2800,00	2366,6667	404,14519
Eh	3	104,00	121,00	111,6667	8,62168
Turbidez	3	87,20	152,70	130,0667	37,14301
ST	3	1386,00	3439,00	2317,0000	1039,74179
SD	3	828,00	2967,00	1946,6667	1072,88505
SST	3	81,00	558,00	370,3333	254,23283
OD	3	2,40	3,24	2,8800	,43267
DQO	3	129,01	258,03	193,5200	64,51000
DBO	3	22,80	36,00	29,9733	6,67429
Fosfatos	3	4,16	7,71	5,6000	1,86743
N válido (por lista)	3				

A partir de la Tabla 15 se observaron los resultados de la estadística descriptiva (Desviación estándar, mínimo y máximo) de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos.

En la Tabla 16 se presentan los resultados de la prueba estadística correlacional de los parámetros fisicoquímicos y biológicos

Tabla 16. Prueba estadística correlacional de los parámetros fisicoquímicos y biológicos

		pH	CE	Eh	Turbidez	ST	SD	OD	DQO	DBO	Fosfatos
pH	Correlación de Pearson	1	,984	,980	,897	,981	,999*	-,962	,999*	-,983	,940
	Sig. (bilateral)		,112	,128	,292	,123	,030	,175	,021	,116	,222
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
CE	Correlación de Pearson	,984	1	1,000*	,805	1,000*	,975	-,995	,990	-1,000**	,985
	Sig. (bilateral)	,112		,016	,404	,010	,142	,063	,091	,004	,110
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Eh	Correlación de Pearson	,980	1,000*	1	,790	1,000**	,969	-,997*	,986	-1,000*	,989
	Sig. (bilateral)	,128	,016		,420	,005	,158	,047	,107	,012	,094
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Turbidez	Correlación de Pearson	,897	,805	,790	1	,795	,916	-,743	,882	-,802	,692
	Sig. (bilateral)	,292	,404	,420		,414	,262	,467	,313	,408	,514
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ST	Correlación de Pearson	,981	1,000*	1,000**	,795	1	,972	-,997	,987	-1,000**	,988
	Sig. (bilateral)	,123	,010	,005	,414		,152	,053	,102	,007	,099
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SD	Correlación de Pearson	,999*	,975	,969	,916	,972	1	-,949	,997	-,974	,923
	Sig. (bilateral)	,030	,142	,158	,262	,152		,205	,051	,146	,252
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
OD	Correlación de Pearson	-,962	-,995	-,997*	-,743	-,997	-,949	1	-,971	,996	-,997*
	Sig. (bilateral)	,175	,063	,047	,467	,053	,205		,154	,059	,047
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DQO	Correlación de Pearson	,999*	,990	,986	,882	,987	,997	-,971	1	-,989	,951
	Sig. (bilateral)	,021	,091	,107	,313	,102	,051	,154		,095	,201
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DBO	Correlación de Pearson	-,983	-1,000**	-1,000*	-,802	-1,000**	-,974	,996	-,989	1	-,986
	Sig. (bilateral)	,116	,004	,012	,408	,007	,146	,059	,095		,106
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fosfatos	Correlación de Pearson	,940	,985	,989	,692	,988	,923	-,997*	,951	-,986	1
	Sig. (bilateral)	,222	,110	,094	,514	,099	,252	,047	,201	,106	
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

A partir de la Tabla 16 se observaron los resultados la prueba de estadística correlacional de los parámetros fisicoquímicos, físicos y biológicos, que indica una correlación positiva muy alta (0.9 – 0.99) en la mayoría de los casos.

V. DISCUSION

La investigación se realizó una comparación las muestras iniciales de aguas de lavandería con las muestras luego del proceso de tratamiento con filtros de zeolita. Según los resultados de laboratorio, el porcentaje de reducción fue aumentando de conforme disminuía el tamaño de malla y aumentaba el tiempo transcurrido, logrando una reducción máxima de 82% de fosfatos. En comparación con los resultados Wan et al. (2020), en su investigación utilizaron compuestos de Fe^0/Fe_3O_4 facilitados por Fe^{2+} en aguas residuales para eliminar fosfatos, logrando disminuir un 40% la concentración de fosfatos. De igual forma, Kumararaja et al. (2019) investigaron la bentonita con pilares de polihidroxi aluminio para la eliminación de fosfatos en descargas de acuicultura. Aplicaron el método discontinuo y el espectrofotómetro UV/Vis. La capacidad de adsorción de la bentonita fue de 57.7% de fosfatos.

