



Universidad César Vallejo

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

Uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales. Revisión sistemática:2022

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

AUTORES:

Loayza Damiano, Oliver Edison (orcid.org/0000-0003-0208-8643)

Ruiz Terrones, Juan Manuel (orcid.org/0000-0002-0002-8391)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, por darnos la vida y estar siempre con nosotras, guiándonos a forjar nuestro camino. A nuestros padres y seres queridos por su amor, paciencia y apoyo para poder llegar a este momento y cumplir la meta de ser profesionales.

Agradecimiento

A Dios por permitirnos haber llegado en esta etapa importante en nuestra formación profesional. a nuestros maestros por brindarnos los conocimientos y a nuestro Asesor el Dr. Fernando A. Sernaque Aucchuasi por el apoyo constante es su asesoría, quien con sus conocimientos, dirección y enseñanza permitió el desarrollo del trabajo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



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: "Uso de la Electrocoagulación para la Remoción de Agentes Patógenos en Aguas Residuales. Revisión Sistemática:2022", cuyos autores son RUIZ TERRONES JUAN MANUEL, LOAYZA DAMIANO OLIVER EDISON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07268863 ORCID: 0000-0003-1485-5854	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 10- 12-2022 08:45:58

Código documento Trilce: TRI - 0481182

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, LOAYZA DAMIANO OLIVER EDISON, RUIZ TERRONES JUAN MANUEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Uso de la Electrocoagulación para la Remoción de Agentes Patógenos en Aguas Residuales. Revisión Sistemática:2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
RUIZ TERRONES JUAN MANUEL DNI: 47517190 ORCID: 0000-0002-0002-8391	Firmado electrónicamente por: JMRUIZT el 28-12-2022 20:11:05
LOAYZA DAMIANO OLIVER EDISON DNI: 76093022 ORCID: 0000-0003-0208-8643	Firmado electrónicamente por: OLOAYZAD el 22-12- 2022 20:59:54

Código documento Trilce: INV - 1399273

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo y diseño de investigación	28
3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística	28
3.3 Escenario de estudio	28
3.4 Participantes	28
3.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	29
3.6 Procedimiento.....	29
3.7 Rigor científico.....	31
3.8 Método de análisis de datos.....	32
3.9 Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes del uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	6
Tabla 2. Modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.....	33
Tabla 3. Valores óptimos de control de los parámetros frecuentemente evaluados en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.....	37
Tabla 4. Valor óptimo del pH en la remoción de agentes patógenos usando la EC	39
Tabla 5. Valor óptimo del tiempo en la remoción de agentes patógenos usando la EC	41
Tabla 6. Valor óptimo del voltaje en la remoción de agentes patógenos usando la EC	43
Tabla 7. Valor óptimo de la densidad de corriente eléctrica en la remoción de agentes patógenos usando la EC	44
Tabla 8. Distancia optima de electrodos en la remoción de agentes patógenos usando la EC	45
Tabla 9. Tipo de electrodos más usados en la remoción de agentes patógenos usando la EC.....	47
Tabla 10. Principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	49
Tabla 11. ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferentes métodos de desinfección del agua para la eliminación de patógenos.....	15
Figura 2. Síntomas causados por consumo de algunas bacterias presentes en el agua.....	16
Figura 3. Síntomas causados por consumo de virus presentes en el agua	18
Figura 4. Síntomas causados por consumo de parásitos presentes en el agua	19
Figura 5. Microorganismos presentes en el agua	20
Figura 6. Reacciones del proceso de electrocoagulación.....	21
Figura 7. Esquema del reactor de electrocoagulación	23
Figura 8. Múltiples aspectos de los reactores EC: (a) monopolar-paralelo, (b) monopolar-serie.....	24
Figura 9. Distintas configuraciones eléctricas de reactores EC: (c) bipolar-serie.....	25
Figura 10. Esquema de flujo de artículos identificados y excluidos.....	29
Figura 11. Reactores más usados en la remoción de agentes patógenos.....	36
Figura 12. Valor óptimo del pH.....	40
Figura 13. Valor óptimo del tiempo.....	42
Figura 14. Valor óptimo del voltaje	43
Figura 15. Distancia optima de electrodos	45
Figura 16. Electrodos más usados	48

RESUMEN

La electrocoagulación (EC) es un método electroquímico de aplicar una corriente eléctrica en aguas residuales y producir coagulante. En la actualidad (EC) en las aguas que está ganando cada vez más popularidad debido a su adaptación, costos bajos y es un método ecológico rentable que ha encontrado en gran medida eficaz en términos de eliminación de una extensa gama de Agentes patógenos. Esta revisión se centra principalmente estructurar el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales. Por lo cual las bases de información se obtuvieron de fuentes anexadas como: Ebsco, Scopus, ScienceDirect, empleando criterios de inclusión y exclusión para los artículos científicos. Por lo que se usaron no mayor a 5 años de antigüedad en inglés y español, inicialmente se obtuvo 752 documentos por la cual se ejecutó la filtración descartando documentos similares, antiguos y apartados del tema. Extrayendo seguidamente 35 documentos. Se identificó que el modelo de reactor Bach son más usados que el modelo de reactor continuo; de igual modo se ha definido que los valores adecuados de los parámetros óptimos son: pH 7, voltaje 30 v, distancia de electrodos 2cm, densidad de corriente eléctrica 200mA/cm², tiempo de 20 a 60 minutos y tipo de electrodo Al y Fe.

Palabras clave: Electrocoagulación (EC), agentes patógenos, aguas residuales, desinfección de aguas, revisión sistemática

ABSTRACT

Electrocoagulation (EC) is an electrochemical method of applying an electrical current to wastewater and producing coagulant. At present (EC) in waters which is gaining more and more popularity due to its adaptability, low costs and it is a cost-effective ecological method that has been found to be highly effective in terms of removal of a wide range of pathogens. This review is mainly focused on structuring the use of electrocoagulation for the removal of pathogens in wastewater. Therefore, the information bases were obtained from attached sources such as: Ebsco, Scopus, ScienceDirect, using inclusion and exclusion criteria for scientific articles. Therefore, no more than 5 years old in English and Spanish were used, initially 752 documents were obtained for which the filtering was carried out, discarding similar, old and separate documents from the subject. Then extracting 35 documents. It was identified that the Bach reactor model is more used than the continuous reactor model; In the same way, it has been defined that the appropriate values of the optimal parameters are: pH 7, voltage 30 V, distance between the electrodes 2 cm, electrical current density 200 mA/cm², time from 20 to 60 minutes and type of electrode Al and Faith.

Keywords: Electrocoagulation (EC), pathogens, wastewater, water disinfection, systematic review

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento de la población y el crecimiento industrial son rápidos en la mayoría de los países del mundo, el tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una tarea inevitable (Flores 2020). La Organización Mundial de la Salud informó en 2016 que aproximadamente 748 millones de personas no tienen acceso a fuentes de agua potable y desde 14 años se producen diariamente más de 4.500 muertes por enfermedades transmitidas por el agua (Avelar-gonzález, Harel eta Guerrero-barrera 2015). Como resultado 4,3 millones de personas mueren anualmente en los países en desarrollo (Zacharia et al. 2018).

Estas corrientes de aguas residuales engloban muchos tipos de patógenos que estas ocasionan un riesgo importante para la salud, estos elementos microbianos patógenos transmiten enfermedades agudas transmitidas por el agua y la muerte ocurre en todo el mundo,(Ghernaout 2019). hasta el momento se han identificado más de cien diferentes tipos de agentes patógenos que se han transmitido por el agua que pertenecen a bacterias, virus y protozoos (Singh et al. 2020). la mayoría de ellas son bacterias del tracto digestivo de los animales y humanos llamadas bacterias fecales , su desplazamiento para subsistir y procrear en el agua está limitada por la tensión fisiológico del medio ambiente acuático (Ríos, Agudelo eta Gutiérrez 2017)

En general, el agua no es el habitat natural de estas bacterias, por lo que su destino primordial es la de actuar como vehículo o puente de transmisión de enfermedades (Abdallah Zacharia, Anne H, Billy Ngasala 2018) ,muchos de estos patógenos que se encuentran generalmente en el agua potable son resistentes a los procesos de tratamiento químico(Mohammed 2019), estos pueden habitar en el tracto intestinal humano, amenazando así la salud humana (Wee, Kim eta B 2016), por ende los patógenos microbianos en el agua requieren el monitoreo adecuado por lo tanto, la muerte de los microorganismos patógenos en los medios acuáticos es más que vital para los humanos, animales y las plantas (Ghernaout 2019)(Yadav et al. 2016).

En las últimas décadas se ha ampliado numerosas tecnologías de diferentes tratamientos para tratar las aguas residuales industriales y abordar su impacto ambiental. Las experiencias más comunes son la biología, la filtración, la floculación, la absorción, la ingeniería térmica, física, química y electroquímica (Sarasti 2015). La cloración se ha utilizado durante décadas y es la tecnología líder para reciclar el agua reutilizada (Chahal et al. 2016), la fotocátalisis impulsada por energía solar para la desactivación de microorganismos ha atraído recientemente un gran interés (Gheraout, Touahmia eta Aichouni 2019).

Las técnicas electroquímicas incluyen la electrolisis de la coagulación, la electrooxidación y la peroxidación, estos métodos consisten en la utilización de un campo eléctrico entre un ánodo y un cátodo de los materiales propios de cada tecnología. la corriente utilizada proporciona la energía requerida e induce en las reacciones que ayudan a la desestabilización de moléculas contaminantes estimulando su precipitación y/o oxidación a compuestos más biodegradables (Tetsuya, Madhav eta Shacham-Diamand 2010). Entre las técnicas electroquímicas destaca la electrocoagulación (EC) esta técnica puede verse más cautivadora, especialmente si se compara con la coagulación química (Jiménez et al. 2016), que se utiliza cuando se necesita remover partículas que no han podido separarlos por filtración, decantación o separación (Wylęgała 2010).

La EC es el proceso que utiliza un electrodo a modo de fuente de iones metálicos para tratar ciertos contaminantes en las aguas residuales (Jiménez et al. 2016), estos iones, al entrar en contacto con el agua, forman ciertos hidróxidos metálicos oligómeros que actúan como coagulantes y se inmovilizan en condiciones de PH controlado. Los polímeros son grupos catiónicos con carga superficial limitada y pueden atraer microorganismos patógenos caracterizados por tener membranas externas cargadas negativamente (Marlière eta Dhahri 2015) (Rofifah 2020).

En la eliminación de patógenos usando electrodos de hierro con irradiación U (foto-electrocoagulación) para disminuir la turbidez y desactivación *E. Coli* del agua tratada en un municipio los autores mencionan que la remoción de *E. Coli*

se lleva por el enredo de los microorganismos en la formación de flóculos, además de los posibles ataques de especies desinfectante de cloro producidas electroquímicamente (hipoclorito y cloroaminas) (Ramírez Gastulo 2017). Una mejor comprensión de este comportamiento nos permitirá identificar formas de alterar el proceso para alterar la distribución de patógenos, así como identificar estrategias terapéuticas alternativas para controlar los patógenos asociados a las semillas (Chahal et al. 2016).

Por ello, es recomendable buscar nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente, como la electrocoagulación, que es un método probado para eliminar contaminantes (Lee eta Gagnon 2014). Esta técnica se encuentra extensa escala de utilidad que logra disminuir la aparición de diferentes contaminantes, como metales pesados (Garcia-Segura et al. 2017). Como ventajas del método de EC sobre el método de las reacciones químicas de coagulación, la reacción coagulante in situ (Moussa et al. 2017); Los costos de implementación son más accesibles , la cantidad de lodos se reduce (Brillas eta Martínez-Huitle 2015) durante el proceso de la coagulación química ya que se manejan varias reacciones químicas como también sales metálicas (Moussa et al. 2017).

Esta investigación se justifica analizar teóricamente los aspectos más relevantes para la remoción de agentes patógenos por el aporte al conocimiento, ya que no hay suficientes estudios relevantes sobre la remoción de agentes patógenos en aguas residuales mediante la EC. Por esta razón se encontró la penuria de investigar, estudiar y recopilar información selecta de los resultados de los estudios esmeradamente seleccionados y disponibles en los posteriores años para ayudar a las nuevas investigaciones reflexionar e influir en discusiones académicas del tema de estudio, lo que facilitara a generaciones futuras y hace que ciertas decisiones sean más prácticas y relevantes. Este proyecto intenta llenar estos vacíos de investigación y conocimientos mediante una revisión exhaustiva y crítica.

Sobre la realidad problemática se planteó una pregunta general ¿Cómo estructurar el uso de la electrocoagulación en la remoción de agentes patógenos en aguas residuales? De igual manera se formularon los problemas específicos:

¿Cuál es el modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?, ¿cuál es valor óptimo de control de los parámetros frecuentemente evaluados en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?, ¿Cuáles son los principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?, ¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?

Se dieron los siguientes objetivos en la actual investigación, a modo que el objetivo general se planteó estructurar el uso de la electrocoagulación en la remoción agentes patógenos en aguas residuales. Asimismo, se tuvo como objetivos específicos: Identificar el modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales; Definir el valor óptimo de control de los parámetros frecuentemente evaluados por el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales; Determinar los principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales e Identificar las ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residual.

II. MARCO TEÓRICO

Consideramos todos los antecedentes (**Tabla N°1**) que consistirán en contribuir a nuestro trabajo de investigación en relación a distintos trabajos que se plasmaron sobre la remoción de agentes patógenos mediante la electrocoagulación(EC) para el tratamiento de aguas residuales, se encontró que los parámetros de más utilizados, los mejores valores de control más óptimos, los parámetros estimados para el uso de la EC y asimismo su porcentaje de remoción , en la mayoría de todos los trabajos investigados se ha conseguido una adecuada remoción de diferentes contaminantes tal como el *E. Coli*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, entre otros.

