



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Métodos Físicoquímicos para la Eliminación de Contaminantes
Emergentes en Aguas Residuales: Revisión Sistemática**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Calla Taípe, Keyla Francini (ORCID: 0000-0003-3250-2462)

Meza García, Mirella Alexandra (ORCID: 0000-0002-3301-1502)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Pablo Calla y Marilu Taipe por brindarme su apoyo incondicional, en esta etapa universitaria y ser el motor que me impulso a continuar, estando presentes en cada momento de mi vida.

A mi familia en general y en especial a Aquiles Taipe, que se convirtió en mi ángel y que desde el cielo me da la fuerza y voluntad de continuar en este proceso hasta el día de hoy.

Keyla

A mis padres Margarita Garcia y Marco Meza porque me brindaron su apoyo incondicional en esta etapa universitaria y por estar presentes en cada momento de mi vida. A mi pequeño Dereck por ser mi motivación más grande de superación.

A mis abuelitos y en especial a Apolinario Garcia, que hoy desde el cielo me cuida y guía mi camino para seguir cumpliendo mis objetivos.

Mirella

Agradecimiento

En primer lugar, dar gracias a Dios por bendecirnos y cuidarnos en estos tiempos difíciles que estamos atravesando. Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad César Vallejo, por habernos brindado sus conocimientos durante toda la etapa universitaria, y de manera especial a nuestro asesor de tesis por su paciencia y apoyo durante todo el desarrollo del trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2 Categoría, subcategoría y matriz de categorización apriorística.....	12
3.3. Escenario de estudio.....	15
3.4. Participantes	15
3.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	15
3.6. Procedimiento.....	16
3.7. Rigor científico.....	18
3.8. Métodos de análisis de datos.....	19
3.9. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS	34
ANEXOS.....	44

Índice de Tablas

Tabla N°1. Matriz de categorización apriorística.....	13
Tabla N° 2. Artículos sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes.....	20
Tabla N° 03. Cantidad de artículos encontrados sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes.....	30

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de artículos identificados y excluidos.....	17
Figura 2. Cantidad de artículos encontrados sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes.....	30

RESUMEN

Los contaminantes emergentes como productos para el cuidado personal, compuestos disruptores endocrinos, productos farmacéuticos y sus productos de transformación, cuya presencia en niveles altos en aguas residuales es motivo de preocupación para la salud humana y el ecosistema acuático. Debido a la detección relativamente nueva de estos contaminantes, existe una brecha en el conocimiento sobre su destino, comportamientos y efectos, así como métodos para su eliminación eficiente.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales, mediante una revisión sistemática de tipo aplicada. Las bases de datos utilizadas fueron Scielo y Sciencedirect. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que los métodos fisicoquímicos encontrados fueron Coagulación, Floculación, Electrocoagulación, Adsorción, Carbón Activado, Osmosis Inversa, Fenton, Electro Fenton y Nanofiltración. Se identificó que los métodos fisicoquímicos más utilizados en la eliminación de contaminantes emergentes fueron: La Adsorción y la Nanofiltración. Asimismo, se obtuvieron resultados de eliminación mayores al 80% en la gran parte de los contaminantes emergentes como productos farmacéuticos (Diclofenaco, Carbamazepina, Paracetamol y Amoxicilina) presentes en las aguas residuales; además, el método de Adsorción demostró su eficiencia en la generación de efluentes tratados seguros y menos tóxicos; mostrando así su potencial como método avanzado para el tratamiento de aguas residuales.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, métodos fisicoquímicos, aguas residuales.

ABSTRACT

Emerging pollutants such as personal care products, endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals and their transformation products, whose presence at high levels in wastewater is of concern to human health and the aquatic ecosystem. Due to the relatively new detection of these pollutants, there is a gap in knowledge about their fate, behaviors and effects, as well as methods for their efficient removal.

The present research work has as a general objective to determine the physicochemical methods for the elimination of emerging pollutants in wastewater, through a systematic review of an applied type. The databases used were Scielo and Sciencedirect. According to the results obtained, it is concluded that the physicochemical methods found were Coagulation, Flocculation, Electrocoagulation, Adsorption, Activated Carbon, Reverse Osmosis, Fenton, Electro Fenton and Nanofiltration. The present research work has as a general objective to determine the physicochemical methods for the elimination of emerging pollutants in wastewater, through a systematic review of an applied type. The databases used were Scielo and Sciencedirect. According to the results obtained, it is concluded that the physicochemical methods found were Coagulation, Flocculation, Electrocoagulation, Adsorption, Activated Carbon, Reverse Osmosis, Fenton, Electro Fenton and Nanofiltration. It was identified that the physicochemical methods most used in the elimination of emerging pollutants were: Adsorption and Nanofiltration. Likewise, elimination results greater than 80% were obtained in most of the emerging pollutants such as pharmaceutical products (Diclofenac, Carbamazepine, Paracetamol and Amoxicillin) present in wastewater; Furthermore, the Adsorption method demonstrated its efficiency in generating safe and less toxic treated effluents; thus showing its potential as an advanced method for wastewater treatment.

Keywords: Emerging pollutants, physicochemical methods, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

Los contaminantes emergentes (CE) se estudian y caracterizan cada vez más en todo el mundo para mejorar la comprensión de sus impactos ambientales y toxicológicos, su aparición y comportamiento en diferentes sistemas ambientales (Peña, 2019, p. 8). Durante 20 años, muchos artículos informan de la presencia de nuevos compuestos, llamados “compuestos emergentes”, en aguas residuales y ambientes acuático, se ha realizado un gran esfuerzo para introducir procesos de tratamiento nuevos y más eficientes para eliminar estos contaminantes emergentes (Delgado, 2019, p. 7).

La propagación de contaminantes emergentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una señal de advertencia especialmente para los nuevos conceptos de recuperación de recursos. (De las Heras et al., 2020, p. 52). Se menciona también que los contaminantes emergentes representan un nuevo problema global para la calidad del agua, a medida que estos compuestos ingresan al medio ambiente, causan graves amenazas para los ambientes acuáticos y la salud humana ya que por lo general son resistentes a los tratamientos convencionales de aguas residuales. (Salazar et al., 2020, p. 12)

El amplio desarrollo y uso de nuevos productos químicos antropogénicos ha conducido inevitablemente a su presencia en medios acuáticos. Las aguas superficiales afectadas por efluentes de aguas residuales han estado expuestas a estas nuevas sustancias. (Naree et al., 2021, p. 15). Un grupo significativo de contaminantes emergentes resultantes de la contaminación puntual y antropogénica está presente en el medio acuático. Estos son productos químicos que no se monitorean comúnmente pero que tienen el potencial de ingresar al medio ambiente y causar efectos adversos para la salud humana y ecológica. (Geissen et al., 2015, p.9).

El seguimiento de los contaminantes emergentes en las aguas residuales es hoy en día un tema de especial preocupación, y los métodos clásicos de cuantificación consumen tiempo y reactivos (Quintelas et al., 2020, p. 5). Recientemente, los productos farmacéuticos están emergiendo como una fuente importante de contaminación para el medio ambiente, se ha demostrado que el vertido de efluentes hospitalarios contiene una cantidad eminente de residuos químicos como antibióticos, desinfectantes y otros residuos.

Los efluentes farmacéuticos son bioactivos y se ha determinado que su existencia en el medio ambiente es perjudicial tanto para la vida acuática como para los seres humanos. (Khan et al., 2020, p.14). Además, ha promovido gran inquietud en vista de sus efectos permanentes, toxicológicos crónicos e interruptores endocrinos en cuerpos terrestres y acuáticos (Vincenzo et al., 2020, p. 1)

Las plantas tradicionales de tratamiento de aguas residuales por sí solas no logran eliminar estos grupos masivos de contaminantes y, por lo tanto, se requiere un tratamiento de agua adicional que sea rentable. Dado que las plantas de tratamiento primario y secundario estándar no logran eliminar o degradar estos productos químicos nocivos, un tratamiento terciario se propone como enfoque rentable (Rathi et al., 2021, p. 10). Debido a la deficiencia de estos tratamientos para degradar contaminantes emergentes en las aguas residuales, se exploraron sistemas híbridos utilizando el potencial de eliminación distintivo de los diferentes procesos de tratamiento. La mayoría de los sistemas híbridos han aplicado primero tratamientos biológicos y luego tratamientos físicos o químicos (Dhangar et al., 2020, p. 20)

Existe un impacto significativo en el recurso hídrico que requiere de acción urgente, por lo que deberían aplicarse procesos fisicoquímicos eficientes que permitan eliminar contaminantes emergentes.