En la investigación de Guerra et al. (2017) evaluaron la eficacia de remoción de fosfato utilizando un filtro percolador en aguas residuales. De acuerdo con sus resultados concluyeron que la concentración de fosfatos disminuyó en un 24.9%. Del mismo modo, Skleničková et al. (2020) probaron diferentes materiales de zeolita para determinar su eficacia en la separación de cationes de amonio del agua. El resultado efectivo de la zeolita se observó en el aumento de la calidad del agua y en la reducción del consumo (70% en acuarios y 40% en condiciones de cría de peces).

Otro de los objetivos de la investigación fue determinar si los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua influían en la remoción, por ellos se usaron muestras de agua provenientes de los efluentes de una lavandería, sin modificar su composición. En los resultados se observó una turbidez de 859 NTU, una temperatura de 19.5°C, un pH de 8.54, un OD con 0.984 mgO₂/L, un DQO con 1400 mgO₂/L y un DBO con 0.8 mgO₂/L, indicando una baja o casi nula concentración de oxígeno en la muestra, así mismo se obtuvo una concentración de fosfatos de 22.8414 mg/L PO₄⁻³ lo que indicó que la muestra de agua poseyó altas probabilidades de generar la eutrofización.

Las muestras fueron tomadas directamente de la fuente contaminante, lo que permitió observar si la absorción de fosfatos en el agua de la muestra varía por la presencia de algún contaminante distinto al objeto del estudio. En el trabajo de investigación de Renman et al. (2010), utilizaron 1-2 kg de polonita por m³ de aguas residuales sintéticas y domésticas, llegando a reducir la concentración de fosfatos en un 97%, así mismo, Karthikeyan et al. (2020) aplicaron el carbón activado de bráctea de plátano para recuperar iones de fosfato y nitrato en aguas mediante magnetización.

YU et al. (2019) realizaron una comparación de la eficacia del filtrado entre el carbón activado y la zeolita, con pruebas a escala de laboratorio, así mismo Muñoz (2015), obtuvo una mejora en la concentración de Oxígeno Disuelto de un cuerpo de agua se encuentre en una condición buena, la concentración de OD se mantuvo en rangos de 5 – 12 mg O₂ /L. Por el contrario, Cristea (2016) diseñó un filtro de agua que permite quitar impurezas en los tanques de reserva de agua potable y los comparó con sistemas más utilizados: filtros de área común, filtros de carbón activado y un filtro de zeolita, logrando que el agua tratada cumpliera con 20 de los 23 parámetros necesarios para tener las condiciones adecuadas para consumo humano.

En la presente investigación se diseñó un sistema que constó de un filtro de zeolita desarmable tuvo 4 tamaños de malla ASTM, se utilizó 3 kg de zeolita para cada malla correspondiente la cual no fue modificada, por el contrario Li et al., (2020), utilizaron zeolita modificada con lantano, dando como resultado que la adsorción de fosfato y DOC aumentó con la disminución del pH, por lo que logro una capacidad máxima de absorción de fosfato de 250 mgP-PO₄, del mismo modo, He et al. (2017) utilizaron óxido de lantano sobre Zeolita porosa (La-Z) y pusieron a prueba la capacidad de absorción de fosfatos, siendo necesario 1,6 g de cloruro de lantano (LaCl₃) en 200 ml de agua desionizada que mezclaron con la zeolita para activarse.

En la investigación Yang et al., (2014) utilizaron la zeolita modificada con circonio (ZrMZ) para reducir el potencial de liberación de fosfato-P del sedimento

de los lagos. Los resultados de zeolita modificada aumento la capacidad de absorción alcanzando el 90% de remoción de fosfatos. Mientras, Xu et al. (2019) investigaron la viabilidad del uso de hierro sintetizado verde modificando la zeolita con extractos de hojas de eucalipto llegando a eliminar el 99,8% de fosfatos en lagos.

Sedolfo et al. (2014) utilizaron un reactor de carga secuencial para estabilizar la concentración del oxígeno disuelto, pH y potencial de óxido de reducción. El tratamiento se realizó en 4 etapas y dos secuencias de operación, observándose un aumento en la concentración de OD y una disminución de la concentración de nitrógeno.