Tabla 1. Antecedentes del uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales

N°	Agentes Patógenos	ELECTROCUAGULACION				Conclusiones	Referencia
		Ánodos	Carga/ Conductividad	Tiempo	Remoción		
1	Escherichia coli	Fe	200 A / m2	60 min	90% 95%	La discusión de una vía confiable para matar bacterias durante la CE asegura que este enfoque electroquímico puede ser una herramienta viable para matar bacterias.	(Gheraout 2019)
2	Escherichia coli	Al	Voltaje 30V; corriente 0.22A	60 min	99%	La eliminación de bacterias de las soluciones que contenían E. coli se realizó mediante EC utilizando electrodos de aluminio. Bajo condiciones de dosis equivalentes, la EC fue más efectiva que la coagulación química con sulfato de aluminio. Con una eficiencia del 97%, EC.	(Ricordel et al. 2014)
3	Pseudomonas aeruginosa (gram negativa)	Al	200 mA	12 min	100%	Los resultados de este trabajo muestran una eficiencia de remoción del 100% en aguas residuales contaminadas con Pseudomonas aeruginosa o E. coli, y una eficiencia de remoción del 99,86% en aguas con Staphylococcus aéreos.	(Gamero- Quijano, García et al. 2020)

4	Escherichia coli	Fe y Al	3A/m2 (2.65 A / m2.)	60 min	99.90 %	La tasa de remoción alcanzó 99.9% a (pH 7), amperaje (3 A), tiempo 60 min. Sin embargo, se obtienen valores 99% similares para el pH del agua. Residuo natural de 8.5.	(Aguilar Ascón 2015)
5	Escherichia coli	AL	1,5 mA / cm2	20 min	96%	Se descubrió que un reactor EC con deflectores a base de aluminio podía matar el 96 % de E. coli en aguas residuales sintéticas. Esto está en línea con el desempeño reportado en la literatura. Además, el reactor EC basado en aluminio con deflectores consume menos energía que la eficiencia del dispositivo. Dado que no se requiere equipo de mezcla de agua externo, por lo general	(Gheraout eta Elboughdiri 2020)

6	Coliformes totales (bacterias coliformes por Klebsiella, Enterobacter, Escherichia coli y Citrobacter)	Al	12_15 V	60 a 90 min	99.99 %	El procedimiento electroquímico dura (90min). Así que para la duración de reacción para eliminar las concentraciones coliformes totales y fecales tubo una remoción de un 99.99%. Sesostuvo en un tiempo aproximado entre 60 - 90 min.	(Araujo Salazar 2017)
8	coliformes totales	Cu	30 V	60 min	100%	Los resultados mostraron que, al aumentar el tiempo de reacción y la diferencia de potencial, la eficiencia de eliminación total de coliformes aumentó después de 60 minutos a 10 voltios, y las bacterias en las aguas residuales se eliminaron por completo después de 30 minutos a 30 voltios.	(Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzad eh, Narooie, Mehrizi, Mohammad i, et al. 2018)

9	Escherichia coli	Al	2 mA/cm ²	20 min	83%	<p>Se trabajó para evaluar el efecto del método CE en la inactivación de E. coli. Densidad actual. Este resultado indica que nunca se debe descuidar la densidad de corriente en la electrocoagulación para eliminar la proliferación de bacterias y neutralizar E. coli mejoró aproximadamente un 50 % con la extensión de la densidad de la corriente (0,5–1,5 mA/cm²). Esto indica que el rendimiento de CE del aluminio se puede mejorar aumentando la densidad de corriente.</p>	(Abdul-Husain eta Alramahi 2021)
---	------------------	----	----------------------	--------	-----	--	----------------------------------

10	AGENTES PATOGENOS perfringensesp oras	Fe	1000 μ S / cm	2h	10log	En los efluentes secundarios reales, la eliminación de bacterias fue superior a 3,5 log ₁₀ , la eliminación de ARB fue superior a 2,5log ₁₀ , las esporas se eliminaron entre 2 y 3 log ₁₀ y la eliminación de virus fue superior a 2,3 log ₁₀ .	(Bicudo et al. 2021a)
11	AGENTES PATOGENOS (Amebas, Flage- lados, Ciliados, Metazo- os)	Fe / Fe	200 A m-2	90 min	100%	La ejecución de CE a 200 A-2 metros durante 90 min utilizando la celda de Fe/Fe eliminó lentamente la carga orgánica y redujo la flora microbiana en las plantas de tratamiento de aguas servidas. El Fe(OH _n) y las masas orgánicas microbianas se adsorben como lodos, algunos de los cuales parecen estar sobreactivados. Bacterias heterótrofas Escherichia coli, enterococos, C. Los perfringens son los organismos más persistentes.	(Anfruns-Estrada et al. 2017b)

12	virus adenovirus, echovirus y calicivirus felino	Fe	(100 mA)	60 min	99.90 %	<p>Para tres de los cuatro bacteriófagos probados (fr, MS2 y P22), tanto la inactivación aparente como la eliminación física fueron mecanismos importantes de relajación de EC. Sin embargo, FX17 y tres virus de mamíferos (ADV, ECV y FCV) mostraron la mayor atenuación por eliminación física y fueron los menos susceptibles a la inactivación por hierro. FX17 representa la atenuación viral y es resistente a la inactivación del hierro, posiblemente debido a la repulsión electrostática entre FX17 y el hierro ferroso a pH 6 y/o protección de los viriones FX17 en agregados cerca de pH neutro. Fue el único bacteriófago sustituto</p>	(Heffron et al. 2019)
	Bacteriófagos						

13	E. coli (electrocoagulación ultrasónica)	Al	1,5 mA = cm ²	11 min	100%	a capacidad de un novedoso reactor híbrido de electrocoagulación ultrasónica para neutralizar patógenos (E.coli) presentes en el agua, investigado. Los resultados confirman que el nuevo reactor UE puede ser una alternativa útil y rentable a los métodos convencionales. desinfección del agua. E. coli ha disminuido significativamente con el tiempo, Se utilizan electrólisis, tiempo ultrasónico o densidad de corriente. Por el contrario, al aumentar la distancia entre los electrodos Deshabilitar E. bacterias coliformes	(Hashim, Ali, et al. 2020)
14	Cipermetrina (procedente del ganado aguas residuales)	Fe y Al	7.5 mA cm ⁻²	30 min	96%	CE redujo efectivamente la cipermetrina (96%) y COD (93%). Máxima eficiencia de eliminación de DQO (79 %), cloro (78 %), bromo (77%)	(Ramya et al. 2019) (Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete et al. 2020)

15	Gramnegativas Salmonella, patógeno E. coli) y Grampositivos (p.ej, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus)	Fe	10 mA / cm ²	90 min	1.6log	Este estudio muestra que, en ausencia de carroñeros oxidantes, la presión de HCO ₃ , una propiedad de concentración intrínseca del agua facilita en gran medida la inactivación bacteriana importante.	(Delaire 2016)
16	coliformes totales <hr/> termotolerantes <hr/> coliformes totales <hr/>			24h	93.80 % 93.80 % 100%		(Quijada 2016)
17	escherichia coli	Al	32,72 A/m ²	20 min	98.90 %	Los resultados fueron: 12400 NMP/100mL de coliformes totales y 447 NMP/100mL de escherichia coli. La corriente óptima fue 32,72 A/m ² , en área total de 0,08253 m ² y 2,7 A	(Poma eta Quispe 2016)

Por lo tanto, como se indica en los antecedentes, se describen las teorías relacionadas con el estudio de investigación como agentes patógenos (enfermedades transmitidas); electrocoagulación, sus aspectos más relevantes como también los parámetros más resaltantes en el procedimiento de remoción mediante el uso de la electrocoagulación.

El agua residual se refiere a un tipo de agua cuyas propiedades principales han cambiado debido al uso humano intensivo y debe ser pretratada antes de ser reutilizada porque los humanos contribuyen a su contaminación tanto sólido y líquido (Daughton, 2018).

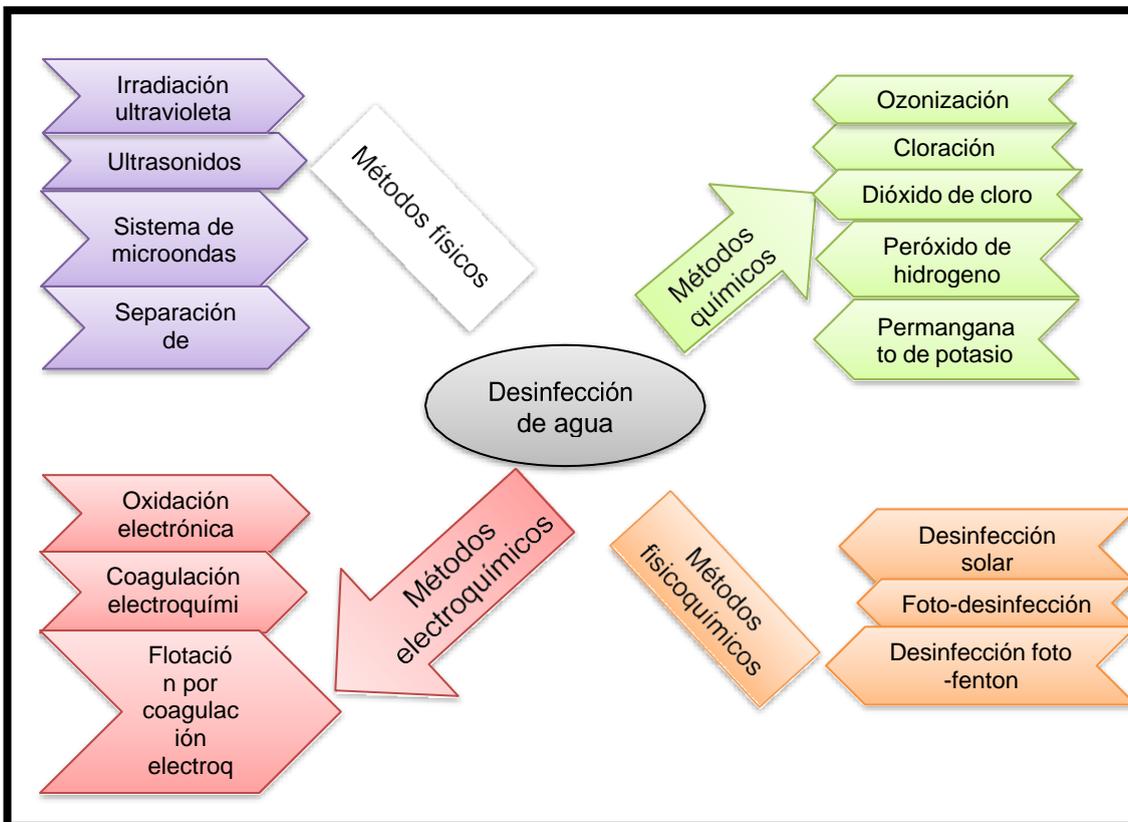
A continuación, se enumeran los diferentes tipos de aguas residuales según su uso que se da: a) Aguas residuales domésticas o sanitarias: Se originan en lugares urbanos, comerciales, públicos y similares. b) Efluentes Industriales: Conocidos como emisiones industriales, cuya composición depende del proceso de producción de alimentos y bebidas, cada uno de los cuales elimina diversos residuos en pequeñas concentraciones. c) Ingresos filtrados y no controlados: Son aquellas que directa o indirectamente ingresan al sistema de alcantarillado. (Lara, 2011).

La mayoría de las tecnologías innovadoras de purificación de agua se basan en la aplicación de técnicas de tratamiento físico y químico. Los métodos tradicionales para controlar los patógenos en las vías de agua potable incluyen calentamiento, (Zaman et al. 2019) tratamiento con ozono, cloro e irradiación UV, (Antony, Blackbeard eta Leslie 2012) o filtración a través del sistema de membranas. (Ostarcevic et al. 2018).

La cloración es el método de tratamiento más común y ampliamente utilizado para matar microorganismos. La cloración del agua consiste en inyectar cloro y/o productos químicos similares al cloro para matar las bacterias dañinas, (Branz et al. 2017) las técnicas microbiológicas de base molecular detectan simultáneamente miles de patógenos presentes en una muestra de agua. Dichos métodos son rápidos, efectivos y potencialmente pueden ser adaptados por las autoridades sanitarias (Alhamlan, Al-qahtani eta Al-ahdal 2014) En términos de efectividad y costo, es el desinfectante de elección para la mayoría de las

bacterias virulentas. (Ghernaout, Touahmia eta Aichouni 2019). En la Ilustración 1 muestra una clasificación de diferentes métodos probados hasta ahora para la desactivación microorganismos en las aguas como el proceso de cloración también se ha investigado técnicas adicionales que comprenden.

Figura 1. Diferentes métodos de desinfección del agua para la eliminación de patógenos.



Fuente: (Ghernaout; 2014)

Las fuentes de agentes infecciosos son principalmente fuentes puntuales, como las descargas de aguas residuales, o fuentes no puntuales, como la agricultura, la vida silvestre y la escorrentía urbana. Una descarga formal se puede gestionarse fácilmente tratando la fuente (es decir, alcantarillado) (Alhamlan, Alqahtani eta Al-ahdal 2014). En tales casos, la transmisión fecal-oral podría permitir que la mayoría de estos protozoos infecten a los humanos a través de varios modos de contaminación fecal de suelos y ríos con fuentes fecales de origen humano y animal (Efstratiou, Ongerth eta Karanis 2017).

La mayor parte de las bacterias que afectan a la salud están las bacterias entéricas que provienen del tracto gastrointestinal de los humanos y animales

(Chowdhury S, 2012), estas también son clasificados como bacterias fecales, por su facultad de mantenerse y su relativa reproducción en las aguas, está se adapta por el estrés fisiológico a diversos climas del tiempo climático del medio ambiente acuático (Avelar-gonzález, Harel eta Guerrero-barrera 2015). Estas cualidades son indicadores que presentan y está asociada con contagios nuevos y recurrentes ya que se presentan en circunstancias favorables como esla de humedad, PH, temperatura y materia orgánica que facilitan su supervivencia y reproducción (Swaffer et al. 2018) .

Los organismos (patógenos) no pueden crecer en el agua, pero pueden sobrevivir durante días o incluso varios años (Flores 2020), El mapa microbiológico de la calidad del agua es que los organismos que se comportan de manera similar a los microbios patógenos, en gran medida, tienen orígenes y concentraciones de diferentes tipos hábitats y ciertos factores externos, (Ríos, Agudelo eta Gutiérrez 2017) (Rodríguez et al. 2018). Los primordiales microorganismos patógenos presentes en el agua se clasifican en 5 grupos: virus, helmintos, protozoos, bacterias y cianobacterias (Tabla 2). De los cuales estos son las causantes de diferentes enfermedades y su posible transmisión en el agua, además de la fuente hídrica estos se pueden transmitir a través de persona a persona mediante los alimentos, etc. (Armengol 2017).