Se plantea el siguiente problema general: ¿Cuáles son los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales?, y los problemas específicos fueron los siguientes: ¿Cuáles son los métodos fisicoquímicos más usados en la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales?, también, ¿Cuáles son los contaminantes emergentes en aguas

residuales? y ¿Cuáles son los beneficios de los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales?

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales y los objetivos específicos fueron: Identificar los métodos fisicoquímicos más usados en la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales; también, identificar los contaminantes emergentes presentes en aguas residuales, e identificar los beneficios de los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales.

La justificación teórica de la investigación se basa en la generación de nuevos conocimientos sobre los métodos que se vienen realizando para eliminar los contaminantes emergentes presentes en aguas residuales y cuáles se utilizan más de acuerdo al beneficio que genera. Además, esta revisión sistemática nos ayudará a identificar de manera indexada y actualizada los artículos de fuentes confiables que sirvan de antecedentes para nuevos estudios.

II. MARCO TEÓRICO

(Lan et al, 2019), explica el procesamiento de membrana impulsado por presión, particularmente ultrafiltración, nanofiltración y osmosis inversa, son tecnologías avanzadas ampliamente utilizadas en el tratamiento de aguas y agua residual. Por ello dan conocer los efectos de la nanofiltración y el tratamiento de osmosis inversa en la eliminación de genes de resistencia a antibióticos (ARG) en aguas residual porcinas. Todos los genes se detectaron en gran abundancia en las aguas residuales sin tratar. Los tratamientos biológicos de la planta de tratamiento de agua residual porcinas no redujeron la cantidad de ARG, en cambio la nanofiltración y el tratamiento de osmosis inversa redujo el número absoluto de copias de genes de ARG de manera eficiente, eliminó ARG de ganado y aves de corral. Cabe resaltar que los genes de la tetraciclina disminuyeron en 0.88, 3.47, 2.51 log. El tratamiento de osmosis inversa redujo el número de copias de genes de ARG de manera eficiente (p. 1,2,5).

(Corbacho et al, 2019) Los EDAR son los más reconocidos como la principal fuente de contaminantes emergentes en cursos de agua naturales, este artículo tiene como objetivo reutilizar el agua ya que en algunas regiones el recurso agua es muy escasa, es por ello que implementan la instalación de una membrana de nanofiltración a la salida del decantador secundario de la EDAR del municipio de Medina Sidonia. Se analizaron mediante cromatografía líquida con espectrometría de masas, la cafeína, teobromina, teofilina, amoxicilina y penicilina. Las membranas estuvieron funcionando un periodo de 72 horas. Como resultado se obtuvo que el estudio del tratamiento terciario por nanofiltración para la remoción de estimulantes y antibióticos en una planta piloto resulto ser muy satisfactorio y prometedor logrando eliminar por completo los contaminantes de tal manera estas aguas pueden ser reutilizadas (p. 2,9).

(Yaday et al, 2019) Las drogas de adicción se encuentran dentro de los contaminantes emergentes. En Australia tuvo como duración un año el programa de plan de vigilancia con la finalidad de caracterizar el destino de cuatro nuevas drogas de adicción: metanfetamina; MDMA; opioides farmacéuticos: codeína y morfina y un metabolito: benzoilecgonina en cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales las cual están operan con diferentes tecnologías de tratamiento secundario: lodos activados convencionales (CAS), tuvo como eficiencia en eliminación un 54-96%, AS de película fija integrada (IFAS) con un $\approx 90\%$, biorreactores de membrana (MBR) $\approx 90\%$ y reactor discontinuo de secuenciación (SBR) tuvo un 42-83% de eficiencia. También se evaluó como tratamiento terciario posterior, donde se registró una eliminación casi completa (coagulación y floculación) con un $\approx 99\%$, donde se mostró la efectividad y eficiencia de eliminación (p. 3,8).

(Huang et al, 2019) En este artículo se evalúa tres compuestos emergentes que son la cafeína, diclofenaco y octilfenol con diferentes propiedades físico-químicas, del agua sintética y el origen mediante la combinación de proceso de membranas de adsorción y nanofiltración de carbón activado. Como resultado el rendimiento en la eliminación de estos compuestos, el sistema carbón activado (AC)- nanofiltración (NF), fue más notable. En el sistema de agua de origen, el proceso de AC-NF integrado con pretratamiento de coagulación (dosis de alumbre de 60 mg/ L) logro

un rendimiento satisfactorio, esta eficiencia en la eliminación de tres compuestos alcanzo >95% después del tratamiento combinado con adsorción y separación por membrana NF. Los resultados proporcionaron información útil para comprender el destino de los compuestos en el sistema coagulación, AC Y NF para responder a eventos altamente contaminantes en el tratamiento de agua de plantas (p. 2,7).

(Najmi et al, 2020) La combinación de biológico (biorreactor) y físico (filtración por membrana) en los sistemas SMBR se le conoce como enfoques más eficientes, económico. En este artículo da a conocer la rendición de un biorreactor de membrana sumergida especialmente diseñado (SMBR) hacia la degradación de alta eficiencia de los PCP liberados a través de las aguas grises domésticas. La filtración de membrana dentro de un SMBR actúa como un proceso eficaz que puede aclarar y desinfectar aún más el tratado efluente mediante la eliminación de las partículas más pequeñas de los sólidos en suspensión para bacteria patogénica. El agua gris influyente en PCP se preparó mezclando PCP comerciales y el SMBR operado bajo diferentes valores de tiempo de retención (HRT) en 150 días de funcionamiento continuo. Los resultados de HRT tienen una influencia notable en el rendimiento del tratamiento SMBR para contaminante de PCO mientras que el SMBR mostro una capacidad de degradación superior para todas las categorías de contaminantes PCP. Como resultado el triclosán, metilparabeno y propilparabeno se eliminaron hatsa un 98,20%, 99,96% y 99,97%, otros tuvieron una eliminación superior al 64% en THS en tiempo de 16 horas (p. 2,8).

(Garcia et al, 2017) En este artículo se incluye el producto de cuidado personal triclosán y ocho PhAC, se encontraron acetaminofén, ibuprofeno, y sulfametoxazol en diferentes concentraciones. Los mecanismos de ensuciamiento en cada pH condición para cada membrana NF fueron predichas por el modelo de Hermia adaptado para configuraciones de flujo. El papel de las incrustaciones en el rendimiento de la nanofiltración en diferentes condiciones de pH fue aclarado. Se utilizaron tres membranas comerciales (TFC-SR2 (estructura porosa abierta), NF270 y SeIRO MPS-34 A2X (membrana apretada)), de NF enrolladas en espiral. Los resultados mostraron que se obtuvieron eliminaciones más altas a pH ligeramente alcalino, especialmente para las trazas aniónicas de PhAC. Especialmente para trazas de PhAC aniónicos. (p. 3,4,14,27).

(Karelid et al, 2017) Sugiere como una opción el proceso de adsorción con carbón activado para la eliminación de micropartículas orgánicas, contaminantes donde también incluye compuestos farmacéuticos activos (PhAC) en las aguas residuales. La adsorción con carbón activado granular y carbón activado en polvo se analizó y comparo en tres plantas de tratamiento de agua residual con el objetivo de lograr un 95 % de PhAC de eliminación. Dentro de los compuestos farmacéuticos se incluye carbamazepina, claritromicina y diclofenaco, en una configuración que utiliza recirculación interna, el sistema PAC logro una eliminación del 95% aplicando una nueva dosis de 15-20 mg/L, mientras que las tasas de uso de carbono para el carbón activado granular (GAC), la aplicación fue mucho más amplia y varió de <28 a 230 mg/L dependiendo del producto de carbono. El carbón activado es un método eficaz para la eliminación de PhAC en los efluentes del tratamiento de aguas residuales municipales plantas de crecimiento y se alcanzó la meta de eliminación del 95% en casi todas las sustancias ensayadas mediante un sistema de purificación pertinente (p. 2,11).

(Parque et al, 2018) Menciona sobre los efectos de la adición de dos coagulantes (cloruro de polialuminio y quitosano), en el proceso del biorreactor de membrana (MBR) en la membrana de ensuciamiento y eliminación de productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP). La adición de coagulantes en el MBR ayuda a reducir la presión transmembrana (TMP) al reducir la materia orgánica en el sobrenadante y flóculos de biomasa en aumento. Durante la operación a largo plazo la adición de PACL aumento la eficiencia de eliminación de tetraciclina, ácido mefenámico, atenolol, furosemida, ketoprofeno y diclofenaco en un 17-23%. Se demostró que la adición de dos coagulantes en un MBR es dosis optima es altamente eficaz para reducir la concentración de SMP en licor mixto, la cantidad de elementos inorgánicos e incrustaciones irreversibles de la superficie de la membrana. La coagulación- MBR también tuvo mayores tasas de absorción de oxígeno y tasas de nitrificación de microorganismos, la combinación de MBR con coagulación redujo el ensuciamiento de la membrana, alargando el periodo de operación de la membrana y mejoro la eliminación de algunos PPCP como resultado de la mejora biodegradabilidad (p. 4,7,29).