Para la presente investigación se utilizó un filtro de zeolita natural, compuesto de 3 mallas de diferentes dimensiones. Obteniendo como resultado la remoción de fosfatos en el agua donde no se necesitó ningún tipo de compuesto agregado, ni una preparación previa, se pudo observar la concentración de fosfatos luego de la fase 1 que tuvo una duración de 2 horas fue de 7.7099 mgPO₄⁻³/L, los resultados de fase 2 que duro 4 horas fue 4.9302 mgPO₄⁻³/L, por último en la fase 3 con una duración de 6 horas dio un valor de 4.1561 mgPO₄⁻³/L, estos resultados fueron comparados con la concentración inicial de fosfatos que fue de 22.8414 mgPO₄⁻³/L estos resultados son corroborados por Ghassemisahebia et al. (2020) quienes estudiaron los efectos de la zeolita y la piedra pómez para reducir la contaminación de la esorrentía urbana e industrial. La piedra pómez tenía un mejor rendimiento físico, pero la zeolita al 40% mejoró la capacidad del PC para reducir la DQO, Cu, Cd y Pb en un 38.6, 99, 99 y 99%, respectivamente, del mismo modo

Muñoz et al., (2012) obtuvo un valor resultante cercano a 1 – 0.6 mgO₂/L, concluyendo que son aguas biodegradables, pero, cuando se aproxima a 0.1 – 0.4 significa que el cuerpo de agua no es biodegradable y posee poca materia orgánica.

Se muestran en los resultados de los análisis elaborados, donde se puede apreciar los diferentes porcentajes de remoción de acuerdo a las fases del tratamiento, obteniendo en la fase 1 que tuvo una duración de 2 horas un porcentaje de remoción de 66.25%, los resultados de fase 2 que duro 4 horas obtuvo un porcentaje de 78.42% y por último en la fase 3 con una duración de 6 horas dio un

porcentaje de 81.80% de remoción, siendo la fase tres la más efectiva en la remoción y demostrando la efectividad de nuestro método, sumado a esto para el desarrollo de la presente investigación no se utilizaron ningún instrumento electrónico ni ninguna sustancia agregada de esta manera se evita el consumo de energía y la posible contaminación a causa de las sustancias agregadas, por otro lado Sedolfo et al. (2014) que utilizaron un reactor de carga secuencial para estabilizar la concentración del oxígeno disuelto, pH y potencial de óxido de reducción del mismo modo Wan et al. (2020), utilizo compuestos de $\text{Fe}^0/\text{Fe}_3\text{O}_4$ facilitados por Fe^{2+} en aguas residuales para eliminar fosfatos, logrando disminuir un 40% la concentración de fosfatos, así mismo Renman et al. (2010) utilizaron 1-2 kg de polonita por m³ de aguas residuales sintéticas y domésticas, llegando a reducir la concentración de fosfatos en un 97%.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación se logró determinar que los filtros de zeolita son efectivos para la remoción de fosfatos y el mejoramiento de la calidad de agua.

- Los parámetros físicos y químicos influyen en la remoción, después del tratamiento se logró mejorar los parámetros de calidad de agua llegando a obtener un pH 7.40, la turbidez disminuyó a 87.2 NTU, el OD a un valor de 3.2356 mgO₂/L, la DQO disminuyó a 129.01 mgO₂/L y la DBO aumentó a 36 mgO₂/L.
- Las granulometrías adecuadas para la remoción de fosfatos en aguas residuales de una lavandería fueron las de 1 mm, 0.6 mm y -0.6 mm.
- A mayor tiempo de filtrado, mayor es la concentración de fosfatos removidos, llegando a tener una remoción de 82 % de fosfatos en la Fase 3 (6h).