Por consiguiente, el conjunto de bacterias que reúne cualidades de ser el latente bioindicador de la calidad del elemento líquido fundamental de las bacterias como también de los coliformes, *Enterobacteriaceae*, *enterobacterias* y las anaerobias facultativas. Estas corresponden a un (10%) de microorganismos presentes en animales y humanos, por lo cual su estadía en fuente hidrica está relacionada con contaminación con heces e indica tratamientos deficientes o posterior contaminación (Szymańska y Sitkowska,2013).

Figura 2. Síntomas causados por consumo de algunas bacterias presentes en el agua.

Bacteria	Síntomas	Duración
<i>Salmonella typhi</i>	Tos, Fiebre, dolor de cabeza, diarrea, vómito, náusea	5 - 7 días (semanas/meses)
<i>Salmonella sp</i>	Diarrea con presencia de sangre	3 - 5 días
<i>Shigellae sp.</i>	Fiebres altas, disentería (diarrea con presencia de sangre), pujos, retortijones y convulsiones.	4 - 7 días
<i>Vibrio cholerae</i>	Vómito, diarrea, deshidratación	3 - 4 días
<i>Vibrio cholerae No. -01</i>	Diarrea	3 - 4 días
<i>E. coli enterohemorágica</i>	Dolor abdominal, no se presenta fiebre, vómitos, diarrea con moco y sangre	1-9 días
<i>E. coli enteroinasiva</i>	Cefalea, fiebre, mialgias, diarrea, dolor abdominal, heces mucosas y con presencia de sangre	1- 2 semana
<i>Eschericia coli enterotoxígena</i>	Diarrea, náuseas, dolor abdominal, fiebre con escalofríos, mialgia	3-19 días
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Diarrea con moco y sangre, fiebre, vómito, dolor abdominal	1-21 días
<i>Campylobacter jejuni</i>	Diarrea, fiebre, heces con sangre, dolor abdominal, dolor de cabeza	7-10 días
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Dolor abdominal, fiebre, escalofríos, náusea, náuseas o diarrea	1-2 días
<i>Aeromonas sp.</i>	Diarrea, náuseas, dolor abdominal, fuertes dolores de cabeza y colitis, heces acuosas y sin sangre	1-7 días

Fuente:(Prólogo Alicia Fernández Cirelli et

Los virus que afectan a la salud pública tienden a ser los causantes originales del índice de mortalidad por enfermedad de propagación hídrica, se estima que (87%) de todas las enfermedades propagadas por medio del agua son comúnmente ocasionadas por Rotavirus, Adenovirus y Virus de la Hepatitis Según (Joshi et al. 2018). En la actualidad se tienen datos de alrededor de 140 virus patógenos entéricos encontrados en fuentes hídricas, los principales son:

Virus de la hepatitis: Dentro de este grupo podemos encontrar a los diferentes virus de las cuales podemos encontrar como: hepatitis (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G). Por lo cual el grupo (A) y (E), son las que comúnmente son propagadas por las aguas contaminadas, (Wang ;2020). Por otro lado, la infección provocada por la hepatitis E se puede clasificar en aguda y crónica, así como manifestaciones extrahepáticas como enfermedades neurológicas y renales; es el motivo más frecuente de hepatitis viral aguda en el mundo (Kamar,2017).

Rotavirus: Lo conforman siete grupos siendo los más notorios el A, B y C, causante de afecciones como el vómito y la diarrea acuosa en particular en el sector más vulnerable como los niños, son permanentes en el ecosistema y tiene una facilidad de transmisión.

Calicivirus: pertenece a la familia Caliciviridae, esta es la principal causante de gastroenteritis en el ser humano. Son el tipo de virus no envueltos, muy invulnerables a desinfectantes comunes y a las condiciones ambientales. El género de Norovirus, está considerado a nivel mundial a manera de los más grandes causantes de las enfermedades diarreicas en la propagación hídrica y es clasificado como el perfecto bioindicador viral de las enfermedades propagadas por los alimentos y el líquido elemental (Sarin et al. 2020).

Figura 3. Síntomas causados por consumo de virus presentes en el agua.

Virus	Síntomas	Duración
<i>Enterovirus</i>	Hepatitis, dolor abdominal, diarrea, vómitos, encefalitis, meningitis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis, hiperangina	Variable
<i>Astrovirus</i>	Diarrea, dolor abdominal, náusea, vómito y fiebre	2-3 días
<i>Virus de la Hepatitis A</i>	Debilidad muscular, cansancio, síntomas gastrointestinales como la pérdida de apetito, vómito, diarrea, dolor de cabeza, fiebre, escalofríos, ictericia, presencia de un color fuerte de la orina y heces pálidas.	1-2 semanas e incluso hasta meses
<i>Virus de la Hepatitis E</i>	Descripción similar a la de VHA	Similar a VHA
<i>Rotavirus (Grupo A)</i>	Gastroenteritis con vómito y náusea	5-7 días
<i>Rotavirus (Grupo B)</i>	Gastroenteritis	3-7 días
<i>Calicivirus</i>	Gastroenteritis	1-3 días
<i>Virus Norwalk-like</i>	Diarrea, vómito, náusea, dolor abdominal y dolor de cabeza	1-4 días

Fuente: (Prólogo Alicia Fernández Cirelli et al. 2014)

Dentro de la gama de los distintos parásitos patógenos que son propagados por el agua podemos encontrar a dos conjuntos: protozoos y helmintos.

Protozoos: En la mayoría de los casos estos son detenidos en el paso de filtración de los sistemas de las PTAP ya que algunos grupos o especies son persistentes a los sistemas de cloración. Estos son causantes de enfermedades

graves ya que pueden provocar la muerte de pacientes inmunocomprometidos, niños y ancianos. La mayoría de los protozoos con presencia en aguas contaminadas esta: *Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma gondii*, *Giardia intestinalis*, *Balantidium coli*, *Blastocystis* spp., *Encephalitozoon intestinalis*, *Enterocytozoon bieneusi*, *Cryptosporidium* spp. y otras distintas especies como la coccidias, *Cyclospora cayetanensis* y *Cystoisospora belli* (Gupta et al. ,2020).

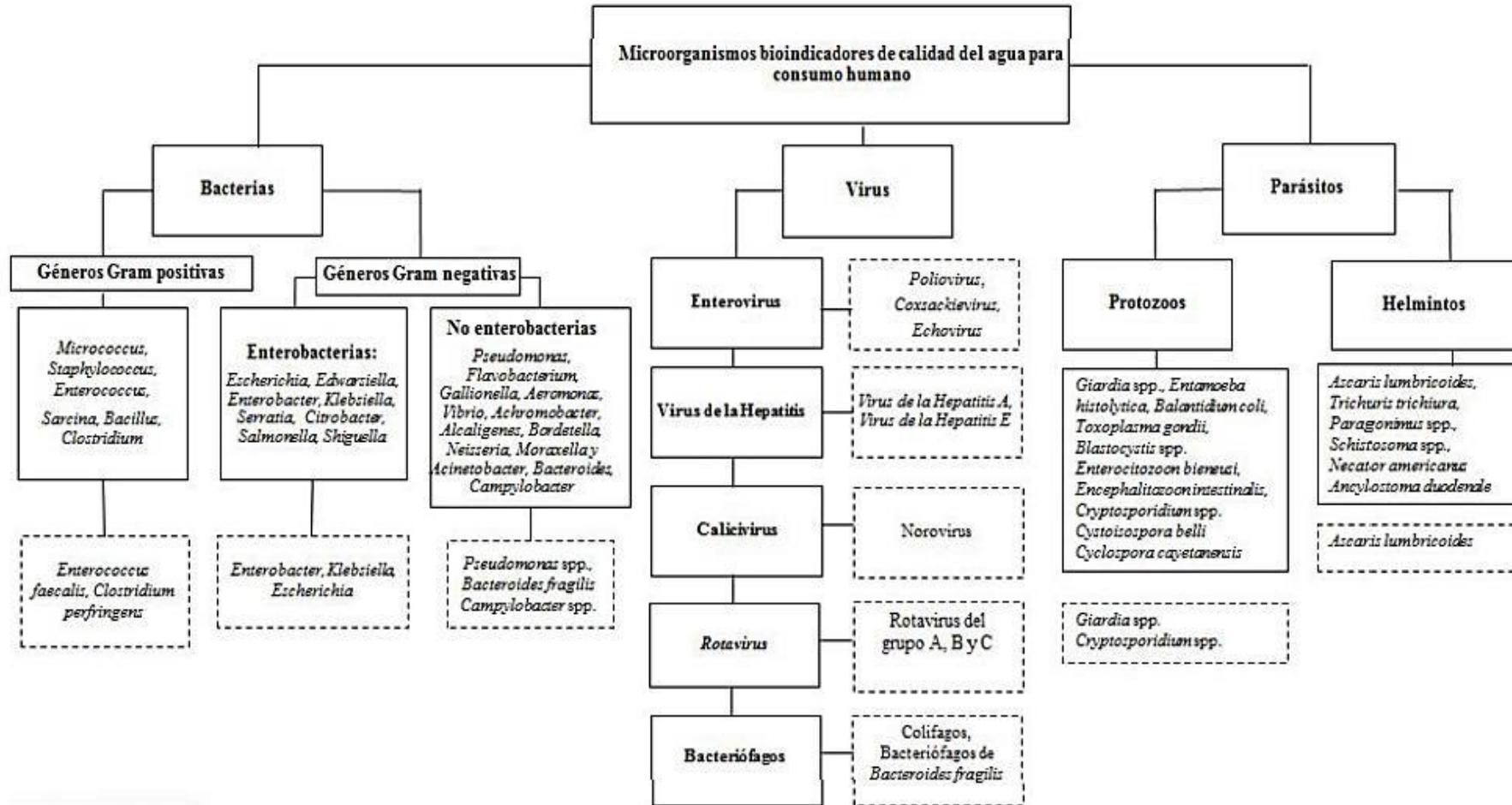
Helmintos: Estos son resistentes a las variaciones frecuentes en el pH, humedad y también la temperatura; podemos encontrar que la cualidad más interesante es que se caracteriza por su pequeña dosis infectiva y la alta fortaleza de la desecación de los huevos de estos mismos, por lo que se puede conseguir extensos períodos en un ambiente externo. Entre los helmintos patógenos principales propagados por el agua podemos encontrar a: *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Paragonimus* spp., *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale* y *Schistosoma* spp. (Romero,2019).

Figura 4. Síntomas causados por consumo de parásitos presentes en el agua.

Virus	Síntomas	Duración
<i>Enterovirus</i>	Hepatitis, dolor abdominal, diarrea, vómitos, encefalitis, meningitis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis, hiperangina	Variable
<i>Astrovirus</i>	Diarrea, dolor abdominal, náusea, vómito y fiebre	2-3 días
<i>Virus de la Hepatitis A</i>	Debilidad muscular, cansancio, síntomas gastrointestinales como la pérdida de apetito, vómito, diarrea, dolor de cabeza, fiebre, escalofríos, ictericia, presencia de un color fuerte de la orina y heces pálidas.	1-2 semanas e incluso hasta meses
<i>Virus de la Hepatitis E</i>	Descripción similar a la de VHA	Similar a VHA
<i>Rotavirus (Grupo A)</i>	Gastroenteritis con vómito y náusea	5-7 días
<i>Rotavirus (Grupo B)</i>	Gastroenteritis	3-7 días
<i>Calicivirus</i>	Gastroenteritis	1-3 días
<i>Virus Norwalk-like</i>	Diarrea, vómito, náusea, dolor abdominal y dolor de cabeza	1-4 días

Fuente:(Prólogo Alicia Fernández Cirelli et al. 2014)

Figura 5. Microorganismos presentes en el agua.

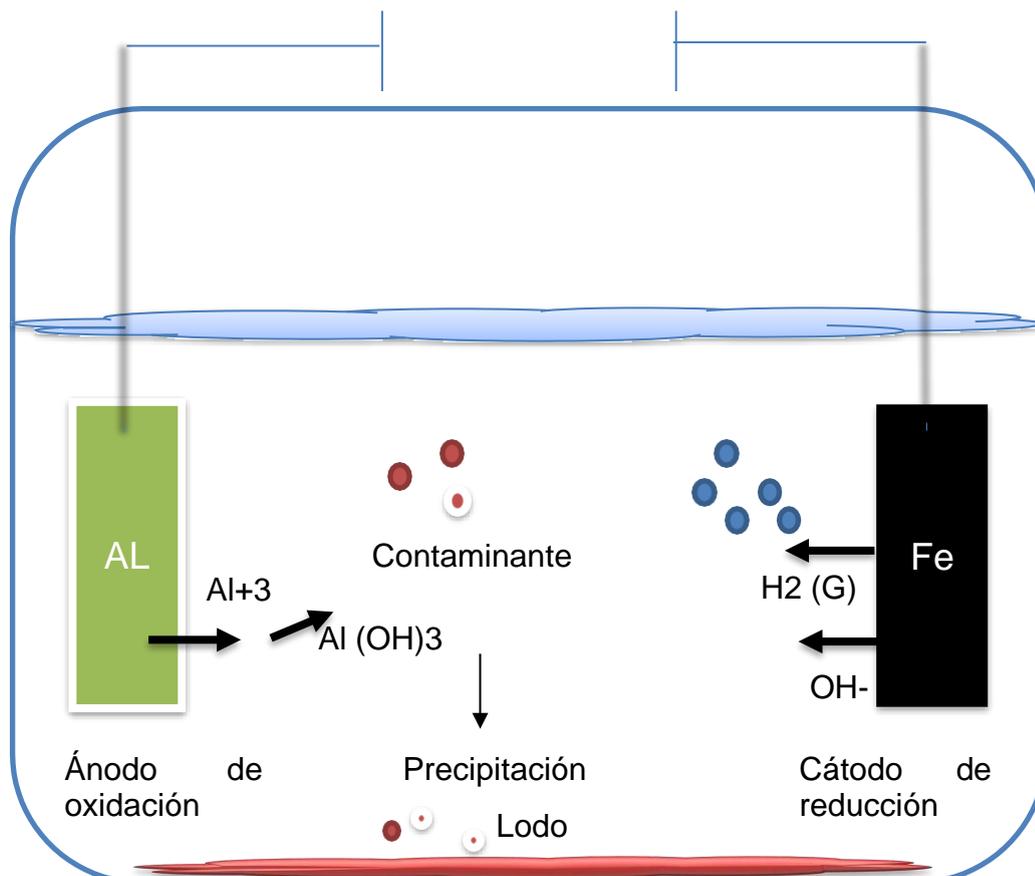


Fuente: Ríos, 2017

Numerosos estudios han avanzado sobre los nuevos conocimientos en el proceso de la electroquímica, utilizadas en el tratamiento de hídrico, uno de los cuales es la electrocoagulación, cuyo principio básico es la electrólisis, es decir, la separación de sustancias usando electricidad (Sahu, Mazumdar y Chaudhari,2014); es decir, consiste en la desestabilización de las cargas de impurezas del agua por la vía de una corriente eléctrica, que accede a eliminar las impurezas. La EC radica sobre la creación de coagulantes in situ mediante la oxidación del ánodo, utilizando una corriente eléctrica acoplada con dirección a los electrodos ya sea de fierro o aluminio (Aitbara et al. 2016). Por lo general, en la cámara de electrocoagulación tienen lugar a 3 pasos primordiales:

1. Generación electrolísis con electrodos
2. La creación del coagulante lo que permite la de desestabilización de los contaminantes
3. los contaminantes son atrapados para su eliminación por medio de la formación de espuma (flotación) o sedimentación(Ghahremani et al. 2012).