(Espina D. Marcela A., et al, 2018), En este artículo se estudió la adsorción de diclofenaco utilizando carbón activado como adsorbente en proceso discontinuo y columna de lecho fijo. El diclofenaco tiene toxicidad aguda más alta entre los fármacos antiinflamatorios no esteroides y se ha detectado con frecuencia en aguas superficiales y plantas de tratamiento de aguas residuales. La Como resultado se concluyó que la adsorción de diclofenaco sobre carbón activado es mayor a temperaturas más altas y es un proceso espontaneo, el proceso de adsorción de diclofenaco en lotes de carbón activado reveló que la ecuación de Freundlich es adecuada para describir el comportamiento de las isothermas. Las isothermas de adsorción se determinaron mediante experimentos de adsorción por lotes, mientras que la adsorción de lecho fijo se evaluó mediante un diseño experimental factorial completo de dos niveles que incluía tres variables: concentración inicial de contaminante (20-100mg L⁻¹), peso del adsorbente (0,5-1,0 g) y caudal de alimentación volumétrico (3.5 ml min⁻¹), (p. 2,3,23).

(Dindas, Gizem B., et al, 2020) Da a conocer de la combinación de electrocoagulación (EC), el proceso fenton (EF), y oxidación fotocatalitica (PcO). Se aplicó estos procesos para degradar y descomponer contaminantes orgánico recalcitrantes y luego se llevó a cabo secuencialmente PcO para eliminar el carbono orgánico total (COT) y mineralizar los compuestos restantes de las aguas residuales. La implementación secuencial de los procesos EC+EF, EC+PcO y Ef+PcO, se utilizó diferentes densidades de corriente, catalizadores, tiempos de reacción y orden del proceso. La degradación fue más efectiva en 1 h de EF usando una densidad de corriente pulsada DE 5mA/ cm². Los resultados finales de los procesos de tratamiento secuencial indicaron un 64,0% de carbono orgánico total, 70,2% de reducción de la demanda química de oxígeno y 97,8% de la demanda biológica de oxígeno. Además, el tipo de catalizador sobre la eficiencia de eliminación de TOC se investigó en el proceso secuencial EF+PcO en el tratamiento de agua residual farmacéuticas (p. 2,6).

(Ensano et al, 2019) Demuestra la aplicabilidad del proceso de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales municipales contaminadas con productos farmacéuticos. Para las corridas experimentales se realizaron utilizando un reactor electroquímico a escala laboratorio simple con aluminio y acero inoxidable como

ánodo y cátodo. Se seleccionó el diclofenaco, carbamazepina y amoxicilina como representativos de los productos farmacéuticos que son los que más se detectan en el medio acuático, Los efectos de variar parámetros experimentales, a saber, la densidad de corriente (0,3, 0,5, 1,15 y 1,8 mA cm⁻²), inicial concentración farmacéutica (0,01, 4 y 10 mg L⁻¹), duración de la electrolisis (3, 6, y 19 h) y el modo de aplicación en las eficiencias de eliminación farmacéutica fueron evaluado. Las eficiencias de tratamiento para estos contaminantes mejoraron con una mayor densidad de corriente y una mayor duración de le electrolisis, se registró una alta reducción farmacéutica a una densidad de corriente elevada y duración prolongada de la electrolisis debido a especies coagulantes electrogeneradas adicionales en solución (p. 3,17).

(Santos de Almeida et al, 2020) El uso intensivo de los plaguicidas en la agricultura ha hecho que haya un interés de preocupación por los efectos negativos que genera al ambiente. La eliminación de plaguicidas por el MBR se evaluó mediante dos experimentos con variaciones en HDT (20 y 25 h) y operación de postratamiento con carbón activado (CA), reverso osmosis (RO), u ozonización (O₃). La adición de plaguicidas se estableció para generar concentraciones de 20 ug.L⁻¹ para 2,4-D, carbendazim y diuron, y 1,5 ug.L⁻¹ para atrazina en el biorreactor. El MBR demostró robustez y estabilidad en mantener la calidad del permeado incluso bajo altas variaciones de DQO y biomasa. El sistema MBR/AC genero los mejores resultados, con una eficiencia de eliminación hasta el 98,6% para todos los plaguicidas estudiados, seguidos de la combinación de MBR/RO, que presento un comportamiento ligeramente inferior (extracciones >95,4%). Estos sistemas son aptos para utilizar en la eliminación de plaguicidas en agua residuales (p. 6,25).

(Cristovao et al, 2019) Los medicamentos contra en cáncer son extremadamente importantes debido a su gran potencia, mecanismos de acción y su riesgo potencial para los seres humanos y el medio ambiente. Se tiene como objetivo evaluar la viabilidad de la nanofiltración para la remediación, utilizando como referencia dos membranas representativas (Desal 5DK y NF270) para eliminar cuatro medicamentos: paclitaxel, etopósido, ciclofosfamida e ifosfamida, de diferentes matrices. Como resultado se mostró que la membrana Desal 5DK es más eficaz

que la membrana NF270 para la eliminación de estos medicamentos, esta membrana demostró ser menos susceptible de ensuciamiento en los experimentos realizados (p. 2,7).

(Kumari et al, 2021) Se utilizó el proceso de electrocoagulación para la eliminación de acetaminofén y orgánicos naturales de agua de río. Las mejores condiciones para la eliminación de acetaminofén y la absorbancia de UV 254 fueron 60 min de tiempo de reacción, la eficacia del tratamiento disminuyó a medida que aumenta la concentración. El mecanismo principal para la eliminación del acetaminofeno fue un enlace de H con flóculos de Al (OH) 3; el modelo cinético de pseudo-segundo orden mostro un buen ajuste en datos experimentales para la eliminación de acetaminofén a diferentes concentraciones (p. 8,26).

(Deemter et al, 2021) Se centró en el efecto de la salinidad en el desempeño de una nanofiltración a escala piloto para preconcentración de micros contaminantes en combinación con foto-fenton, tratamiento para su eliminación del permeado de nanofiltración. El proceso de photo-fenton se llevó a cabo de un simulador solar a pH 3 y a pH natural utilizando ácido etilendiamina-N, N-disuccinico como hierro. La eficacia de la degradación se probó con micros contaminantes que se encuentra comúnmente en el tratamiento de agua residual urbana. Efluentes vegetales como cafeína, imidacloprid, tiacloprid, carbamazepina y diclofenaco. La foto solar-fenton fue capaz de degradar los micro contaminantes presentes en el concentrado corriente y eliminar rápidamente cualquier MC residual que finalmente pueda estar presente en las corrientes de permeado (p. 2,8).

En América latina y el caribe la principal fuente de contaminación hídrica es por la falta de tratamiento de agua residual doméstica solo entre 25% y 30% de efluentes retornan a los cuerpos de agua con previo tratamiento, el resto se vierte de forma directa a las aguas superficiales (BID, CEPAL, 2018. Pág. 13). Este estudio prioriza la necesidad y efectividad de tratamiento de agua residuales y los hábitos de la población en el consumo de diferentes productos que contaminan y los posibles riesgos para la salud y el ecosistema (Pinos et al, 2019, p. 6).

Los contaminantes emergentes pueden ser de origen industrial, agrícola, de procedencia de los municipios, hospitalario, etc. Estos contaminantes emergentes

generan un impacto nocivo en la vida acuática como en la terrestre y la salud humana la cual toma como preocupación entre los ingenieros y científicos y público en general (Gogoi et al.,2018, p.1).

Estudios realizados en aguas residuales de un hospital público en San Nicolás de los Garza, ubicadas en Nuevo León, México. Se encontraron altas concentraciones de diferentes productos fármacos (dieciséis compuestos), debido a la gran cantidad de pacientes en marzo del 2018 (Tenorio et al, 2021, p. 15).