VII. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones, evaluar el tiempo de vida del filtro de zeolita y calcular la cantidad de agua residual (m³) que satura el filtro.
- Reutilizar la zeolita residual en suelos que carecen de fósforo.
- Emplear la zeolita otras aguas residuales industriales, para una mejor calidad del agua.
- Utilizar otras granulometrías de zeolita para la remoción de fosfatos.
- Realizar monitoreos más continuos en el proceso del tratamiento del agua residual.
- Agregar tanques de oxidación al final de cada proceso del sistema de tratamiento del agua residual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAO, T., CHEN, T., WILLE, M.L., CHEN, D., YU, S., BIAN, J., QING, C., WU, W. y FROST, R.L. Production of zeolite composite filters using waste paper pulp as slow release carbon source and performance investigation in a biological aerated filter. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]., vol. 9, no. 3, pp. 38-46, 2016. ISSN 22147144. DOI 10.1016/j.jwpe.2015.11.009.
- CAMELINO, Sebastián Omar et al. Optimización de un procedimiento para la determinación de oro mediante espectrofotometría UV/Vis., 2018. *Matéria* (Rio J.) [online]. vol.23, n.2 Epub July 19, 2018. ISSN 1517-7076. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620180002.0342>
- CERON RINCON, Laura Emilia and ANCIZAR ARISTIZABAL GUTIERREZ, Fabio. Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Rev. colomb. biotecnol* [online]., vol.14, n.1 [cited 2020-09-20], pp.285-295, 2012. ISSN 0123-3475.
- CHEN, Z., ZHENG, X., CHEN, Y., WANG, X., ZHANG, L. y CHEN, H. Nitrite accumulation stability evaluation for low-strength ammonium wastewater by adsorption and biological desorption of zeolite under different operational temperature. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 704, pp. 135260, 2020. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.135260.
- CRISTEA, A., 2016. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析. *Revista Brasileira de Ergonomia* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 10. DOI 10.5151/cidi2017-060.
- GARCÍA, A., & PEZO, R. Efectos tóxicos del detergente doméstico “magia blanca”, sobre las especies de peces *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) paco y *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) gamitana (piscis, characiformes), en ambientes controlados. 1–89, 2011.

- GIRBAU GARCIA, M. R. La contaminación del agua. Ciencias de La Tierra y Del Medio Ambiente, 1–5, 2002. Disponible en: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- GUERRA, Danilo. Remoción de nutrientes con algas clorofitas generadas en agua residual del efluente de un filtro percolador Resumen Introducción Metodología, vol. 12, no. 1, pp. 2-8, 2017.
- He, Y., Lin, H., Dong, Y., & Wang, L. Preferable adsorption of phosphate using lanthanum-incorporated porous zeolite: Characteristics and mechanism. Applied Surface Science, 426, 995–1004, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.07.272>
- INACAL. Impacto de la reglamentación de los valores máximos admisibles de las descargas no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario. 1–66, 2015.
- JANET GIL, M., MARÍA SOTO, A., IVÁN USMA, J., & DARÍO GUTIÉRREZ, O. Emerging contaminants in waters: effects and possible treatments Contaminantes emergentes em águas, efeitos e possíveis tratamentos. 7(2), 52–73, 2012. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- JOHIR, M.A.H., PRADHAN, M., LOGANATHAN, P., KANDASAMY, J. y VIGNESWARAN, S. Phosphate adsorption from wastewater using zirconium (IV) hydroxide : Kinetics , thermodynamics and membrane filtration adsorption hybrid system studies. Journal of Environmental Management [en línea], vol. 167, no. 3, pp. 167-174, 2016. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2015.11.048. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.048>.
- KARTHIKEYAN, P., VIGNESHWARAN, S., & MEENAKSHI, S. Removal of phosphate and nitrate ions from water by amine crosslinked magnetic banana bract activated carbon and its physicochemical performance. Environmental

- Nanotechnology, Monitoring and Management, 13(March), 100294, 2020.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100294>
- KUMARARAJA, P., SUVANA, S., SARASWATHY, R., LALITHA, N., & MURALIDHAR, M. Mitigation of eutrophication through phosphate removal by aluminium pillared bentonite from aquaculture discharge water. Ocean and Coastal Management, 182(May), 104951, 2019. Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104951>
- LEDESMA, C., BONANSEA, M., RODRIGUEZ, C. M., & DELGADO, A. R. S. Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). Revista Ciencia Agronomica, 44(3), 419–425, 2013. Disponibile en: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300002>
- LIU, M., LI, S., TANG, N., WANG, Y., YANG, X., & WANG, S. Highly efficient capture of phosphate from water via cerium-doped metal-organic frameworks. Journal of Cleaner Production, 265, 121782, 2020. Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121782>
- MUNOZ, Hipólito et al. Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. Tecnol. cienc. agua [online]. vol.6, n.5 [citado 2020-09-20], pp.59-74, 2015. ISSN 2007-2422
- MUNOZ-NAVA, Hipólito et al. Demanda bioquímica de oxígeno y población en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2012, vol.28, n.1 [citado 2020-09-20], pp.27-38. ISSN 0188-4999
- NAVARRO, Amado E., GARCÍA, Yasmín, VÁZQUEZ, Antonio, MARRUGO, José L. Eficiencia de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales del empacado de hortalizas. Avances en Ciencias e Ingeniería [en línea]. 4(1), 39-50, 2013. Disponibile en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627689004>
- ORTIZ, Ana María Aveiga. Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. Enfoque UTE [online]. vol.10, n.3 [citado 2020-09-20],