Figura 6. Reacciones del proceso de electrocoagulación.

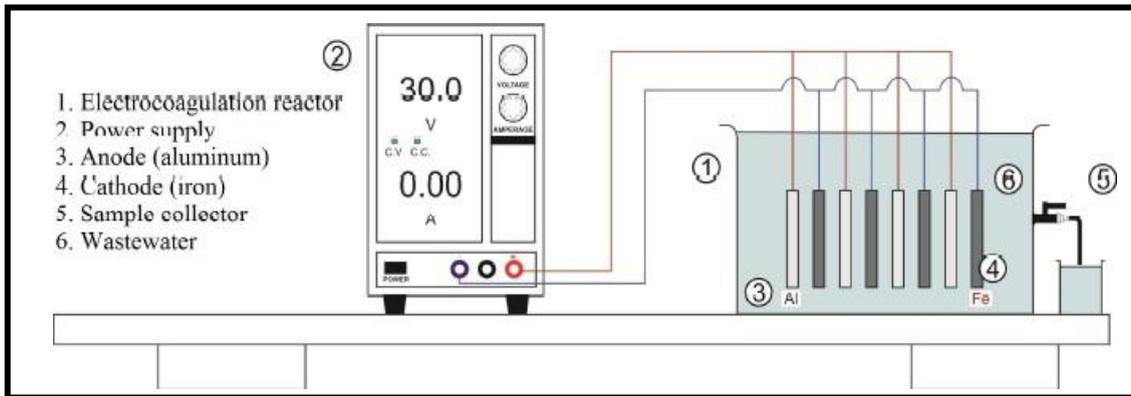


Fuente: *Elaboración propia*

La EC es esencialmente un proceso de adsorción que envuelve varios componentes químicos y físicos para eliminar los contaminantes. (Mollah,2004). La electrocoagulación utiliza electrodos como hierro, aluminio y zinc. Estos iones metálicos migran a iones de carga opuesta y se produce una aglomeración debido a la neutralización de la carga. El ánodo también hace que el agua reaccione/se oxide, liberando iones de hidrógeno y oxígeno en el sistema de agua. En la región del cátodo, las reacciones químicas del agua tienen lugar en la superficie del electrodo (Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016). La cantidad de iones metálicos generados se basa en la densidad de corriente aplicada (Ley de Faraday), y cuanto mayor sea la densidad de corriente, más fácil será que los iones metálicos se disocien. (Singh eta 2014).

Estudios anteriores han demostrado la eficacia de los EC en la eliminación de una amplia gama de microorganismos, desde bacterias hasta virus, en varios sustratos de agua, principalmente para el suministro de agua potable,(Bicudo et al. 2021a) la EC es una técnica alternativa o moderna, comparado con las técnicas habituales de coagulación-floculación en tratamientos de aguas contaminadas, ahora esta técnica Se utiliza para tratar aguas residuales domésticas, industriales y domésticas.,(Gamero-Quijano, García eta la Rosa-Toro-Gómez 2020) en el tratamiento se utilizan una gran pluralidad de ánodos y cátodos geométricos generalmente de (Fe o Al) de los cuales circula la corriente requerida para que comience a reaccionar con el medio de manera análoga a un proceso de corrosión,(Cristancho Montenegro, Pinto Hernández eta Tique Hilarión 2019) Los cationes altamente cargados desestabilizan cualquier partícula coloidal, formando complejos polihidróxido multivalentes. Estos complejos tienen altas propiedades de adsorción y forman agregados con impurezas (Pooja 2017).

Figura 7. Esquema del reactor de electrocoagulación.



Fuente: (Aguilar-Ascon 2019)

Hay muchos tipos diferentes de reactores de electrocoagulación hoy en día, que en la actualidad los más resaltantes son: los tipos batch también de tipo continuo (Koby, Gengec y Demirbas, 2016). Estos reactores están sujetos a la inactivación particularmente de contaminantes encontrados ya que no necesita algún químico para su tratamiento, la cantidad de aguas residuales a tratar es importante, el reactor tipo batch opera normalmente por su tipo de modelo y un volumen determinado de agua contaminada para que sea tratada en la etapa de ejecución, en condiciones sujetas al tiempo porque decimos que los coagulantes en formación constantemente en la oxidación del ánodo (Bazrafshan et al. 2015). No obstante, el reactor de tipo continuo se emplea con mayores cantidades de agua continua, ya que requiere un mayor incremento en los costos y en la operación (Holt, Barton eta Mitchell 2005).

Un reactor modelo Bach, hallamos que tiene que trabajar con cierta cantidad de agua residual para procesar en su proceso reacción. Su inconveniente en las condiciones del tiempo varía en cada proceso de reacción, pero también tiene la ventaja de que el tratamiento local del agua es simple y económico. (Restrepo, 2006). En su forma más simple, el reactor usado para efectuar el proceso de la EC en tipo Bach consta de una cámara (celda) electroquímica con el ánodo y el cátodo colocados verticalmente y acoplado (conectado) a una fuente de alimentación externa. Cómo se muestra en la Ilustración 6 (Arango, 2005).

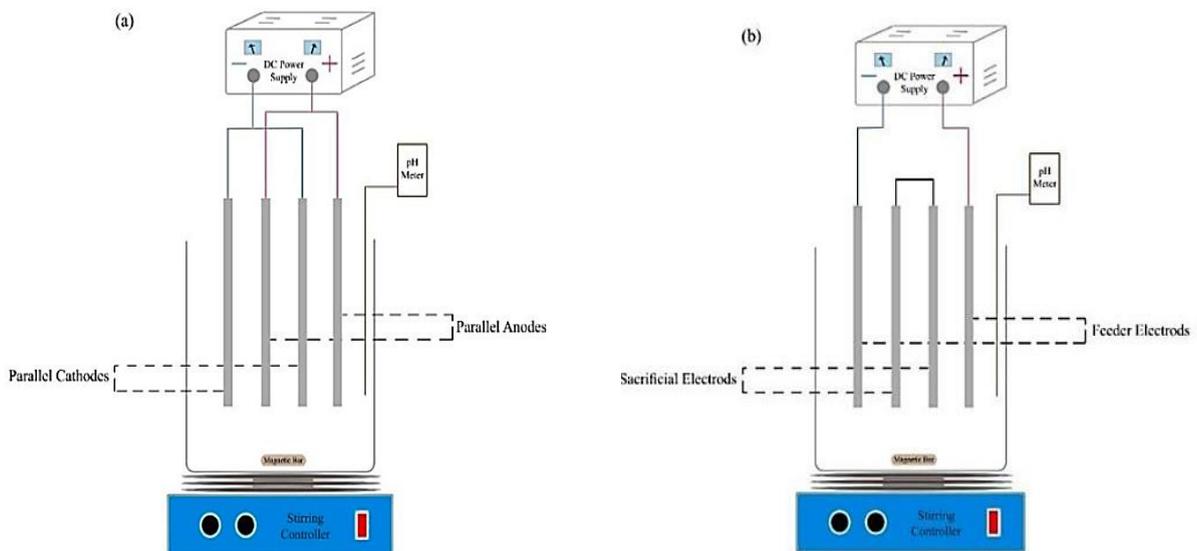
En modelo de un reactor de tipo continuo los electrodos se colocan regularmente para la electrocoagulación de tres maneras: **Figura 8**, el orden de los

electrodos influye en la eficacia de anulación de contaminantes, así como en el costo del consumo de energía (Zaied et al. 2020). Las conexiones de electrodos más distintivas se clasifican en, monopolar-paralelo (MP-P), monopolar-serie (MP-S) y serie bipolar (BP-S) (Al-Qodah; 2017).

Se conecta los electrodos monopolares (MP-P) en paralelo como se muestra en la Ilustración 8 (a). Esta es una configuración de electrodos que consiste en alternar ánodos y cátodos con el mismo potencial de cátodo o ánodo según un método secuencial. Cada par de ánodo/cátodo se refiere a una pequeña celda electrolítica. El reactor consta de celdas electrolíticas paralelas de igual voltaje. Por lo tanto, la corriente es positiva para todas las celdas electrolíticas (Abdulkhadher et al. 2021).

la conexión los electrodos monopolares (MP-S) en serie como se muestra en la Ilustración 8 (b). Todo el par de electrodos internos está conectado y los dos electrodos externos (Abdulkhadher et al. 2021).

Figura 8. Múltiples aspectos de los reactores EC: (a) monopolar-paralelo, (b) monopolar-serie.

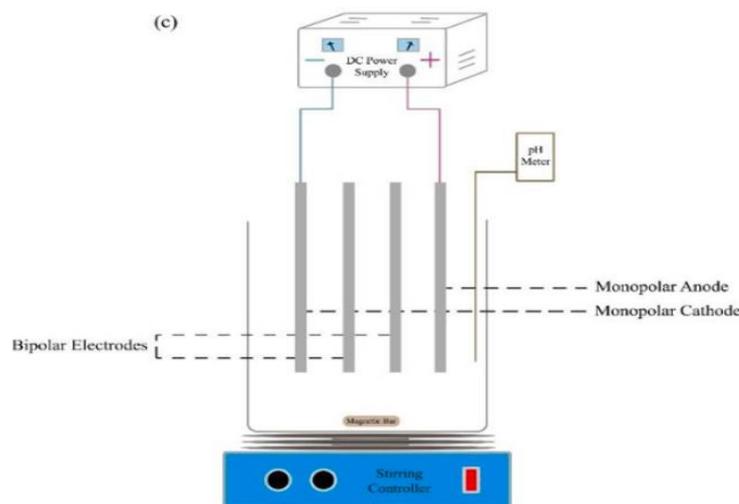


Fuente: (Mousazadeh et al. 2021)

Conecte los electrodos bipolares (BP-S) en serie como se muestra en la Ilustración 9 (c). Consta de dos electrodos exteriores unipolares sobre los que se colocan electrodos interiores dipolares no unidos. La dirección negativa sufre reacciones catódicas, mientras que la descomposición anódica tiene lugar en la dirección opuesta. Las direcciones opuestas de cualquier dipolo pueden llamarse de carga opuesta, y cada una de sus direcciones actúa como cátodo y ánodo. (Mollah MYA, 2001). Normalmente, los electrodos unipolares funcionan con corrientes más altas y voltajes más bajos, a diferencia de los electrodos bipolares que funcionan con corrientes bajas y voltajes altos. (Bayramoglu M, 2007).

Según la rentabilidad, los electrodos monopolares pueden considerarse preferibles, ya que proporcionan un menor consumo de energía con una mayor eliminación de contaminantes en diversas condiciones. (Kobyra M, 2011) Al elegir el método tiene un menor costo de mantenimiento en su operación (Abdulkhadher eta Jaeel 2021).

Figura 9. *Distintas configuraciones eléctricas de reactores EC: (c) bipolar-serie.*



Fuente: (Mousazadeh et al. 2021)

En cuanto a la composición de la celda de coagulación, el estilo constituye de una cámara electrolítica formada por el ánodo como también de un cátodo (Khandegar y Saroha 2013), Los materiales de los electrodos dependen del

sistema utilizado, es hierro, aluminio, cobre, acero. Los distintos electrodos de hierro (Fe) y aluminio (Al) son los metales más utilizados porque son eficientes, económicos y no tóxicos. (Moussa et al. 2017).

Hay varios factores que intervienen para el correcto trabajo del proceso de electrocoagulación. Indique los parámetros de funcionamiento de la siguiente manera: tipo de electrodos, pH, conductividad eléctrica, distancia de electrodos y tiempo de operación (Restrepo Mejía, Arango Ruíz eta Garcés Giraldo 2012).

El material de los electrodos es un elemento clave que define un papel trascendental en el proceso de EC. Estos factores están relacionados con el tipo de iones liberados por el mineral. Los iones metálicos se utilizan como floculantes altamente cargados debido a sus altas propiedades de aglomeración de contaminantes (Abdulkhadher eta Jaeel 2021). Los electrodos de hierro o aluminio se usan comúnmente debido a sus propiedades de fortalecimiento de iones multivalentes, bajo costo, alta tasa de disolución electrolítica y disponibilidad (Pearse MJ 2003).

El pH del agua afecta la disolución de los hidróxidos metálicos y la eficiencia real de la electrocoagulación. El pH de las aguas residuales se reduce durante el tratamiento de electrocoagulación debido al efecto alcalino, pero aumenta debido al efecto ácido. En una reacción catódica, un aumento del pH en un medio ácido conduce a la liberación de hidrógeno (Barun Kumar Nandi, 2017). El pH se reduce por la creación de $Al(OH)_3$ en el ánodo, lo que conduce a la liberación de iones H además de la reacción de evolución de oxígeno.

La conductividad y la energía iónica del agua son factores considerables que afectan la eficacia de la densidad de corriente. Un aumento en la conductividad minimiza la resistencia óhmica del agua, multiplicando efectivamente la densidad de corriente. Además, la conductividad acorta el tiempo de procesamiento requerido para la eliminación.

La resistencia del electrodo suma a medida que aumenta la distancia del electrodo. Se espera que el aumento del espaciado de los electrodos resulte en un menor contacto entre los iones y los compuestos de hidróxido. La distancia

entre cada uno de los electrodos es el principal parámetro que perjudica los costos de operación. Si la conductividad del agua residual es muy alta, se recomienda aumentar la distancia entre cada uno de los electrodos. La distancia entre el ánodo y el cátodo disminuye a medida que aumenta la distancia entre ellos.