Las tecnologías para el tratamiento de agua o aguas residuales se dividen en eliminación física (sedimentación, precipitación, adsorción, filtración, intercambio iónico, etc. (Taheran et al, 2018, p. 5).El método químico para aguas residuales se basa en una diversidad de reacciones químicas que apoyan en la hidrolización de contaminantes químicos más fiables dentro de este proceso se encuentra (coagulación y oxidación avanzada (AOP), también incluida la ozonización y tratamiento fenton. Este método en la mayor parte suele utilizarse en combinación con técnica de fotocatalisis y membrana. Las técnicas del tratamiento físico en este caso la técnica de filtracion por membrana que se viene empleando de más en PTAR (Saleh et al, 2020, p. 8,36)

Dentro de la aplicación de los métodos fisicoquímicos se encuentra uno de los procesos de adsorción, la cual es muy eficaz para eliminar estos contaminantes emergentes. El adsorbente de uso frecuente es el carbón activado la cual muestra un potencial para la eliminación de CE selectivas, los nanotubos de pared mostraron un excelente potencial en la eliminación de CE seleccionadas, por ejemplo, tetraciclina 92%, amoxicilina menos del 90% ibuprofeno y triclosán 100% y por último norfloxacin 100%. La finalidad de este tratamiento es convertir los contaminantes a compuestos menos dañinos o que sean más biodegradables (Jing et al., 2020, p.3,4).

Se busca el potencial de la floculación y coagulación para eliminar productos farmacéuticos de las aguas residuales sin tratar. Ambos métodos, coagulación y ultrafiltración mostraron una eliminación similar de coloides, durante la ultrafiltración, la retención de estos fármacos llego a alcanzar valores de hasta 93

± 4%. Por otro lado, en cuanto a la eliminación de coloides con floculación no se observó eliminación farmacéutica (Kooijman et al, 2020, p. 5,6).

Los procesos de membrana se utilizan en el tratamiento del agua para eliminar de sus partículas suspendidas, bacterias y contaminantes. Microfiltración y ultrafiltración son procesos de membrana utilizados en la eliminación de partículas finas en el rango de 0,1-0,01 mm. Los procesos de separación de membrana han demostrado ser muy efectivo en aguas residuales y tratamiento de aguas. La ventaja de estos procesos son la sencillez, eficiencia energética, reducción de residuos, reducción de productos químicos, un proceso continuo y automatizado. Los costos para este proceso son relativamente costosos (Urosevic Tijana, Trivunac Katarina, 2020, p. 4,32). La Tecnología de separación de membrana se aplica para la desalación de agua, separación de metales tóxicos, este proceso son algo caro, consumen mucha energía, pero el objetivo es producir alta calidad del agua. Se considera MBSP, Microfiltración, Ultrafiltración, Nanofiltración, Osmosis inversa y Osmosis directa (Dharupaneedi et al, 2019, p. 6,9).

Las técnicas convencionales de tratamiento biológico no son eficientes para eliminar estos contaminantes emergentes y que los métodos fisicoquímicos tienen alto costo. También informa que la digestión anaerobia (DA) degrada la mayoría de CE, esta se refiere a la degradación de biodegradables, materia orgánica por bacterias anaerobias facultativas en condiciones anaerobias y la conversión de materia orgánica en biogás, se considera una tecnología mejorada que tiene alta estabilidad y abundancia en la comunidad microbiana (Ji, 2020, p. 2).

De tal manera, se ha logrado mediante la revisión sistemática identificar los procedimientos de los métodos fisicoquímicos, donde se muestra una variedad de técnicas las cuales han evidenciado la eficiencia de eliminar los contaminantes emergentes en aguas residuales.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, es aquella que busca generar conocimiento mediante la aplicación de forma directa a los problemas de la sociedad, basada fundamentalmente en nuevos conocimientos tecnológicos de la investigación básica (Lozada, 2014, p. 35). La investigación busca componer una metodología para el tratamiento de la eliminación de contaminantes emergentes y así mejorar las tecnologías.

Se utilizó un diseño de narrativo de tópicos que consiste en un procedimiento de selección de información narrativa de las prácticas de integrantes respecto al planteamiento del problema; para enfocarse de manera general en las narrativas individuales, esto quiere decir, los investigadores colocan narraciones y hechos de los integrantes (González, 2018, p. 69). La investigación cumple con un diseño de narrativo de tópicos porque utilizará artículos de fuentes confiables para poder responder al problema que se ha planteado.

3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

La investigación se divide en categorías y subcategorías, esto nos permitió establecer los objetivos y contestar los problemas.

Tabla N°1. Matriz de categorización apriorística

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
¿Cuáles son los métodos fisicoquímicos más usados en la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales?	Identificar los métodos fisicoquímicos más usados en la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales	Métodos fisicoquímicos más usados (Campo et al., 2018, p. 3)	Coagulación- floculación (Carrasquero et al., 2015, p. 3) Adsorción (Valladares et al., 2017, p. 7) Electrocoagulación (Magaña-Irons et al., 2020, p. 4)	De acuerdo al método fisicoquímico más utilizado	De acuerdo a sus características de eliminación de contaminantes emergentes
¿Cuáles son los tipos de contaminantes emergentes	Identificar los tipos de contaminantes emergentes en aguas residuales	Tipos de contaminantes emergentes	Pesticidas (Pachés, 2020, p.3) Productos farmacéuticos (Pachés, 2020, p.3)	De acuerdo a su toxicidad y origen	De acuerdo a sus efectos sobre el medio ambiente

presentes en aguas residuales?		(Oropesa et al, 2020, p.2)	Surfactantes (Pachés, 2020, p.4) Productos para el tratamiento de aguas (Pachés, 2020, p.4)		
Identificar los beneficios de los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales	¿Cuáles son los beneficios de los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales?	Beneficios de los métodos fisicoquímicos (Yadav et al, 2019, p. 5)	Eficiencia de eliminación de contaminantes emergentes (Yadav et al, 2019, p. 8) Costos de operación (Yadav et al, 2019, p. 10)	De acuerdo al beneficio que se obtiene con cada uno de los métodos fisicoquímicos	De acuerdo a la eficiencia de cada tipo de métodos fisicoquímicos

Fuente: Elaboración propia

3.3 Escenario de estudio

El escenario de estudio de la investigación fueron los centros de investigación, laboratorios de centros especializados que tienen relación al tratamiento de aguas residuales y métodos fisicoquímicos.

3.4 Participantes

Las fuentes de información para la presente investigación se fundamentaron en la recopilación de artículos de revistas indizadas de las siguientes bases de datos: ScienceDirect, Scielo y Scopus.

3.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

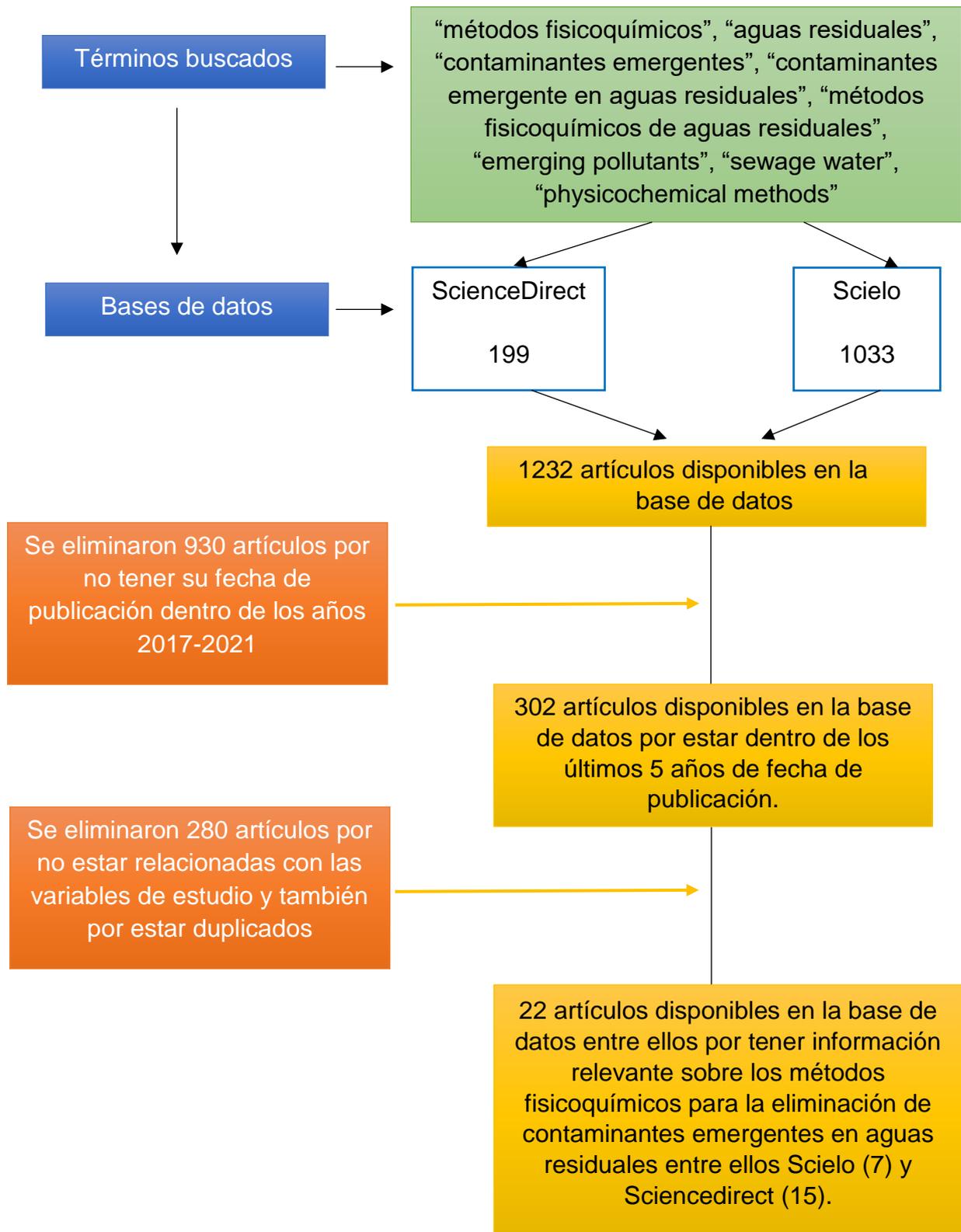
En la investigación se utilizó la técnica de análisis documental. Esta técnica consiste en la revisión de textos y documentos (libros, artículos científicos, revistas) de manera sistemática (Gamboa, 2016, p. 21).