pp.30-41 2019. ISSN 1390-6542. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n3.423>

RENMAN, A. y RENMAN, G. Chemosphere Long-term phosphate removal by the calcium-silicate material Polonite in wastewater filtration systems. *Chemosphere* [en línea], vol. 79, no. 6, pp. 659-664, 2010. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2010.02.035. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.02.035>.

REFOYO, P., MUÑOZ, B., POLO, I., OLMEDO, C., & REQUERO, A. El hombre como factor de extinción biológica Man as a biological extinction factor. *Hist. Nat*, 10(January), 2013.

TORRES-AVALOS, Gerardo Alonso, LOZANO-GONZÁLEZ, Edith Ariadna. Disminución de sólidos de aguas grises mediante un proceso de aireación. *Ra Ximhai* [en línea]. 13 (3), 393-404, 2017. ISSN: 1665-0441. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46154070023>

TRI, N.L.M., THANG, P.Q., VAN TAN, L., HUONG, P.T., KIM, J., VIET, N.M., PHUONG, N.M. y AL TAHTAMOUNI, T.M. Removal of phenolic compounds from wastewaters by using synthesized Fe-nano zeolite. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], vol. 33, pp. 1-3, 2020. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101070>

SEDOLFO JOSÉ, C.-F., NANCY COROMOTO, R.-L., ALTAMIRA ROSA, D.-M. y MARÍA CAROLINA, P.-S. Monitoreo de la remoción biológica de nitrógeno en efluentes de tenerías usando un reactor por carga secuencial. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* [en línea], vol. 15, no. 2, pp. 287-298, 2014. ISSN 14057743. DOI 10.1016/s1405-7743(14)72217-6.

SKLENIČKOVÁ, K., KOLOUŠEK, D., PEČENKA, M., VEJMELKOVÁ, D., ŠLOUF, M. y RŮŽIČKOVÁ, I. Application of zeolite filters in fish breeding recirculation systems and their effect on nitrifying bacteria. *Aquaculture*, vol. 516, pp. 2-4, 2020. ISSN 00448486. DOI 10.1016/j.aquaculture.2019.734605.