El tiempo EC afecta la eficiencia de la electrólisis porque durante la electrólisis se libera el coagulante cuando se disuelve el ánodo. Prolongar el tiempo de electrólisis conduce a un aumento en la concentración de iones metálicos y acumulación de hidróxido de sodio, el tiempo de reacción (tiempo de electrólisis) determina la carga, afectando así la eficiencia de la electrocoagulación.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Este proyecto es de enfoque básico ya que complementa el estudio sistemático en la administración de datos basada en evidencias. El trabajo de investigación no es experimental porque no se manipula deliberadamente por variables a estudiar (Hernandez, Roberto 2014).

El diseño de este proyecto de investigación realizada fue cualitativo y temático narrativo tópico, involucrando un proceso de selección de información narrativa sobre las prácticas de los miembros relevantes para suabordaje del problema. Esto significa que los investigadores ubican las historias y eventos de los miembros (Neill eta Cortez 2018). La investigación cumple con un modelo narrativo de tópico ya que se utilizan artículos de varias fuentes confiables para abordar los problemas.

3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

A continuidad, se muestra la matriz apriorística de categorías y también subcategorías, que está basado en formar objetivos y responder preguntas relacionado a nuestro tema estudiado de investigación, por lo cual se muestra en el **anexo 1**.

3.3 Escenario de estudio

Esta tesis detalla con estudios específicos, que son, los artículos científicos, tesis elaboradas y estudios relacionados al tema que nos ayudaran en la elaboración de nuestra tesis basada en una revisión sistemática.

3.4 Participantes

Esta tesis buscó información en repositorios digitales como EBSCOhost, Science Direct, Scielo, Scopus. Donde todos estos repositorios digitales se obtuvo la mayor y resaltante información. En donde se realizó una búsqueda de información con palabras claves de acomodo a nuestra tesis.

3.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

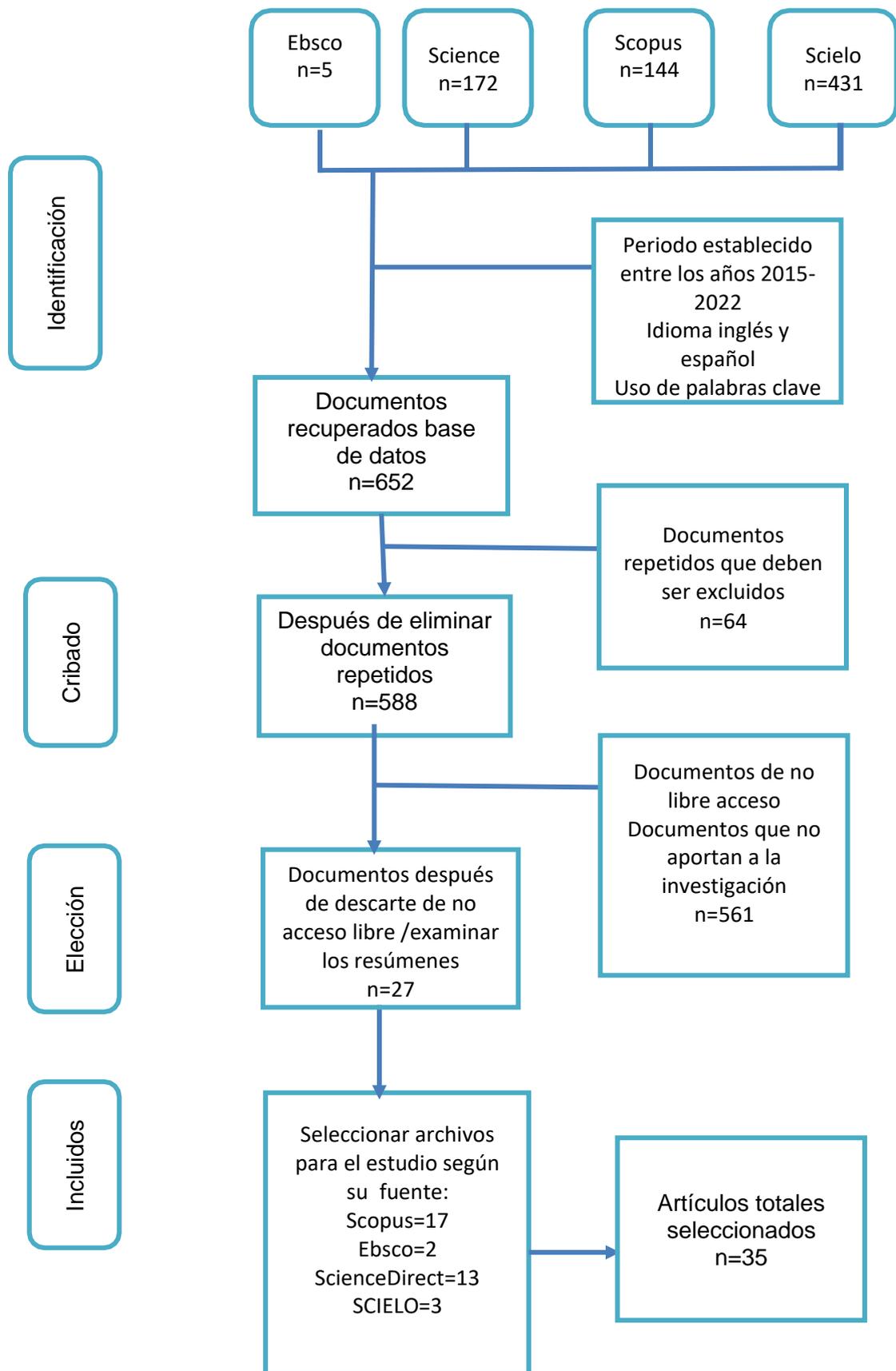
Se aplicó métodos sistemático y explícito, que se opta con el fin de disminuir y eliminar sesgos, proporcionando así resultados confiables de los que se pueden extraer conclusiones y tomar decisiones. Para la presente investigación se utilizaron fichas para registros de datos (**Anexo 2**), las cuales elaboramos considerando la matriz apriorística y los Criterios de inclusión porque se debe dar prioridad a los estudios orientados a comprender plenamente el problema y así responder a las preguntas de investigación permitiendo así la reproducibilidad del trabajo.

3.6 Procedimiento

Para el desarrollo de la presente revisión sistemática se establecieron una serie de etapas, considerando la secuencia lógica para el aislamiento de los artículos relevantes, la evaluación de calidad y análisis de la investigación.

En esta etapa se realiza un estudio detallado de los artículos utilizados en el proyecto de investigación, a partir del cual se recopilan todos los artículos que son paginas como de, EBSCOhost, Science Direct, Scielo, Scopus, Etc. se presentarán como algunas palabras clave en búsquedas como, por ejemplo: Remoción, Agentes Patógenos, agua residual y electrocoagulación (pathogenic, electrocoagulation, removal) usando la siguiente cadena:(ALL (electrocoagulation) AND ALL (removal) AND ALL (pathogenic) AND ALL (water)) AND (LIMIT-TO (OA , "all") OR LIMIT-TO (OA , "publisherfullgold")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT- TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))

Figura 10. Esquema de flujo de artículos identificados y excluidos.



Fuente: *Elaboración propia*

3.7 Rigor científico

Al ser nuestra investigación cualitativa se adhiere a un enfoque científico, y demuestra valor y la calidad de la metodología. Se han establecido cuatro los criterios: dependencia, credibilidad, transferibilidad y auditabilidad.

La dependencia crea mención a la aportación de indagación que nos ayuda a comprender la técnica que se ha usado y su respectiva efectividad. también se agrega el diseño de estudio (Varela Ruiz eta Vives Varela 2016) La investigación respeta el principio de dependencia ya que demuestra la consistencia de los datos con relevantes para la investigación sobre el uso de la electrocoagulación.

La credibilidad La confiabilidad indica un vínculo entre el logro y la supervivencia, ya que también está relacionada con la aplicación de métodos y herramientas de comprensión del diseño de investigación: análisis de literatura, entrevistas y análisis de grupos de estudio (Varela Ruiz eta Vives Varela 2016). La investigación efectúa con el criterio de credibilidad ya que cuenta como instrumento la fiabilidad en el uso de la ficha de recopilación de datos.

La transferibilidad Describe al deber de investigar y brindar una apropiada información sobre la investigación y dominio de cotejar los nuevos conocimientos con otros nuevos (Varela Ruiz eta Vives Varela 2016). Este estudio respeta la transferibilidad ya que la información ha sido comparada con varios estudios similares sobre el uso de electrocoagulación.

La auditabilidad nos referimos a la competencia o habilidad de otro para enfocarse sobre las ideas la dirección de investigación concisa y clara acerca del uso de la que el investigador original ha efectuado sobre la investigación (Varela Ruiz eta Vives Varela 2016). La investigación cuenta con el criterio de auditabilidad ya que mantiene electrocoagulación para remover patógenos.

3.8 Método de análisis de datos

Esta tesis se planteó en la recopilación de información de artículos científicos, páginas institucionales, etc. Por tanto, el análisis de la información se realiza luego de recolectar información para identificar y comenzar a reducir, clasificar, sintetizar y finalmente. El estudio de la indagación organizada por categorías como también de subcategorías se deriva a la formación de objetivos que ayuden a gestionar adecuadamente la información recopilada para la investigación para conseguir los objetivos del proyecto de investigación.

3.9 Aspectos éticos

El presente estudio ha sido elaborado bajo principios éticos como responsabilidad y honestidad que permiten el uso correcto de los datos obtenidos de los participantes mediante el uso del consentimiento informado. Cumple con la disposición dado por la UCV- resolución N° 0262-2020 /UCV.

Por eso, el artículo 9 del Código de Ética en este presente estudio de Investigación de la UCV (2020) también hace énfasis en una política anti-plagio, al señalar que el plagio, si es detectado e identificado por un investigador, estará revisado por la comisión de ética responsable. Sancionar a los investigadores por este sentido nuestra investigación está optando de verificación mediante el programa de tuniting para respetar los estudios de diferentes autores.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mostramos posteriormente los siguientes resultados ya alcanzados en la recopilación de información por la literatura científica mediante una revisión sistemática por medio de justificar de los datos indexados, los datos se presentan para permitir que otros investigadores tomen decisiones más informadas sobre la remoción de patógenos por medio de la electrocoagulación. Los resultados que se presentan en seguida corresponden a las preguntas específicas, planteada al principio de la investigación como son: Identificar el modelo de reactor más usado de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales sobresaliendo esencialmente el uso del modelo batch, asimismo definir el valor óptimo de control de los parámetros frecuentemente evaluados, determinar los principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos e Identificar las ventajas e inconvenientes en el uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales, seguidamente presentaremos los resultados por medio tablas y gráficos .

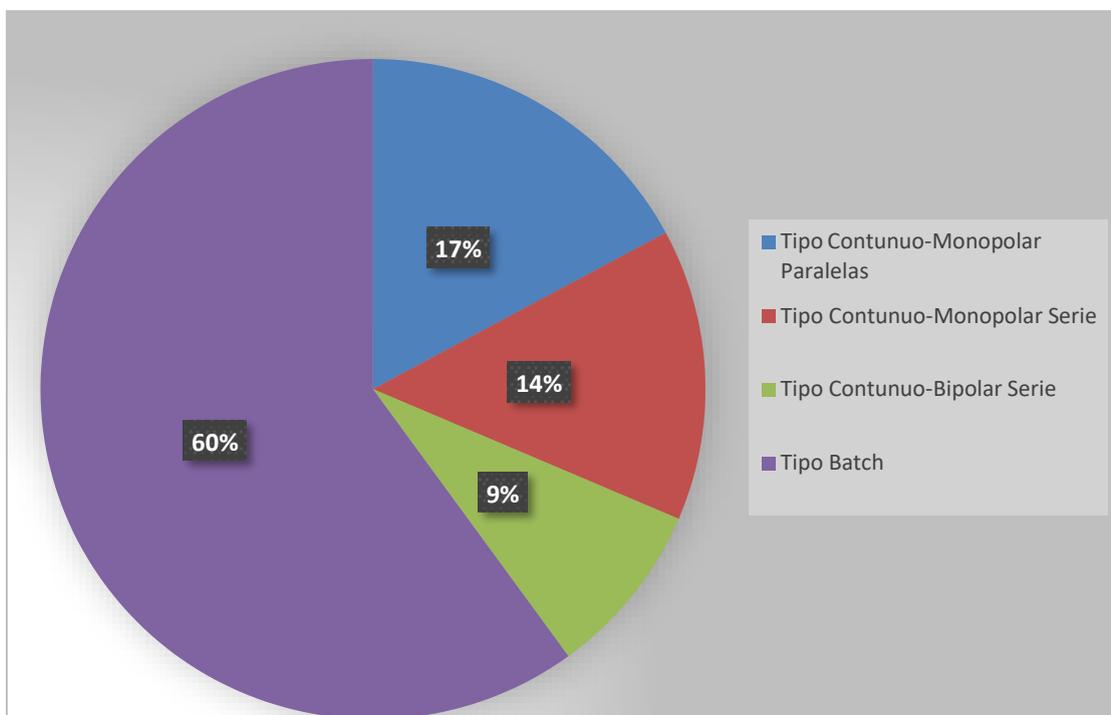
Tabla 2. Modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.