Un instrumento de recolección de datos cualitativos es aquello que se determina como un elemento para la ejecución de los datos principales para la realización de la investigación (Troncoso & Amaya, 2017, p. 332). En ello debe encontrarse el problema, los objetivos, la categoría, los autores, los resultados, conclusiones y recomendaciones para próximos trabajos de investigación a través de esta revisión sistemática. La ficha de recolección de datos proporciona una mejor comprensión para el análisis de las categorías y subcategorías. Se adjunta la **ficha N°1, como anexo 1.**

3.6 Procedimiento

El procedimiento que se realizó fue la identificación de 1244 artículos en la base de datos como: ScindeDirect, Scielo y Scopus. Se utilizaron las palabras claves como: “métodos fisicoquímicos”, “aguas residuales”, “contaminantes emergentes”, “contaminantes emergentes en aguas residuales”, “métodos fisicoquímicos de aguas residuales”, “emerging pollutants”, “sewage water”, “physicochemical methods”, además para la búsqueda de información, se consideró artículos en el idioma español e inglés. También como criterio de inclusión se tomó los artículos con fecha de publicación de los últimos 5 años y como criterio de exclusión no se escogieron artículos duplicados ni que no tengan en sus títulos las variables de estudio.

Figura 1. Diagrama de flujo de artículos identificados y excluidos.



3.7 Rigor científico

Se establecieron 4 criterios como: la dependencia, la credibilidad, la transferibilidad y la auditabilidad.

La dependencia hace referencia al aporte de información que ayude a entender el método que se ha empleado y su respectiva efectividad. Además, se incorpora el diseño de estudio (Varela y Vives, 2016, p.4). La investigación cumple con el criterio de dependencia porque presenta coherencia de los datos con respecto a investigaciones de los métodos fisicoquímicos.

La credibilidad indica la conexión de los avances con la realidad. También, hace referencia a aplicación de métodos para el entendimiento de la organización en estudio e instrumentos: análisis de documentos, entrevistas y el análisis conjunto y crítico del grupo de investigadores (Varela y Vives, 2016, p. 4). La investigación cumple con el criterio de credibilidad porque tiene como instrumento de fiabilidad la ficha de recolección de datos.

La transferibilidad se refiere al compromiso del investigador de brindar adecuada información sobre la investigación y poder comparar los nuevos conocimientos con otros (Varela y Vives, p.4, 2016). La investigación cumple con el criterio de transferibilidad porque compara la información con otros estudios similares de métodos fisicoquímicos.

La auditabilidad se refiere a la habilidad o competencia de otro investigador para orientarse sobre las ideas que el investigador original ha ejecutado sobre la investigación (Varela y Vives, 2016, p.4). La investigación cumple con el criterio de auditabilidad porque sostiene la dirección de investigación clara y concisa acerca de los métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales, especificando lo tipos de contaminantes.

3.8 Método de análisis de datos

Para el desarrollo de la investigación se analizó la información de los artículos del tema. Denominamos a las categorías como tipos de métodos fisicoquímicos, especificando a ellos como Coagulación, Floculación y Adsorción; los contaminantes emergentes más resaltantes fueron los productos farmacéuticos. En las subcategorías identificamos la variedad de métodos fisicoquímicos, tipos de contaminantes emergentes y los beneficios de los métodos fisicoquímicos.

3.9 Aspectos éticos

De acuerdo a la Resolución de Consejo Universitario n° 0262-2020/UCV, el código de ética en investigación de la universidad privada César Vallejo, tiene como finalidad que las investigaciones elaboradas en el centro de estudio, cumplan con los estándares de rigor científico, responsabilidad e honestidad, para lograr consolidar la exactitud del conocimiento Científico, para así proteger los derechos de autor de los estudios, y que permita fomentar las buenas prácticas científicas en las investigaciones.

Asimismo, el código de ética en investigación de la universidad privada cesar vallejo (2020), en el Artículo 9, resalta la política anti plagio, del cual refiere que, si se llega a detectar plagio por parte del investigador, será evaluado por el comité de ética, en el cual se encargará de sancionar al investigador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla N° 02. Artículos sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes

Autor y Año	Lugar	Métodos Fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes	Contaminantes emergentes que se eliminaron	Beneficios de los Métodos Fisicoquímicos
<i>Corbacho et al. 2019</i>	España (Andalucía)	Nanofiltración	Cafeína, teobromina, teofilina, amoxicilina y penicilina.	La Nanofiltración eliminó estos contaminantes del agua residual la cual es apta para su posterior reutilización.
<i>Yaday et al. 2019</i>	Australia	Coagulación, Floculación.	Metanfetamina, MDMA, codeína, morfina.	Dentro del uso de lodos activados convencionales, biorreactor de membrana, AS de película fija integrada, el proceso de coagulación y floculación fue la más eficiente en la eliminación de estos contaminantes con una aproximación del 99%.

<i>Kumari et al. 2021</i>	India	Electrocoagulación	Acetaminofén	El mecanismo para la eliminación de acetaminofén fue la unión de H en los flóculos de Al (OH) ₃ .
<i>Huang et al. 2019</i>	China	Nanofiltración	Cafeína, diclofenaco y octifenol.	El uso la Nanofiltración con pretratamiento de coagulación fue el más notable en cuanto a la eliminación de estos contaminantes con un porcentaje de no mayor a 95%.
<i>Lan et al. 2019</i>	China	Nanofiltración, Osmosis Inversa.	Tetraciclina y sulfamidas.	El uso de la Nanofiltración y Osmosis Inversa redujeron la cantidad de estos contaminantes emergentes de manera eficiente 4.98 -9.52 logs de remoción en comparación de las aguas residual sin tratar.
			Productos farmacéuticos: Carbamazepina,	La aplicación de la reacción de Fenton neutra como postratamiento de los dos

<p><i>Estrada et al.</i> 2016</p>	<p>México</p>	<p>Coagulación, Precipitación Química y Fenton neutro.</p>	<p>deshidronifedipina, meprobamato, sertralina, propranolol,propoxife no, norverapamilo, diazepam, metoprolol, ofloxacina, norfloxacina, fluoxetina, eritromicina-H2O, difenhidramina, dehidronifedipina, claritromicina, hidroclorotiazida y albuterol.</p>	<p>efluentes es prometedor para la eliminación de contaminantes emergentes (hasta el 100%) y para asegurar una alta calidad del agua tratada.</p>

<p>Garcia et al. 2021</p>	<p>España</p>	<p>Adsorción</p>	<p>Productos farmacéuticos: Sulfametoxazol, bezafibrato, ibuprofeno, diclofenaco, naproxeno, carbamazepina y primidona.</p>	<p>Se obtuvieron resultados de eliminación mayores al 80% para la totalidad de los contaminantes emergentes.</p>
<p>Gogoi et al. 2018</p>	<p>India</p>	<p>Nano filtración (NF)</p>	<p>Productos farmacéuticos: Diclofenaco, Ibuprofeno, Metronidazol, Moxifloxacino.</p>	<p>Se ha demostrado que la NF es una opción propicia para la dispensación de productos farmacéuticos, ya que puede lograr una eficiencia de eliminación superior al 90%.</p>
	<p>Brazil</p>	<p>Osmosis Inversa</p>	<p>Plaguicidas Carbendazim, diurón y atrazina.</p>	<p>En cuanto al uso de MBR, carbón activado y osmosis inversa</p>