- SIMON, M., VIANELLO, A. y VOLLERTSEN, J. Removal of > 10 µm microplastic particles from treated wastewater by a disc filter. *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 9, 2019. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w11091935.
- TRUJILLO, Daniela et al. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *Rev. ion [online].*, vol.27, n.1, pp.17-34, 2014. ISSN 0120-100X.
- Wan, J., Wu, B., & Lo, I. M. C. (2020). Development of Fe₀/Fe₃O₄ composites with tunable properties facilitated by Fe²⁺ for phosphate removal from river water. *Chemical Engineering Journal*, 388(October 2019), 124242. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124242>
- WANG, Z., LIN, Y., WU, D. y KONG, H. Chemosphere Hydrous iron oxide modified diatomite as an active filtration medium for phosphate capture. *Chemosphere [en línea]*, vol. 144, pp. 1290-1298, 2016. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2015.10.015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.015>.
- Xu, Q., Li, W., Ma, L., Cao, D., Owens, G., & Chen, Z. (2020). Simultaneous removal of ammonia and phosphate using green synthesized iron oxide nanoparticles dispersed onto zeolite. *Science of the Total Environment*, 703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135002>
- YANG, L., LI, K., CUI, S., KANG, Y., AN, L. y LEI, K. Removal of microplastics in municipal sewage from China's largest water reclamation plant. *Water Research [en línea]*, vol. 155, pp. 175-181. ISSN 18792448, 2019. DOI 10.1016/j.watres.2019.02.046.
- YU, L.J., RENGASAMY, K., LIM, K.Y., TAN, L.S., TARAWNEH, M., ZULKOFFLI, Z.B. y SE YONG, E.N. Comparison of activated carbon and zeolites' filtering efficiency in freshwater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 7, no. 4, 2019. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2019.103223.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION / UNIDADES
INDEPENDIENTE	Filtro de zeolita	La zeolita es un mineral cristalino caracterizado por un marco de tetraedros unidos (SiO ₄ y AlO ₄), este marco posee cavidades abiertas en forma de canales. Los canales son ampliamente grandes para permitir el paso de un huésped invitado (COOMBS, 2001)	Se realizó una caracterización fisicoquímica de la zeolita para conocer la concentración de fosfatos presentes en el mineral, como también, se llevó a cabo una caracterización de los filtros para determinar su capacidad y volumen de zeolita.	Características fisicoquímicas de la zeolita	Potencial de hidrogeno	1 - 14
					Conductividad eléctrica	µs/sm
					Potencial redox	mV
					Temperatura	°C
					Espectrometría UV - V	mgP/L
					Malla ASTM	mm
				Capacidad de absorción de la zeolita	Espectrofotometría UV-V	mg/L
				Características del filtro de zeolita	Capacidad del filtro	L
	Volumen de la zeolita	L				
DEPENDIENTE	Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería	Los detergentes son compuestos orgánicos sintéticos, que disminuyen la tensión superficial de los líquidos en que se hallan disueltos. El cambio en la tensión superficial se debe a la presencia de una sustancia activa llamada surfactante (Maldonado, 2008).	Para medir la remoción de fosfatos se analizaron las características fisicoquímicas iniciales y finales de la muestra, posteriormente, se tomó en cuenta el porcentaje de reducción de fosfatos. $\%R = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100$ Donde: %R=Porcentaje de remoción Ci: Concentración inicial Cf: Concentración final	Porcentaje de reducción de fosfatos	Concentración final	mgP/L
					Concentración inicial	mgP/L
				Características fisicoquímicas del agua residual de lavandería	Potencial de hidrogeno	1 - 14
					Conductividad eléctrica	µs/sm
					Potencia redox	mV
					Temperatura	°C
					Turbidez	NTU
					Solidos totales	mg/L
					Solidos disueltos	mg/L
				Solidos suspendidos totales	mg/L	
Concentración de fosfatos del agua residual de lavandería	Espectrofotometría UV-V	mgP/L				

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

Ficha 1. Ubicación y recolección de la muestra				
Título	Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020			
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables	Chacón Aranda María Fernanda; Pozo Zavala Alex Fernando			
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto		Fecha	
Lugar			Distrito	
N° de muestra	Coordenadas UTM		Hora de extracción de la muestra	Volumen de muestra (L)
	Este	Norte		


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Acreditación

Juan Julio Pacheco Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Ficha 2. Caracterización inicial del agua									
Título	Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020								
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales								
Responsables	Chacón Aranda María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando								
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					Fecha			
N° de muestra	Parámetros fisicoquímicos								
	pH	CE (µs/sm)	Potencial redox (mV)	Temp. (°C)	Turbidez (NTU)	ST (mg/L)	SD (mg/L)	SST (mg/L)	Fosfatos (mgP/L)
Caracterización de la zeolita									
Tipo	Tamaño (mm)	Análisis de malla			Capacidad de adsorción (mg/L)				
		Peso retenido (g)	% Retenido	% Acumulado					
	1								
	0.6								
	-0.6								


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Jhon Julio Choniza Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Ficha 3. Características del filtro de zeolita					
Título		Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020			
Línea de Investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables		Chacón Aranda María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando			
Asesor		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto		Fecha	
N° de muestra	Tamaño zeolita (mm)	Capacidad (L)	Caudal (L/min)	Volumen de la zeolita (L)	Dimensiones (Largo, alto y ancho)
	1				
	0.6				
	-0.6				
	1				
	0.6				
	-0.6				


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Juan Julio Pacheco Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Ficha 4. Parámetros medidos durante el tratamiento

Título		Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020					
Línea de Investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
Responsables		Chacón Aranda María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando					
Asesor		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			Fecha		
N° de muestra	Tiempo (h)	Parámetros fisicoquímicos					
		pH	CE (µs/cm)	Potencial redox (mV)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Fosfatos (mgP/L)
	2						
	4						
	6						
	2						
	4						
	6						


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Alcantarilla
 John Julio Chochoe Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Ficha 5. Caracterización final del agua tratada