MODELO DE REACTORES		N° de Placas	AUTORES	
Reactores Batch y Continuo	Monopolares	conexiones paralelas	Se usaron 4 placas electrodos de hierro (0,01cm) espesor, (10cm, ancho y 10cm largo)	(Aguilar-Ascon 2019)
			Se utilizaron 4 placas de electrodos	(Abdelkader eta Mehdi 2015)
			Se utilizaron 4 placas de electrodos	(Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazari 2022)
			2 electrodos de acero inoxidable y fieltro de grafito, de los cuales tiene unas dimensiones de 2 x 40 x 100 mm	(Nazari et al. 2017)
			2 placas de (3-10cm)	(Zainab Gholami (C) licenciatura7Abdul Ayman Amoui () Doctor2, 9, 4*Hayar Tabarinia () Maestría4 2019)
			4 electrodos que mide 0,6 cm de ancho, 12 cm de largo	(Ramya et al. 2019)
	Disposición de electrodos de tipo continuo	conexiones en serie	4 placas Deflectoras perforadas (como electrodos) tiene unas dimensiones de 4 cm de ancho y 9 cm de alto, y Contiene 35 agujeros	(Hashim, Kot, et al. 2020)
			6 placas de los cuales tienen 10 cm de ancho, 6,5 cm de alto y 0,1 cm	(Hashim, Ali, et al. 2020)
			Se utilizaron 4 placas de electrodos como también de 5 placas y 6 placas de espesor 1 mm	(Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty 2021)
			Se utilizaron electrodos rectangulares de aluminio (185 mm x 75 mm x 5 mm) como ánodo y cátodo	(Makwana eta Ahammed 2016)
			6 placas (grosor de 0,25 cm), (ancho de 2,5 cm) y (una altitud de 15 cm)	(Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez 2020)
	Bipolar	Bipolar en conexiones en serie	6 electrodos de hierro y cobre (75% de pureza) dimensiones 12 x 12 x 16 cm (largo x ancho x profundidad)	(Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. 2018)
			Se utilizaron 6 placas de electrodos	(Ricordel et al. 2014)
			Se utilizaron 4 placas de electrodos	(Lynn, Heffron eta Mayer 2019)

tipo Disposición de electrodos de Batch	2 placas de acero 6cm x 4cm	(Bicudo et al. 2021b)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos, tenía unas dimensiones de 10,8x11.8x0,2cm y 10,8x11.8x0,7 cm	(Meiramkulova et al. 2020)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos, el ánodo y el cátodo tenían 10 cm ²	(Anfruns-Estrada et al. 2017b)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Araujo Salazar 2017)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos de 0.4 cm ²	(Gamero-Quijano, García eta la Rosa-Toro-Gómez 2020)
	2 electrodos cada electrodo tiene una superficie de 450 cm ²	(Abdul-Husain eta Alramahi 2021)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos, (4,5 cm x 11 cm)	(Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi 2022)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Ghernaout, Touahmia eta Aichouni 2019)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Chellam eta Sari 2016)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Anfruns-Estrada et al. 2017a)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos Altura= 9 cm Ancho= 7 cm	(Poma eta Quispe 2016)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos de 10 cmx2cmx0,2 cm cada uno	(Ndjomgoue-Yossa, Nanseu-Njiki eta Ngameni 2022)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos 4,5 cm - 5,5 cm	(Boudjema et al. 2014)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Ghernaout 2019a)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Delaire et al. 2016)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos forma cuadrada (40x40 mm) lados (40x5 mm)	(Bicudo et al. 2022)
	Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Aguilar Ascón 2015)
Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Alidadi et al. 2018)	
Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Mostafaloo et al. 2019)	
Se utilizaron 2 placas de electrodos	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)	

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Reactores más usados en la remoción de agentes patógenos.



Fuente: *Elaboración propia*

A manera vemos en la siguiente tabla 2 los modelos de los reactores más usados sobre la remoción de agentes patógenos en tratamiento de hídrico (aguas servidas) mediante la electrocoagulación observamos el tipo batch con 21 artículos revisados lo que equivale a un (60%), el primordial motivo de su usode este modelo de reactores funciona con un determinado volumen fijo de agua, ya que no cuenta con un flujo de agua de entra ni de salida Delaire et al. (2015). Su costo de operación es bajo, pero tiene la desventaja de que el óxido producido en el ánodo a menudo genera una capa que dificulta el flujo de la corriente, reduciendo la eficiencia del proceso (Heffron et al. 2019).

Sin embargo el tipo de reactor continuo monopolar con 11 artículos revisados lo que equivale al (31%), este tipo de reactor continuo monopolar en paralelo se caracteriza por el uso de cantidades continuas de agua ya que su funcionamiento entre los ánodos y los cátodos están conectados fijamente a la fuente de alimentación lo que originaría una corriente continua e igual en todas las celdas (Ramya et al. 2019) sin embargo el uso de las corrientes bajas ocasiona menos burbujas ,mientras que el aumento de la corriente va en aumento va

creando un flujo ascendente de alto impulso y promoviendo el proceso de flotación de contaminantes. (Aguilar-Ascon 2019), por otro lado el reactor tipo continuo en serie también cuenta con una corriente de agua continua pero los ánodos y los cátodos externos son conectados a la fuente de alimentación mientras que los internos se encuentran interconectados entre sí por lo cual la corriente fluye de igual manera hacia todos lados y el voltaje se concentraría en todas las celdas (Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty 2021), también el reactor bipolar en serie con 3 artículos o equivalente a (9%), encontramos que los electrodos externos se encuentran conectados a la fuente de energía o alimentación mientras que los electros internos no se encuentran conectados y solo actúan mediante el flujo de corriente que fluye de un lado al otro (Lynn, Heffron eta Mayer 2019) Debido a las diferentes métodos en la forma en que se utilizan ambos reactores, se puede determinar que el modelo batch es el más eficaz para la inactivación de agentes patógenos hallados en las aguas residuales por el uso de la electrocoagulación a modo de tratamiento, Es el procedimiento estándar más usado por su sencillez y bajo costo, usando diferentes tipos de electrodos (Hashim, Ali, et al. 2020), que conceden lograr un porcentaje mayor de remoción y con un mínimo gasto de energía en el período de ejecución para lograr el nivel más eficaz en la remoción de patógenos.

Tabla 3. Valores óptimos de control de los parámetros frecuentemente evaluados en el uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.

Valores óptimos de control (parámetros evaluados)						
Autores	pH	Tiempo	Voltaje	Densidad de corriente	Distancia de electrodos	Tipo de electrodos
(Bicudo et al. 2021)			30 V	3A	1 cm	Fe
(Meiramkulova et al. 2020)	5	20 min		15 mA/cm ²	2cm	Al/Fe
(Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. 2018)	7	60 min	30 V	0,29 kW/2 mS/cm	2 cm	Fe / Cu
(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)	4	30 min	40 V	40 mA/m ²		Al
(Chellam eta Sari 2016)	6,3		10 V	20 mA/cm ²		inox/ Al
(Hashim, Kot, et al. 2020)	7	20 min		1,5mA/cm ²	5 cm	Al
(Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi	7	60 min	30 V	0,1 a 1 A	5 cm	Fe

2022)						
(Aguilar-Ascon 2019)	7	60 min		3 A		Al /Fe
(Gheraout, Touahmia eta Aichouni 2019)	7,5	60 min		200 A / m2		Fe
(Ricordel et al. 2014)	7,5	60 min	30 V	0.22 A		Al
(Aguilar Ascón 2015)	6,9.	10 min		3 A		Al
(Abdul-Husain eta Alramahi 2021)	7.5	20 min		2 mA/cm2		Al
(Anfruns-Estrada et al. 2017b)	6.9	90 min		200 A m-2		Fe / Fe
(Araujo Salazar 2017)	6.4	60 min	15 V			Al
(Gamero-Quijano, García eta la Rosa-Toro-Gómez 2020)	7.9	12 min		200 mA		Al
(Hashim, Ali, et al. 2020)	7	20 min		1.5mA/cm2	0,5 cm	Al
(Delaire et al. 2016)	7	11 min		10mA/cm2	0,1 cm	Fe
(Poma eta Quispe 2016)		20 min		32,72A/m2	1 cm	Al
(Alidadi et al. 2018)	7.9	35 min		10,17mA/cm2	1,5 cm	Fe
(Bicudo et al. 2022)	7.5	15 min	30 V	200 mA		Fe
(Boudjema et al. 2014)	7.5	60 min		3,0 A	1,5 cm	Al
(Zainab Gholami, Abdul Ayman Amoui, Hayar Tabarinia 2019)	7	90 min	40 V		2 cm	Al /Fe
(Gheraout 2019a)	7	5 min		7,2mA/cm2		Fe
(Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty 2021)	7.5	90 min	12 V	2,5 mA/cm2	3 cm	Al
(Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazari 2022)	7.5	20 min		2,5 mA/cm2	2cm	Al I
(Lynn, Heffron eta Mayer 2019)	7.5	90 min		0,6-10 mA/cm2		Fe
(Heffron et al. 2019)	6	5 min		100 mA/cm2	1 cm	Fe
(Mostafaloo et al. 2019)	6	60 min		0,7mA/cm2	2cm	Al
(Abdelkader eta Mehdi 2015)	5	20 min	10 V	52,5 mA/cm2.	2cm	Al/Fe
(Nazari et al. 2017)	7	20min		3.3 mA/cm2)	3cm	Inox/fe lto
(Ramya et al. 2019)	7	150 min		2.5 mA/cm	0.6 cm	Fe
(Makwana eta Ahammed 2016)	7	10min		5 mA/cm2	1.5cm	Al
(Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez 2020)	6.2	30min	29.5 V		2.5cm	Fe/Al
(Ndjomgoue-Yossa, Nanseu-Njiki eta Ngameni 2022)	7	2 h	3V	12.5 mA/cm2	1cm	Al
(Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018)	7	30 min	30 V	5 mA/cm2		Al

Fuente: Elaboración propia

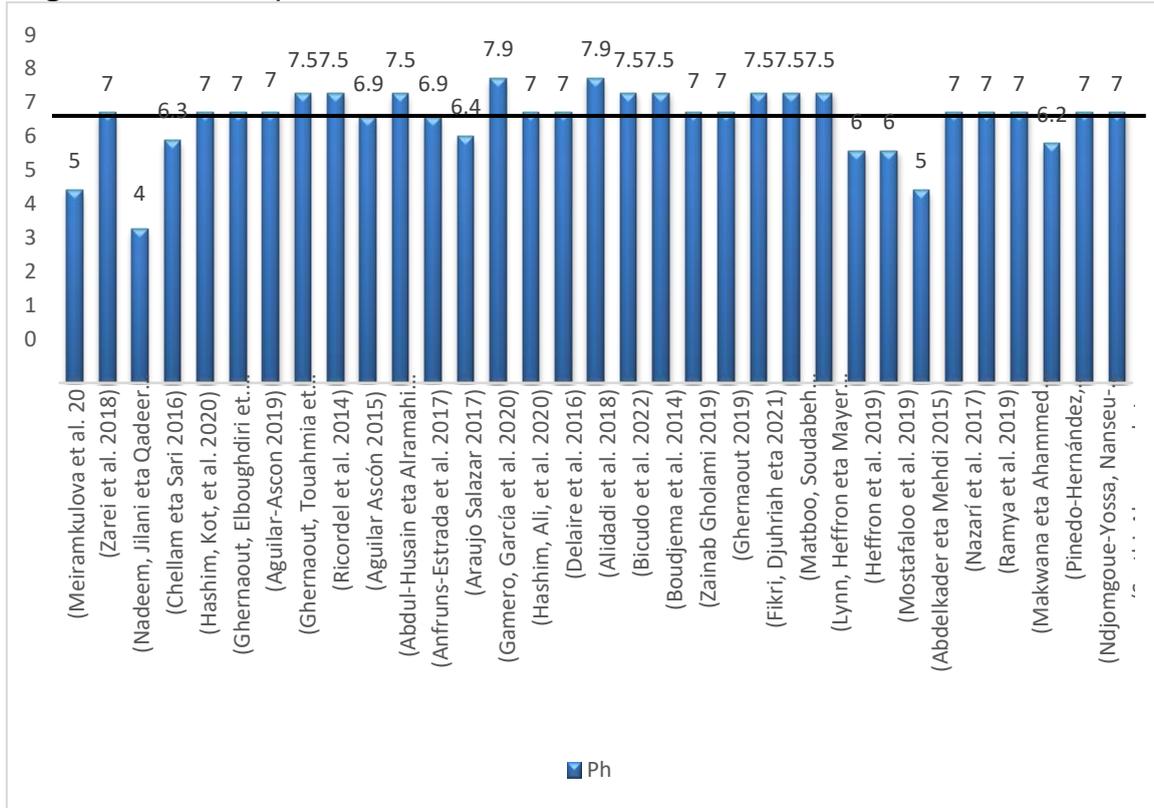
De los 35 artículos desarrollados se observa los datos de los parámetros frecuentemente evaluados del pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente eléctrica y la distancia de electros en la remoción de agentes patógenos usando la electrocoagulación. De los cuales a continuación analizaremos los valores óptimos de cada parámetro.

Tabla 4. Valor óptimo del pH en la remoción de agentes patógenos usando laEC.

pH	Frecuencia	%	% acumulado	Autor
4	1	3%	3%	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)
5	2	6%	9%	(Abdelkader eta Mehdi 2015) (Meiramkulova et al. 2020)
6	2	6%	15%	(Heffron et al. 2019) (Mostafaloo et al. 2019)
6.2	1	3%	18%	(Pinedo-Hernández, Marrug eta 2020)
6.3	1	3%	21%	(Chellam eta Sari 2016)
6.4	1	3%	24%	(Araujo Salazar 2017)
6.9	2	6%	30%	(Anfruns-Estrada et al. 2017) (Aguilar Ascón 2015)
7	13	39%	70%	(Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018) (Ndjomgoue-Yossa, eta 2022) (Makwana eta Ahammed 2016) (Ramya et al. 2019) (Nazarí et al. 2017) (Gheraout 2019) (Zainab Gholami Ayman Amoui 2019) (Delaire et al. 2016) (Hashim, Ali, et al. 2020) (Aguilar-Ascon 2019) (Gheraout, Elboughdiri eta Lajimi 2022) (Hashim, Kot, et al. 2020) (Zarei et al. 2018)
7.5	8	24%	94%	(Gheraout, Touahmia et2019) (Ricordel et al. 2014) (Abdul-Husain eta Alramahi 2021) (Bicudo et al. 2022) (Boudjema et al. 2014) (Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty 2021) (Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazarí 2022) (Lynn, Heffron eta Mayer 2019)
7.9	2	6%	100%	(Alidadi et al. 2018) (Gamero, García eta la 2020)
Total	33	100%		