<i>Santos de Almeida et al. 2020</i>				demostraron ser más eficientes en la remoción de plaguicidas.
<i>Lumin et al. 2021</i>	China	Electro - Fenton	Productos farmacéuticos; Antibióticos, analgésicos, esteroides, antidepresivos, antipiréticos, estimulantes, fármacos antibacterianos, analgésicos, hormonas, fármacos antiinflamatorios.	La eficacia de eliminación de antibióticos como el prednisolona, cloranfenicol y tiam-fenicol alcanza el 97,0% -98,8%.
<i>Martínez et al. 2021</i>	Colombia	Foto electro-Fenton	Productos farmacéuticos: Azitromicina, carbamazepina,	La eliminación al 85% es una buena característica para limitar la proliferación de la resistencia a los antibióticos.

			ciprofloxacina, claritromicina.	
<i>Khan et al. 2020</i>	China	Adsorción	Productos farmacéuticos: triclosán, nonilfenol, paracetamol, carbamazepina	La degradación de CE representa más del 80% también promueve la biodegradación de CE hasta cierto punto, porque la adsorción aumenta el tiempo de retención.
<i>Espina D. Marcela A., et al. 2018</i>	Brasil	Adsorción	Diclofenaco	La adsorción del diclofenaco sobre el carbón activado es mayor a temperaturas más altas.
<i>Robledo et al. 2017</i>	México	Electrocoagulación	Productos farmacéuticos: Paracetamol, lidocaína, bromfeniramina, fexofenadina, anfetamina, morfina, benzoilecgonin.	La eliminación de contaminantes emergentes presentes en las aguas residuales fue de 25.8 %, con extremos de 0 y 74.5 % para el polietilenglicol y metadona, respectivamente.

<p>Vincenzo et al. 2020</p>	<p>Filipinas</p>	<p>Adsorción</p>	<p>Productos farmacéuticos: Diclofenaco, carbamazepina y amoxicilina.</p>	<p>La remoción al 90% de contaminantes emergentes no solo fue eficiente sino, también en la generación de efluentes tratados seguros y menos tóxicos; mostrando así su potencial como método avanzado para el tratamiento de aguas residuales.</p>
<p>Cristovao et al. 2019</p>	<p>Portugal</p>	<p>Nanofiltración</p>	<p>Paclitaxel, etopósido, ciclofosfamida y ifosfamida.</p>	<p>Al utilizar dos membranas representativas que son: Desal 5DK y NF270, el uso de nanofiltración utilizando estos dos puntos de referencia El Desal 5DK, fue más eficaz obteniendo un 89% rechazando estos medicamentos.</p>
<p>Ensano et al. 2019</p>	<p>Italia</p>	<p>Electrocoagulación</p>		<p>Se obtuvo una alta reducción farmacéutica a una densidad de corriente elevada y duración prolongada de la electrolisis.</p>

			Diclofenaco, carbamazepina y amoxicilina.	
<i>Karelid et al. 2017</i>	Suiza	Adsorción	Compuestos farmacéuticos.	El uso de adsorción mediante carbón activado granular y el polvo ambos en su evaluación en cuanto a la remoción de estos compuestos el uso de carbón activado granular fue el más eficiente con un 95%.
<i>Garcia et al. 2017</i>	España	Nanofiltración	Triclosán, acetaminofén, cafeína, diazepam, diclofenaco, ibuprofeno, naproxeno, sulfametoxazol y trimetoprima.	En la implementación de tres membranas de Nanofiltración (TFC-SR2, NF-270 y MPS-34). Hubo mayor eficiencia de eliminación con la aplicación de la membrana MPS-34.

<i>Dindas Gizem B., et al. 2020</i>	Turquía	Electrocoagulación, Electro-fenton y Oxidación Fotocatalítica.	Productos farmacéuticos.	Se logró degradar y descomponer contaminantes recalcitrantes mediante el uso de electro-fenton.
<i>Deemter et al. 2021</i>	Italia	Nanofiltración y foto-fenton	Cafeína, imidacloprid, triacloprid, carbamazepina y diclofenaco.	El Foto-fenton logró degradar o eliminar eficazmente cualquier micro contaminante residual utilizando el persulfato.
<i>Parque et al. 2018</i>	Japón	Coagulación	Tetraciclina, ácido mefenámico, atenolol, furosemida, ketoprofeno y diclofenaco.	La eliminación de productos farmacéuticos y cuidado personal fue más eficiente con la adición de del coagulante cloruro de poli aluminio.

Entre los resultados obtenidos, los métodos fisicoquímicos más utilizados para la eliminación de contaminantes emergentes fue el método de Adsorción que obtuvo el 90% de efectividad en eliminar productos farmacéuticos en aguas residuales (Gogoi et al, 2018, pág.9); de acuerdo al autor (Estrada et al, 2021), en cuanto al uso del método de Coagulación y Fenton alcanzó un 100% de eficiencia en la eliminación de estos contaminantes emergentes como la carbamazepina entre otros. (Yaday et al, 2019, pág. 10) en el proceso de coagulación tuvo una aproximación de 99% en la eliminación de la metanfetamina; MDMA; codeína, morfina y un metabolito todas consideradas drogas presente en cuatro plantas de tratamiento de agua residual (pág. 8). A pesar de que hay otras alternativas en cuanto a la eliminación de los contaminantes emergentes, principalmente de productos farmacéuticos.

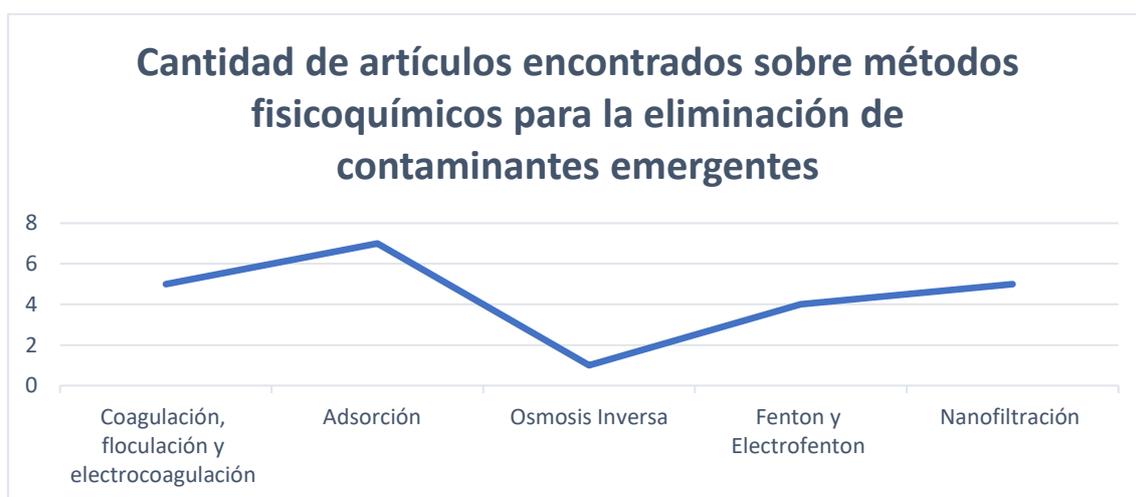
(Lan et al, 2019) Los métodos biológicos no redujeron la cantidad de genes de resistencia a los antibióticos (tetraciclina, sulfamidas); por lo contrario, el método de Nanofiltración y Osmosis Inversa si redujeron estos contaminantes de las aguas residuales (pág. 2); los métodos fisicoquímicos suelen ser costosos a comparación de los métodos biológicos que son más económicos; sin embargo, invertir en estas nuevas técnicas tendría como resultados, la reutilización de estas aguas contaminadas.

Por otro lado, se destaca que la mayoría de contaminantes emergentes logran ser removidos o eliminados con gran efectividad, esto depende del proceso o técnica a utilizar; por ejemplo: la carbamazepina, diclofenaco, ibuprofeno y la cafeína y entre otros productos farmacéuticos son los más destacados en los tratamientos que se propone en cuanto a los artículos recopilados. Estos contaminantes son tratados mediante diferentes procesos como Adsorción, Fenton, Flocculación, Coagulación, Osmosis Inversa, Nanofiltración, etc.

Tabla Nº 03. Cantidad de artículos encontrados sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes.

MÉTODOS FISICOQUÍMICOS	CANTIDAD DE ARTÍCULOS ENCONTRADOS
COAGULACIÓN, FLOCULACIÓN Y ELECTROCOAGULACIÓN	5
ADSORCIÓN	7
OSMOSIS INVERSA	1
FENTON Y ELECTROFENTON	4
NANOFILTRACIÓN	5
TOTAL	22

Figura 2. Cantidad de artículos encontrados sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes.