Título	Remoción de fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de zeolita clinoptilolita, 2020								
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales								
Responsables	Chacón Aranda María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando								
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						Fecha		
N° de muestra	Parámetros fisicoquímicos								
	pH	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Potencial redox (mV)	Temp (°C)	Turbidez (NTU)	ST (mg/L)	SD (mg/L)	SST (mg/L)	Fosfatos (mgP/L)


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Montamento

 Juan Julio Aronowicz Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %



 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización inicial del agua**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del filtro de zeolita**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros medidos durante el tratamiento**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del agua tratada**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Recursos Hídricos y Cambio Climático**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Recursos Hídricos y Cambio Climático**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización inicial del agua**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Recursos Hídricos y Cambio Climático**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del filtro de zeolita**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Recursos Hídricos y Cambio Climático**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros medidos durante el tratamiento**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Recursos Hídricos y Cambio Climático**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del agua tratada**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización inicial del agua**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 14 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del filtro de zeolita**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros medidos durante el tratamiento**
- 1.5.
- 1.6. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Lima, 14 de junio del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del agua tratada**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Chacón Aranda, María Fernanda; Pozo Zavala, Alex Fernando**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Lima, 14 de junio del 2020

Anexo 5. Evidencias del procedimiento

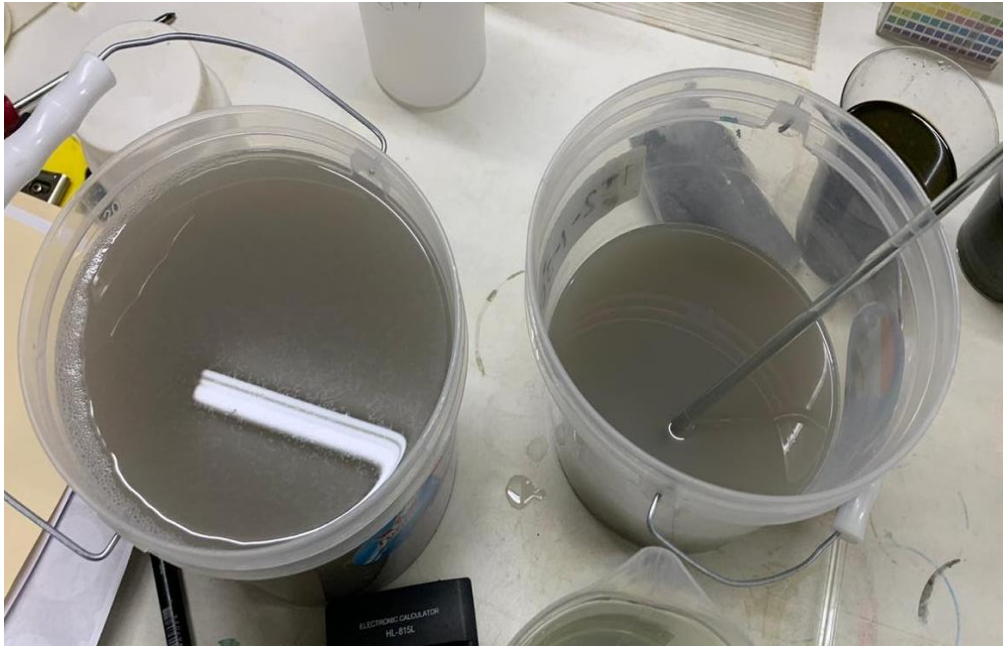


Figura A. Recolección de la muestra



Figura B. Materiales del sistema de filtración I



Figura C. Materiales del sistema de filtración II



Figura D. Proceso de armado del sistema de filtración I



Figura E. Proceso de armado del sistema de filtración II



Figura F. Análisis granulométrico (ASTM D122)



Figura G. Tratamiento de remoción de fosfatos I



Figura H. Tratamiento de remoción de fosfatos II

Anexo 6. Certificados de los resultados de los análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis inicial de agua residual de lavandería

Solicitado por: Chacón Aranda, María Fernanda

Procedencia de la Muestra: Lavandería Caquetá - Lima

Recepción de la Muestra: 12/Octubre/2020

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
CI-AL	19.5	8.54	3280	50

Código	Sólidos Totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
CI-AL	4566	3455	1111	859