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Valor óptimo del Ph



Fuente: Elaboración propia

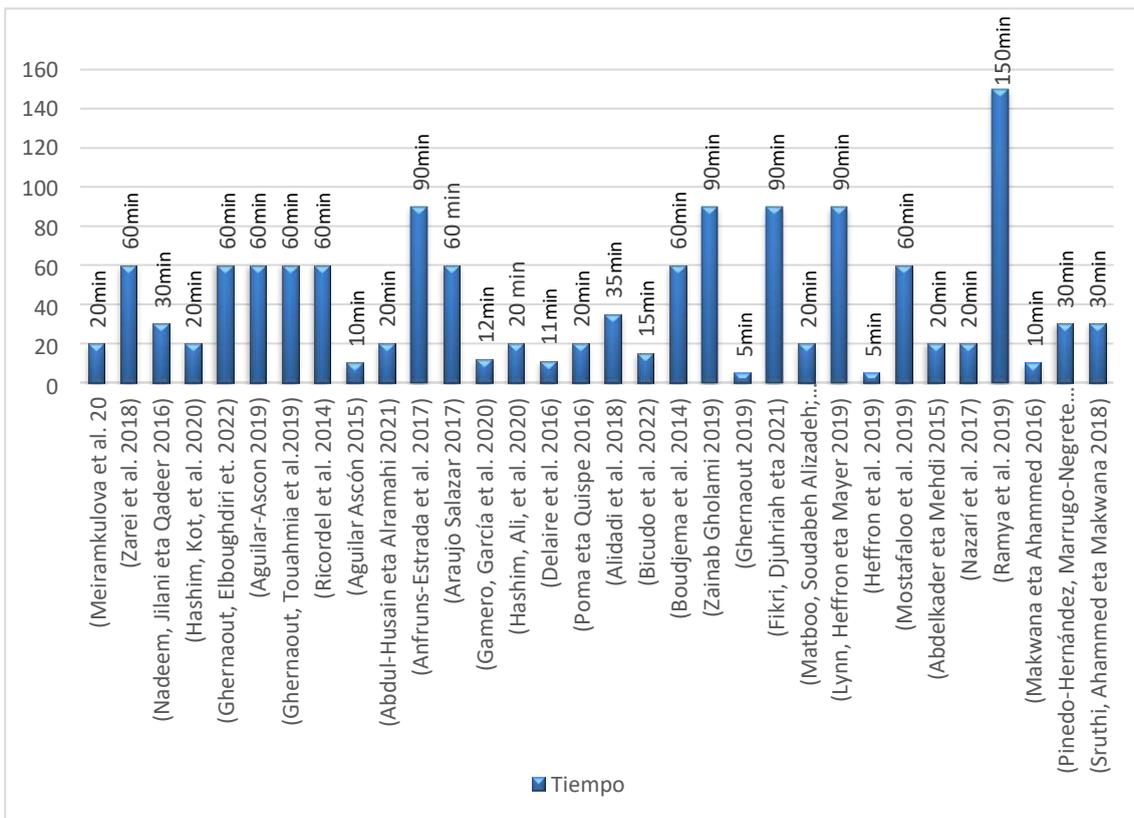
Del total de los 33 artículos podemos visualizar en la tabla 4 se muestra que los estudios revisados de los cuales 13 estudios evidencian que los valores óptimos de los parámetros de pH 7 es el parámetro más beneficioso para una mejor remoción de ciertos contaminantes y patógenos. (Ghernaout, Touahmia eta Aichouni 2019) ;(Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Eshraf; Nazari 2022). De igual manera se identificó 8 estudios que demuestran que el parámetro óptimo para el pH es de 7.5 lo cual nos indican que en el proceso del PH óptimo se forman ciertas reacciones como el $Fe(OH)_2$ y $Fe(OH)_3$ (Lynn, Heffron eta Mayer 2019) (Abdul-Husain eta Alramahi 2021), apareciendo en el proceso por lo cual su aparición gelatinosa la cual elimina ciertos patógenos por atracción electrostática determina la eficiencia en la remoción de patógenos.

Tabla 5. Valor óptimo del tiempo en la remoción de agentes patógenos usando la EC.

Tiempo	Frecuencia	%	% Acumulado	Autor
5min	2	6%	6%	(Ghernaout 2019) (Heffron et al. 2019)
10min	2	6%	12%	(Aguilar Ascón 2015) (Makwana eta Ahammed 2016)
11min	1	3%	3%	(Delaire et al. 2016)
12min	1	3%	18%	(Gamero, García et al. 2020)
15min	1	3%	21%	(Bicudo et al. 2022)
20min	8	24%	45%	(Meiramkulova et al. 2020) (Hashim, Kot, et al. 2020) (Abdul-Husain eta Alramahi 2021) (Hashim, Ali, et al. 2020) (Poma eta Quispe 2016) (Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazari 2022) (Abdelkader eta Mehdi 2015) (Nazari et al. 2017)
30 min	3	9%	55%	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016) (Pinedo-Hernández, Marrugo- Negrete eta 2020) (Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018)
35 min	1	3%	58%	(Alidadi et al. 2018)
60 min	9	27%	85%	(Zarei et al. 2018) (Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi 2022) (Aguilar-Ascon 2019) (Ghernaout, Touahmia eta 2019) (Ricordel et al. 2014) (Araujo Salazar 2017) (Boudjema et al. 2014) (Mostafaloo et al. 2019) (Ndjomgoue, Nanseu-Njiki eta 2022)
90 min	4	12%	97%	(Anfruns-Estrada et al. 2017) (Zainab Gholami 2019) (Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty 2021) (Lynn, Heffron eta Mayer 2019)
150 min	1	3%	100%	(Ramya et al. 2019)
Total	33	100%		

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 13. Valor óptimo del tiempo



Fuente: Elaboración propia

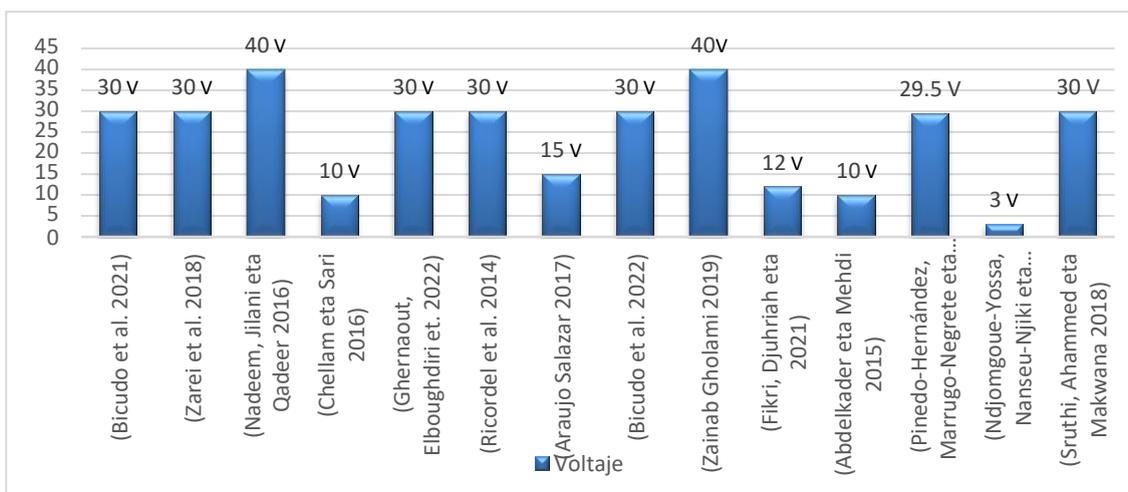
En relación con el análisis de los estudios revisados se investigó que el tiempo óptimo para la remoción de agentes patógenos es distinta en cada investigación por lo cual la tabla 5 se muestra que 8 artículos demostraron que el tiempo óptimo para remover contaminantes es de 20 min por lo que su porcentaje es de 24% del total del porcentaje, ya que se estimó como uno de los más altos. (Meiramkulova et al. 2020) (Hashim, Kot, et al. 2020) (Abdul-Husain eta Alramahi 2021). Sin embargo, se evidencio otro valor óptimo de los 9 artículos también revisados con un tiempo de 60 min lo cual nos indica que es el tiempo óptimo ya que se evidencio con un porcentaje total de 27% para la remoción de contaminantes (Zarei et al. 2018) (Aguilar-Ascon 2019) (Ndjomgoue, Nanseu-Njiki eta 2022). Por consiguiente, los 16 artículos restantes demuestran diferentes tiempos en sus investigaciones.

Tabla 6. Valor óptimo del voltaje en la remoción de agentes patógenos usando la EC.

Voltaje	Frecuencia	%	% Acumulado	Autor
3V	1	7%	3%	(Ndjongoue-Yossa, eta 2022)
10V	2	14%	21%	(Abdelkader eta Mehdi 2015) (Chellam eta Sari 2016)
12V	1	7%	29%	(Fikri, Djuhriah eta 2021)
15V	1	7%	36%	(Araujo Salazar 2017)
29,5V	1	7%	43%	(Pinedo-Hernández, eta 2020)
30V	6	43%	86%	(Bicudo et al. 2021) (Zarei et al. 2018) (Gheraout, Elboughdiri eta 2022) (Ricordel et al. 2014) (Bicudo et al. 2022) (Sruthi, Ahammed eta 2018)
40V	2	14%	100%	(Nadeem, Jilani eta 2016) (Zainab Gholami 2019)
Total	14	100%		

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 14. Valor óptimo del voltaje



Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a las investigaciones realizadas de los 14 artículos se analizó que el parámetro del voltaje de 30 - 40 V, podemos indicar que se observa una mayor remoción de patógenos Bicudo et al. (2022), al aumentar el voltaje se comienzan a formar los iones de hierro o aluminio por el cual estas ocasionan la creación de hidróxidos, formando la fase de coagulación y remoción de patógenos. Gheraout, Elboughdiri eta Lajimi (2022); Sin embargo al ver un aumento

excesivo de voltaje esto generaría el consumo de más energía la cual provocaría un nivel de incremento en el costo de operación y afectan negativamente la eficiencia del proceso de electrocoagulación. Zainab Gholami, Abdul Ayman Amoui, Hayar Tabarinia (2019).

Tabla 7. Valor óptimo de la densidad de corriente eléctrica en la remoción de agentes patógenos usando la EC.

Densidad de Corriente	Frecuencia	%	% Acumulado	Autores
0,1 a 1 A	1	3%	3%	(Ghernaout, Elboughdiri et. 2022)
3A	4	13%	16%	(Bicudo et al. 2021) (Aguilar-Ascon 2019) (Aguilar Ascón 2015) (Boudjema et al. 2014)
0.22 A	1	3%	19%	(Ricordel et al. 2014)
0,29 kW/2 mS/cm	1	3%	22%	(Zarei et al. 2018)
0,6-10 mA/cm2	1	3%	25%	(Lynn, Heffron eta Mayer 2019)
0,7mA/cm2	1	3%	28%	(Mostafaloo et al. 2019)
1,5mA/cm2	2	6%	34%	(Hashim, Kot, et al. 2020) (Hashim, Ali, et al. 2020)
2 mA/cm2	1	3%	38%	(Abdul-Husain eta Alramahi 2021)
2,5 mA/cm2	3	9%	47%	(Fikri, Djuhriah eta 2021) (Matboo, Soudabeh, 2022) (Ramya et al. 2019)
3.3 mA/cm2)	1	3%	50%	(Nazari et al. 2017)
5 mA/cm2	2	6%	56%	(Makwana eta 2016) (Sruthi, Ahammed eta 2018)
7,2mA/cm2	1	3%	59%	(Ghernaout 2019)
10mA/cm2	1	3%	63%	(Delaire et al. 2016)
10,17mA/cm2	1	3%	66%	(Alidadi et al. 2018)
12.5 mA/cm2	1	3%	69%	(Ndjomgoue-Yossa, Nanseu-Njiki eta Ngameni 2022)
15 mA/cm2	1	3%	72%	(Meiramkulova et al. 2020)
20 mA/cm2	1	3%	75%	(Chellam eta Sari 2016)
32,72A/m2	1	3%	78%	(Poma eta Quispe 2016)
40 mA/m2	1	3%	81%	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)
52,5 mA/cm2.	1	3%	84%	(Abdelkader eta Mehdi 2015)
100 mA/cm2	1	3%	88%	(Heffron et al. 2019)
200 A / m2	4	13%	100%	(Ghernaout, Touahmia et al.2019) (Anfruns-Estrada et al. 2017) (Gamero, García et al. 2020) (Bicudo et al. 2022)
Total	32	100%		

Fuente: *Elaboración propia*

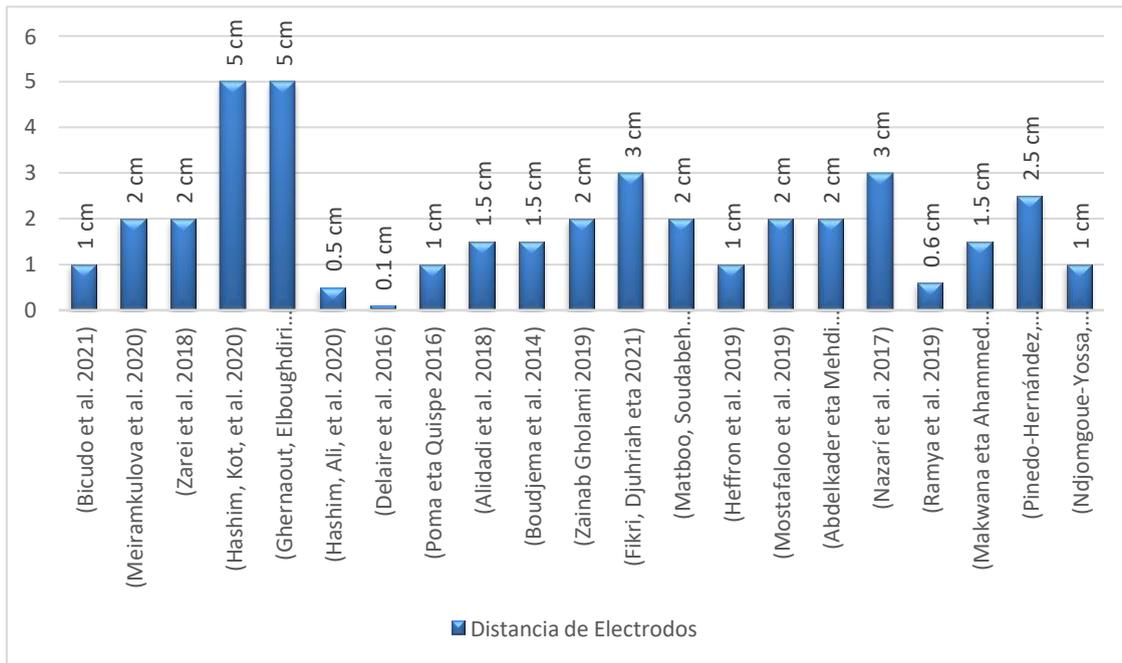
Seguidamente se evaluó el parámetro de la densidad de corriente eléctrica, de acuerdo con las investigaciones han demostrado el nivel de la densidad de corriente eléctrica entre 100 – 200A/cm² nos da una mayor remoción de ciertos contaminantes y patógenos. Anfruns-Estrada et al. (2017), la densidad de corriente nos facilita potenciar la eficiencia para remover contaminantes; Heffron et al. (2019). De acuerdo con la intensidad de la densidad de corriente ocasiona un aumento de hidróxidos de Fe o Al la cual se forman los flóculos para la remoción, también lo cual aumenta el nivel de burbujas de hidrogeno lo que ocasiona una disminución en el tamaño de las burbujas lo que beneficia un aumento en la remoción de patógenos. Bicudo et al. (2022), sin embargo, si aumentamos la densidad de corriente esto ocasionaría un mayor auge para la energía y disminuye la eficacia en la remoción. Ghernaout, Touahmia eta Aichouni (2019).