Durante la investigación se logró compilar un total de 22 artículos científicos en la cual se utilizó métodos fisicoquímicos para eliminación de contaminantes emergentes. Siendo el método de Adsorción con el uso de carbón activado los métodos más utilizados con un total de 7 artículos encontrados; Huang, et al (2019); Garcia Laura, et al (2021); Karelid, et al (2017); Espina de Franco, et al (2018); Vincenzo, et al (2020); Santos de Almeida, et al (2020); y Jing, et al (2020).

Por otro lado, se recopiló con gran frecuencia los métodos de nanofiltración; habiendo encontrado un total de 5 artículos científicos; Corbacho, et al (2019); Gogoi, et al (2018); Cristovao, et al (2019); Garcia, et al (2017); y otros 5 artículos para el método de coagulación, floculación y electrocoagulación dentro de estos artículos se encuentran; Yaday, et al (2019); Ensano, et al (2019); Robledo Victor, et al (2017); Parque, et al (2018); y Kumari, et al (2021).

Dentro de los métodos Fenton y Electro Fenton se lograron recopilar 4 artículos científicos; Estrada, et al (2021); Liu Lumin, et al (2021); Martínez Diana, et al (2021); y Basaran, et al (2020).

El método de osmosis inversa fue el articulo con menor información que se recopiló en esta revisión sistemática; Lan. et al (2019).

V. CONCLUSIONES

Se concluye que los métodos fisicoquímicos encontrados en las bases de datos durante toda la investigación fueron los siguientes: Coagulación, Floculación, Electrocoagulación, Adsorción, Carbón Activado, Osmosis Inversa, Fenton, Electro Fenton y Nanofiltración.

Se identificó que los métodos fisicoquímicos más utilizados en la eliminación de contaminantes emergentes fueron: La Adsorción y la Nanofiltración. Se obtuvieron resultados de eliminación mayores al 80% en la gran parte de los contaminantes emergentes como productos farmacéuticos (Diclofenaco, Carbamazepina, Paracetamol y Amoxicilina) presentes en las aguas residuales; además, el método de Adsorción demostró su eficiencia en la generación de efluentes tratados seguros y menos tóxicos; mostrando así su potencial como método avanzado para el tratamiento de aguas residuales.

Se identificó que los contaminantes emergentes presentes en aguas residuales en su mayoría fueron los productos farmacéuticos como analgésicos, antibióticos, antimicrobianos y antihipertensivos. Entre ellos se encontraron: Carbamazepina, Paracetamol, Ibuprofeno, Deshidronifedipina, Meprobamato, Sertralina, Propranolol, Propoxifeno, Diazepam, Metoprolol, Ofloxacina, Norfloxacin, fluoxetina, Ketoprofeno y Diclofenaco. Estos fármacos son usados por gran parte de personas a nivel mundial mediante la automedicación.

Se identificó que los beneficios de los métodos fisicoquímicos respecto a los costos de operación resultan ser muy altos, debido al sistema de tratamiento de diferentes tipos de aguas residuales tratadas y los modelos aplicables. Además, en su totalidad las investigaciones priorizan el rendimiento de los catalizadores y sus mecanismos de degradación para eliminar los diferentes tipos de contaminantes emergentes.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a recopilación de información sobre métodos fisicoquímicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales, la mayoría de los artículos se encontraban en inglés y no eran de fácil acceso.

Se recomienda realizar estudios más exactos sobre las nuevas tecnologías que se están aplicando en la eliminación de contaminantes emergentes como son los métodos de oxidación avanzada.

Se sugiere una investigación detallada y profunda sobre las características y patrones de comportamiento de contaminantes emergentes y qué tipo de método sería el más eficaz para su total eliminación según las condiciones en las que están presentes en el medio acuático.

Se sugiere que en futuros estudios se continúe investigando sobre los mecanismos de eliminación y otros aspectos, al mismo tiempo que se evalúa el costo económico y el beneficio de los tratamientos específicos de aguas residuales. Esto puede crear un avance significativo para la tecnología en términos de competitividad de costos de producción.

REFERENCIAS

CAMPO VERA, Yesenia, et al. Evaluación preliminar del efecto del quitosano y cascara de naranja en la coagulación-floculación de aguas residuales. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 2018, vol. 21, no 2, p. 565-572. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262018000200565&script=sci_abstract&lng=en

ISSN 0123-4226

CHOI Younghun et al. Identification, quantification, and prioritization of new emerging pollutants in domestic and industrial effluents, Korea: Application of LC-HRMS based suspect and non-target screening. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, volume 402. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420316927>

ISSN 0304-3894

CRISTOVAO, M., et al. Treatment of anticancer drugs in hospital and wastewater effluents using nanofiltration, 2019, volume 224, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586618331927>

ISSN 1383-5866

DEEMTER, Dennis., et al. Effect of salinity on preconcentration of contaminants of emerging concern by nanofiltration: Application of solar photo-Fenton as a tertiary treatment, 2021, volume 756, [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720371242>

ISSN 0048-9697

DELGADO Nasly et al. Pharmaceutical emerging pollutants removal from water using powdered activated carbon: Study of kinetics and adsorption equilibrium. *Journal of Environmental Management*, 2019, volume 236. [Fecha de consulta:

18 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719301306>

ISSN 0301-4797

DÍAZ, Miguel, et al. Selección de programa químico de tratamiento para aguas residuales oleosas. *Centro azúcar*, 2017, vol. 44, no 2, p. 89-100. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612017000200010

ISSN 0253-5777

DINDAS, Gizem B., et al. Treatment of pharmaceutical wastewater by combination of electrocoagulation, electro-fenton and photocatalytic oxidation processes, 2020, volume 8, [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720301251>

ISSN 2213-3437

DO MINH Tam et al. Biochar based catalysts for the abatement of emerging pollutants: A review. *Chemical Engineering Journal*, 2020, volume 394. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720308470>

ISSN 1385-8947

EGEA-CORBACHO Agata et al. Removal of emerging contaminants from wastewater using nanofiltration for its subsequent reuse: Full-scale pilot plant, *Journal of Cleaner Production*, 2019, Volume 214. [Fecha de consulta: 30 de Setiembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618340289>

ISSN 0959-6526

ENSANO, Benny M., et al. Applicability of the electrocoagulation process in treating real municipal wastewater containing pharmaceutical active compounds,

2019, volume 361, [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389418306484>

ISSN 0304-3894

ESPINA D. Marcela A., et al. Diclofenac removal from water by adsorption using activated carbon in batch mode and fixed-bed column: Isotherms, thermodynamic study and breakthrough curves modeling, 2018, volume 181, [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618301604>

ISSN 0959-6526

ESTRADA-ARRIAGA Edson Baltazar et al. Assessment of full-scale biological nutrient removal systems upgraded with physico-chemical processes for the removal of emerging pollutants present in wastewaters from Mexico. Science of The Total Environment, 2016, volume 571. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716315650>

ISSN 0048-9697

GABRIEL-ORTEGA, Julio. Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. Journal of the Selva Andina Research Society, 2017, vol. 8, no 2, p. 155-156. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008

ISSN 2072-9294

GAMBOA BULLA, Liliana. Análisis documental de la importancia de la gestión del conocimiento para la cultura de la investigación en las instituciones educativas. 2016. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en:
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1016/T-O-19593.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCIA Laura et al. A review of the adsorption-biological hybrid processes for the abatement of emerging pollutants: Removal efficiencies, physicochemical analysis, and economic evaluation. Science of The Total Environment, 2021,

volume 780. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721016223>

ISSN 0048-9697

GARCIA IVARS J., et al. Nanofiltration as tertiary treatment method for removing trace pharmaceutically active compounds in wastewater from wastewater treatment plants, 2017, vol. 125, [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135417307327>

ISSN 0043-1354

GILPAVAS, Edison, et al. Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2018, vol. 34, no 1, p. 157-167. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000100157

ISSN 0188-4999

GOGOI et al. Occurrence and fate of emerging contaminants in water environment: A review, *Groundwater for Sustainable Development*, pages 169-180,2018, volume 6. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352801X17302217>

ISSN 2352-801X

HERNÁNDEZ-QUIROZ, Manuel, et al. Determinación de la distribución de contaminantes emergentes en agua intersticial en sedimentos de humedal mediante la optimización y validación de un método analítico , 2019, vol. 35, no 2, p. 407-419. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000200407

ISSN 0188-4999

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P. Diseños del proceso de investigación cualitativa. *R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación*, 2014, p. 468-507. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2021]. Disponible en: <https://issuu.com/cea-uiem/docs/4>

HERNANDEZ T. Rafael, et al. Determination of pharmaceuticals Discharged in wastewater from a public hospital using LC-MS/MS Technique, 2021, vol. 65, [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-249X2021000100094&lang=es