Código	Oxígeno Disuelto mgO_2/L	Demanda Química de Oxígeno mgO_2/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno O_5 mgO_2/L	Fosfato Inicial $\text{MgPO}_4^{-3}/\text{L}$
CI-AL	0.984	1400	0.8	22.8414

mallas	Peso de zeolita (gr)	Concentración inicial	absorbancia
		10^{-4}	0.25964
Nº 16	200	10^{-4}	0.22185
Nº 18	200	10^{-4}	0.15490
Nº 25	200	10^{-4}	0.18709
Nº 30	200	10^{-4}	0.14267
Nº -30	200	10^{-4}	0.13077
Nº 45	200	10^{-4}	0.16749

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Winkler, Método espectrofotometría UV/V

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis granulométrico

Malla N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	%Acumulado	
				+retenido	-pasa
					100
N°10	2.00	0	0	0	100
N°16	1.18	15	6.91244	6.912	93.08756
N°18	1.00	59	27.1889	34.10134	65.89866
N°30	0.60	65	29.9539	64.05524	35.94476
N°-30	-0.60	48	22.1198	86.17504	13.8248
N°45	0.35	30	13.8248	100	00.00
		217	100		

Lima, 18 de octubre del 2020


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de las fases del agua residual de lavandería

Solicitado por: Chacón Aranda, María Fernanda

Procedencia de la Muestra: Lavandería Caquetá - Lima

Recepción de la Muestra: 12/Octubre/2020

PRIMERA FASE:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV
F1 - 2H	21.00	8.10	2800	121

Código	Sólidos Totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
F1-2H	3439	2967	472	152.7

Código	Oxígeno Disuelto mgO_2/L	Demanda Química de Oxígeno mgO_2/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mgO_2/L	Fosfato $\text{mgPO}_4^{-3}/\text{L}$
F1-2H	2.39	258.03	22.8	7.71

Método potenciometría, Método gravimétrico, Método Winkler, Método espectrofotometría UV/V

Segunda fase:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV
F2 - 4H	21.00	7.77	2300	110

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SEGUNDA FASE:

Código	Sólidos Totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
F2-4H	2126	2045	81	150.3

Código	Oxígeno Disuelto mgO ₂ /L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mgO ₂ /L	Fosfato mgPO ₄ ⁻³ /L
F2-4H	2.99	193.52	31.12	4.9302

TERCERA FASE:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica μS/cm	Potencial redox mV
F3-6H	21.00	7.40	2000	104

Código	Sólidos Totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
F3-6H	1386	828	558	87.2

Código	Oxígeno Disuelto mgO ₂ /L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Demanda Bioquímica de oxígeno mgO ₂ /L	Fosfato mgPO ₄ ⁻³ /L
F3-6H	3.24	129.01	36	4.1561

Método potenciometría, Método gravimétrico, Método Winkler, Método espectrofotometría UV/V

Lima, 26 de octubre del 2020


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Solicitud de apoyo para
realizar análisis de
tesis

- DE INGENIERIA

SCOTIABANK PAGO S.A.A.
018 AGENCIA MEGA PLAZA 1

1/10/20
14:50:44

DEPOSITO EN EFECTIVO - CUENTAS CORRIENTES
Nro de Cuenta : 2108263
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Cod. Cta. Interbancaria : 005 214 000002108263 80
Importe Abonado : S/ *****250,00
Valor Total Efectivo : S/ *****250,00
050.001.0135 019910 - 019910 1/10/20 PLPCR22F

la María Fernanda, identificada con DNI

x Alex Fernando, identificado con DNI

pertenece a la escuela de Ingeniería

Ambiental de la Universidad César Vallejo, nos dirigimos
a la institución con el debido respeto y exponemos:

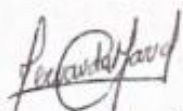
Que, recurrimos a la institución a fin de solicitar el apoyo para
realizar nuestros análisis de tesis titulada: "Remoción de
Fosfatos en aguas residuales de lavandería utilizando filtros de
zeolita, 2020" y así poder continuar el desarrollo de nuestra
investigación ya mencionada.


Por lo expuesto.

Pedimos acceder a nuestra solicitud para su conocimiento
y colaboración.

Atentamente:

Los Olivos, 01 de Octubre
del 2020.


Chacon Aranda María
Fernanda
DNI: 77431353


Pozo Zavala
Alex Fernando
DNI: 70504247