ISSN 1870-249X

HUANG Zhujian et al. Performance evaluation of integrated adsorption-nanofiltration system for emerging compounds removal: Exemplified by caffeine, diclofenac and octylphenol, *Journal of Environmental Management*, 2019, Volume 231. [Fecha de consulta: 23 de Setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718311022>

ISSN 0301-4797

Jl, J., et al. Anaerobic membrane bioreactors for treatment of emerging contaminants: A review, 2020, volume 270, [Fecha de consulta: 25 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720308434>

ISSN 0301-4797

KARELID, Víctor., et al. Pilot-scale removal of pharmaceuticals in municipal wastewater: Comparison of granular and powdered activated carbon treatment at thre wastewater treatment plants, 2017, volume 193, [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717301603>

ISSN 0301-4797

KHAN et al. Recent trends in disposal and treatment technologies of emerging-pollutants- A critical review, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2020, Volume

.122. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993619305722>

ISSN 0165-9936

KOOIJMAN, G. et al; Perspective of coagulation/flocculation for the removal of pharmaceuticals from domestic wastewater: A critical view at experimental procedures, 2020, Volume 34. [Fecha de consulta: 19 de junio de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714420300404>

ISSN 2214-7144

KUMARI, Shweta y KUMAR, Naresh. River water treatment using electrocoagulation for removal of acetaminophen and natural organic matter, 2021, volume 273, [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520327661>

ISSN 0045-6535

LAN, LIHUA., et al. High removal efficiency of antibiotic resistance genes in swine wastewater via nanofiltration and revers osmosis processes, 2019, volume 231, [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718312076>

ISSN 0301-4797

LIU Lumin et al. Treatment of industrial dye wastewater and pharmaceutical residue wastewater by advanced oxidation processes and its combination with nanocatalysts: A review. Journal of Water Process Engineering, 2021, volume 42. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714421002099>

ISSN 2214-7144

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50. [Fecha de consulta: 3 de

julio de 2021]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

ISSN-e 1390-9592

MAGAÑA-IRONS, Lisset, et al. Remoción de contaminantes del residual lácteo por electrocoagulación con electrodos de aluminio. *Tecnología Química*, 2020, vol. 40, no 1, p. 17-34. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852020000100017

ISSN 2224-6185

MARTÍNEZ-PACHÓN, Diana et al. Treatment of wastewater effluents from Bogotá – Colombia by the photo-electro-Fenton process: Elimination of bacteria and pharmaceutical. *Science of The Total Environment*, 2021, volume 772. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720384230>

ISSN 0048-9697

NAJMI, Mahnoush. et al. Removal of personal care products (PCPs) from greywater using a submerged membrane bioreactor (SMBR): The effect of hydraulic retention time, 2020, volumen 18, [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720307818>

ISSN 2213-3437

PARK, Junwon., et al. Membrane fouling control and enhanced removal of pharmaceuticals and personal care products by coagulation-MBR, 2018, volume 197, [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518300729>

ISSN 0045-6535

PARK Naree et al. Emerging pharmaceuticals and industrial chemicals in Nakdong River, Korea: Identification, quantitative monitoring, and prioritization. *Chemosphere*, 2021, volume 263. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2021].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520322098>

ISSN 0045-6535

PINOS V. Verónica., et al. Emerging Contaminants in Trans-American Waters, 2019, vol. 14, [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/VWq5Yfnz3cLRbtxyWbPmgs/?format=pdf&lang=en>

ISSN 1980-993X

ROBLEDO ZACARÍAS, Víctor Hugo, et al. Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2017, vol. 33, no 2, p. 221-235. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000200221

ISSN 0188-4999

SALEH Iman A. et al. Removal of pesticides from water and wastewater: Chemical, physical and biological treatment approaches, 2020, vol. 19, [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186420313262>

ISSN 2352-1864

SANTOS DE ALMEIDA L. Thiago S., et al. Pesticides removal from industrial wastewater by a membrane bioreactor and post-treatment with either activated carbon, reverse osmosis or ozonation, 2020, volume 8, [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720308873>

ISSN 2213-3437

TAHERAN, M., et al. Emerging contaminants: Here today, ¡there tomorrow!, 2018, volume 10. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2215153218300540>

ISSN 2215-1532

UROSEVIC, Tijana y TRIVUNAC, Katarina. Achievements in low,-pressure membrane processes microfiltration (MF) and ultrafiltration (UF) for wastewater and water treatment, 2020, [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128173787000033>

ISBN 9780128173787

VALLADARES-CISNEROS, María Guadalupe, et al. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2017, vol. 16, no 31, p. 55-73. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v16n31/1692-3324-rium-16-31-00055.pdf>

VELIZ, Eliet, et al. Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola. *Tecnología y ciencias del agua*, 2016, vol. 7, no 1, p. 17-34. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222016000100017&script=sci_abstract&tlng=pt

ISSN 2007-2422

VIEIRA Yasmin et al. Microplastics physicochemical properties, specific adsorption modeling and their interaction with pharmaceuticals and other emerging contaminants. *Science of The Total Environment*, 2021, volume 753. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720355108>

ISSN 0048-9697

VINCENZO et al. Removal of contaminants of emerging concern from real wastewater by an innovative hybrid membrane process – UltraSound, Adsorption, and Membrane ultrafiltration (USAMe®), 2020, *Ultrasonics Sonochemistry*. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417720300857>

ISSN 1350-4177

VARELA RUIZ, Margarita; VIVES VARELA, Tania. Autenticidad y calidad en la investigación educativa cualitativa: multivocalidad. *Investigación en educación médica*, 2016, vol. 5, no 19, p. 191-198. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2021].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572016000300191&script=sci_arttext

YADAY MEENA K. et al. Removal of emerging drugs of addiction by wastewater treatment and water recycling processes and impacts on effluent-associated environmental risk, *Science of The Total Environment*, 2019, Volume 680. [Fecha de consulta: 30 de Setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719320807>

ZAIED, B., et al. A comprehensive review on contaminants removal from pharmaceutical wastewater by electrocoagulation process, 2020, volume 726, [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720316089>

ISSN 0048-9697

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

	FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TITULO: Eliminación de drogas de adicción emergentes mediante procesos de tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua e impactos sobre el riesgo ambiental asociado a los efluentes

AÑO DE PUBLICACION 2019	LUGAR DE PUBLICACION AUSTRALIA	BASE DE DATOS: Sciencedirect
-----------------------------------	--	--

TIPO DE INVESTIGACION: EXPERIMENTAL	AUTOR(ES): Meena K. Yadav , Michael D. Short, Cobus Gerber, John Awada , Ben van den Akker, Christopher P. Saint.
---	---

CODIGO :	0048-9697
PALABRAS CLAVES :	Lodo activado, Tratamiento terciario, Drogas de adicción y Eficiencia de eliminación.
TIPOS DE CONTAMINANTES EMERGENTES :	Drogas de adicción: cocaína (en forma de su principal metabolito BE); metanfetamina (METH); MDMA; y los opioides farmacéuticos: codeína y morfina.
MÉTODO FÍSICOQUÍMICO:	Coagulación-floculación, flotación, filtración y cloración.
PARAMETROS DE MEDICION DE LOS CONTAMINANTES :	DBO: demanda biológica de oxígeno; DQO: demanda química de oxígeno; NH 4: amoniaco como nitrógeno; NO 3 + NO 2: Nitrato + Nitrito como nitrógeno; SS: Sólidos suspendidos; TKN como nitrógeno; TP: fósforo total.

RESULTADOS :	Los datos indican que la cloración puede no ser eficaz en la eliminación de METH, morfina y BE, pero puede proporcionar una mejor eliminación de MDMA y codeína (p b 0,001). La eliminación de las drogas de la adicción. Después de la desinfección con cloración en las EDAR se desconoce; sin embargo, hay son algunos estudios de laboratorio sobre aguas superficiales y agua potable.
CONCLUSIONES :	Una evaluación de riesgos ambientales asociada con los fármacos específicos en efluentes tratados y reciclados de aguas residuales aguas revelaron que la mayoría de los compuestos presentan un nivel bajo de riesgo, con la excepción de la codeína, que se clasificó como de riesgo alto a medio en los efluentes no diluidos después de un tratamiento secundario y terciario, respectivamente.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Métodos Físicoquímicos para la Eliminación de Contaminantes Emergentes en Aguas Residuales: Revisión Sistemática", cuyos autores son MEZA GARCIA MIRELLA ALEXANDRA, CALLA TAIPE KEYLA FRANCINI, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Enero del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07268863 ORCID 0000-0003-1485-5854	Firmado digitalmente por: FSERNAQUEA el 15-01- 2022 18:25:56

Código documento Trilce: TRI - 0274790