Tabla 8. Distancia optima de electrodos en la remoción de agentes patógenos usando la EC.

Distancia Entre Electrodo	Frecuencia	%	% Acumulado	Autores
0,1 cm	1	5%	5%	(Delaire et al. 2016)
0.5 cm	1	5%	10%	(Hashim, Ali, et al. 2020)
06 cm	1	5%	14%	(Ramya et al. 2019)
1 cm	4	19%	33%	(Bicudo et al. 2021) (Poma eta Quispe 2016) (Heffron et al. 2019) (Ndjomgoue-Yossa, eta 2022)
1.5 cm	3	14%	48%	(Boudjema et al. 2014) (Alidadi et al. 2018) (Makwana eta 2016)
2 cm	6	29%	76%	(Meiramkulova et al. 2020) (Zarei et al. 2018) (Zainab Gholami 2019) (Matboo, Soudabeh 2022) (Mostafaloo et al. 2019) (Abdelkader eta Mehdi 2015)
2.5 cm	1	5%	81%	(Pinedo-Hernández, 2020)
3 cm	2	10%	90%	(Fikri, Djuhriah eta 2021) (Nazarí et al. 2017)
5 cm	2	10%	100%	(Hashim, Kot, et al. 2020) (Ghernaout, Elboughdiri et. 2022)
Total	21	100%		

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 15. Distancia optima de electrodos



Fuente: *Elaboración propia*

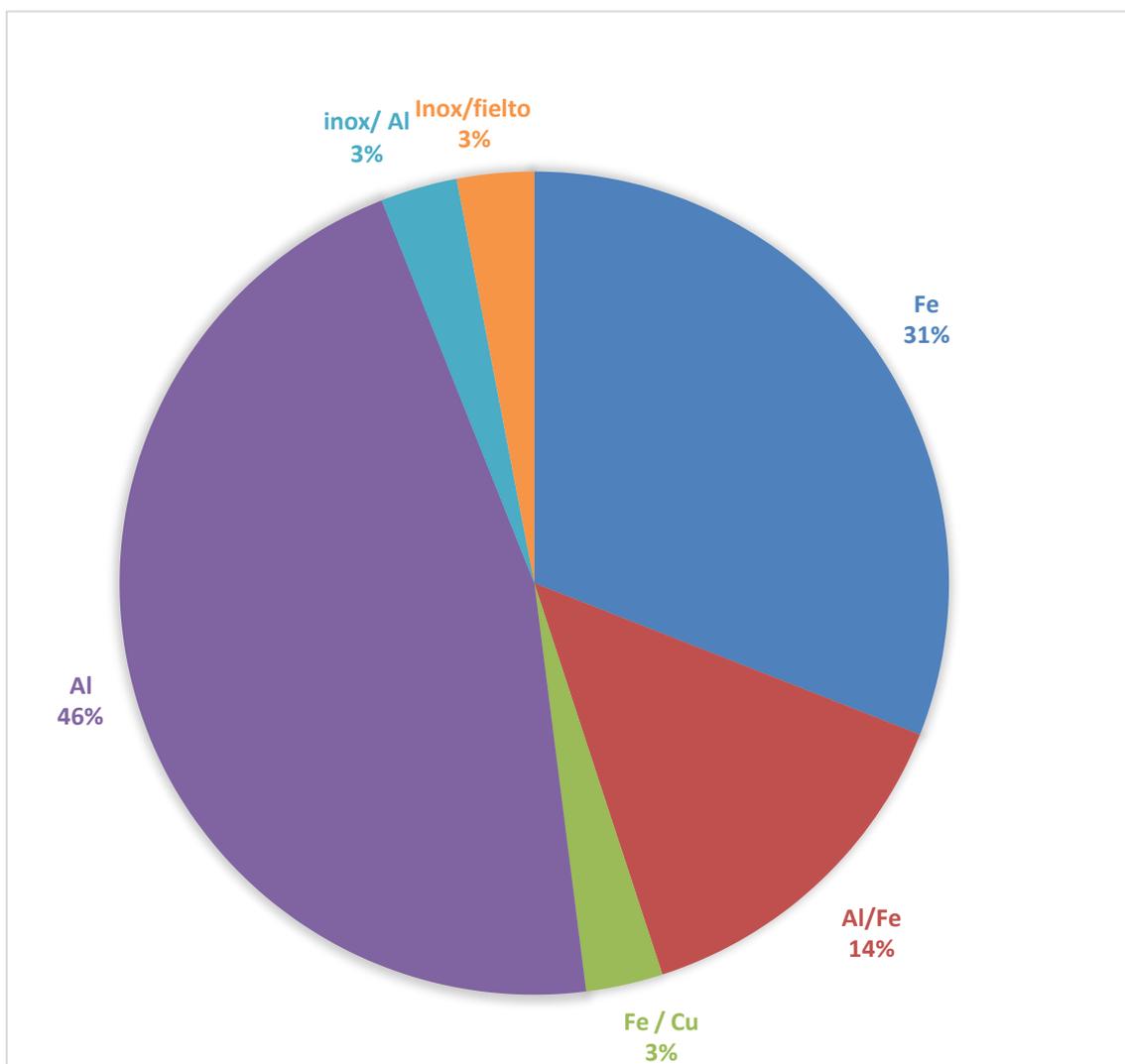
De acuerdo los parámetros de amplitud o distancia de electrodos cierta cantidad de investigaciones o estudios indicaron que el rango de 1 - 1.5 cm cuenta con un mayor porcentaje de remoción de agentes patógenos.(Ngobeni, Basitere eta Thole 2022); (Boudjema et al. 2014); (Alidadi et al. 2018). Sin embargo, la eficacia de la inactivación de contaminantes aumenta a medida que se descubre la distancia apropiada, contar con una mejor distancia de electrodos se origina un aumento mayor que influye en los de iones de hierro como también en los hidróxidos beneficiando la formación de un coagulante y se observa una mayor resistencia de los electrodos la cual ocasiona el aumento generando la creación de flocs (floculos) y aminora el gasto de energía y voltaje, mejorando la eficiencia. Por otro lado, al aumentar la distancia de los electrodos, esto ocasionaría un incremento de energía y una reducción de la conductividad la cual desencadena una reducción de iones de hierro e hidróxido la cual es necesario para formar floculos disminuyendo el porcentaje de remoción de patógenos Heffron et al. (2019).

Tabla 9. Tipo de electrodos más usados en la remoción de agentes patógenos usando la EC.

Tipo de electrodos	Frecuencia	%	% Acumulado	Autores
Fe	11	31%	31%	(Bicudo et al. 2021) (Ghernaout, Elboughdiri et. 2022) (Ghernaout, Touahmia et al.2019) (Anfruns-Estrada et al. 2017) (Delaire et al. 2016) (Alidadi et al. 2018) (Bicudo et al. 2022) (Ghernaout 2019) (Lynn, Heffron eta Mayer 2019) (Heffron et al. 2019) (Ramya et al. 2019)
Al/Fe	5	14%	46%	(Meiramkulova et al. 2020) (Aguilar-Ascon 2019) (Zainab Gholami 2019) (Abdelkader eta Mehdi 2015) (Pinedo-Hernández, eta Díez 2020)
Fe / Cu	1	3%	49%	(Zarei et al. 2018)
Al	16	46%	94%	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016) (Hashim, Kot, et al. 2020) (Ricordel et al. 2014) (Aguilar Ascón 2015) (Abdul-Husain eta Alramahi 2021) (Araujo Salazar 2017) (Gamero, García et al. 2020) (Hashim, Ali, et al. 2020) (Poma eta Quispe 2016) (Boudjema et al. 2014) (Fikri, Djuhriah eta 2021) (Matboo, Soudabeh et 2022) (Mostafaloo et al. 2019) (Makwana eta Ahammed 2016) (Ndjomgoue-Yossa, eta 2022) (Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018)
inox/ Al	1	3%	97%	(Chellam eta Sari 2016)
Inox/fielto	1	3%	100%	(Nazari et al. 2017)
total	35	100%		

Fuente: *Elaboración propi*

Figura 16. Electrodo más usados



Fuente: *Elaboración propia*

En cuanto al parámetro de tipo de electrodo, obtenemos de las investigaciones que exponen que los electrodos de Al y Fe han sido los más notables ya que tienen un mayor efecto en la remoción de patógenos. Ricordel et al. (2014); Abdul-Husain eta Alramahi (2021); ya que estas cuentan con una singularidad al contar con excelentes propiedades electroquímicas y muy buena resistencia para el procedimiento de la electrocoagulación. El uso de electrodos de Al son las menos usadas ya que el costo en comparación con el Fe es notable sin embargo el uso adecuado de los electrodos favorece a la remoción de patógenos, Lynn, Heffron eta Mayer (2019).

Tabla 10. Principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.

ASPECTOS DE MAYOR INFLUENCIA	MICROORGANISMOS EVALUADOS (AGENTES PATÓGENOS)	PORCENTAJE DE INACTIVACION	AUTORES
Distancia de electrodos, Voltaje, Tipo de electrodos, Densidad de corriente eléctrica	Microbianos <i>E. coli</i> , <i>enterococos</i> , <i>perfringens</i> y colifagos somáticos	99%	Bicudo et al. (2021)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	Microbiana (coliformes fecales <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> y <i>Shigelabacterias</i> , <i>huevos de parásitos</i> y <i>Streptococobacterias</i>)	99,83%	(Meiramkulova et al. 2020)
pH, distancia de electrodos, voltaje, tipo de electrodos densidad de corriente eléctrica	<i>Coliformes Totales</i>	100%	Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi eta Baneshi (2018)
pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente	Patógenos	81.10%	Nadeem, Jilani eta Qadeer (2016)
pH, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente	Bacterias y Protozoos	eliminación > 99,9999 % (6 logs)	(Chellam eta Sari 2016)
Tipo de electrodo	Reducción de virus	99%	Ghernaout, Elboughdiri eta Arni (2020)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>E. coli</i>	96%	Hashim, Kot, et al. (2020)

Distancia entre electros, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente, pH	<i>E. coli.</i> Algas y Coliformes	80 % 98 %.	Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi (2022)
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	<i>E. coli</i>	99.99%	Aguilar-Ascon (2019)
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	<i>E. coli</i>	95%	Ghernaout, Touahmia eta Aichouni (2019)
pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>Escherichia coli</i>	85%	Ricordel et al. (2014)
pH, tiempo, densidad de corriente	materia orgánica	84%	Aguilar Ascón (2015)
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	<i>Escherichia coli</i>	83%	Abdul-Husain eta Alramahi (2021)
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	AGENTES PATOGENOS (<i>Amebas, Flagelados, Ciliados Metazoos</i>)	100%	Anfruns-Estrada et al. (2017)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	virus de mamíferos (<i>adenovirus, echovirus y calicivirus felino</i>) bacteriófagos	99.90%	Heffron et al. (2019)

Distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	AGENTES PATOGENOS (<i>E. coli</i> , <i>enterococos</i> , <i>VRE</i> , <i>C. perfringens</i> esporas y los colifagos somáticos)	99.99%	Bicudo et al. (2021)
pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo	Coliformes totales (<i>bacterias coliformes</i> , por <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Citrobacter</i> y <i>Klebsiella</i>)	99.99%	Araujo Salazar (2017)
pH, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (gramnegativa). <i>Escherichia coli</i> (gramnegativa). <i>Staphylococcus aureus</i> (grampositiva)	100% 99,86%	Gamero- Quijano, García eta la Rosa-Toro-Gómez (2020)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	100%	Hashim, Ali, et al. (2020)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	89.9%	Delaire et al. (2016)
Distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodos, conductividad, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	98.9%	Poma eta Quispe (2016)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente, voltaje	lodos	80.9%	Alidadi et al. (2018)

pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	83.5%	Abdul-Husain eta Alramahi (2021)
pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodos, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	80%	Bicudo et al. (2022)
pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente, conductividad	<i>E. Coli</i> y Coliformes fecales	99%	Boudjema et al. (2014)
pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente, conductividad	Coliformes totales	100%	Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi eta Baneshi (2018)
pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodos	coliformes totales	99.90%	Zainab Gholami Abdul Ayman Amoui, Hayar Tabarinia (2019)
pH, tiempo, tipo de electrodos, conductividad, densidad de corriente	<i>E coli</i>	90%	Ghernaout (2019)
pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodos, densidad de electrodos	Coliformes totales	88.38%	Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty (2021)

pH, distancia de electrones, tiempo, tipo de electrodos, densidad de electrodos	Microorganismos (Coliformes totales y <i>thifymuriun</i>)	100%	Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi; (2022)
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	<i>E. Coli</i>	70%	Lynn, Heffron eta Mayer (2019)
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente	virus: <i>adenovirus</i> , <i>echovirus</i> y <i>calicivirus felino</i>	20%	Heffron et al. (2019)
pH, distancia entre electrodos, densidad de corriente	<i>Cefixima</i>	90.10%	Ramya et al. (2019)

Fuente: *Elaboración propia*

Mostramos en la siguiente tabla 10 los 33 artículos resaltan que los parámetros de mayor dominio, como también el porcentaje de remoción de los agentes patógenos estudiados fueron escogidos en la base de los respectivos resultados logrados en las investigaciones, en el sistema de la EC para la purificación de aguas residuales, es decir : distancia de electrodos, tipo de los electrodo, pH, tiempo de funcionamiento, voltaje y densidad de la corriente eléctrica, Varían su impacto en cada ensayo en función de los diferentes contaminantes presentes en cada muestra procesada.

De acuerdo a los resultados obtenidos los agentes patógenos bacterianos más empleados en su inactivación por el proceso de electrocoagulación en aguas residuales que son: E. Coli, coliformes totales, protozoos y virus de mamíferos (adenovirus, echovirus y calicivirus felino) bacteriófagos (Chellam eta Sari 2016) Bicudo et al. (2022) Heffron et al. (2019) se observó el nivel más eficiente que se alcanzó la inactivación de agentes patógenos en el tratamiento de aguas residuales , al aplicar el proceso electrocoagulación donde se dividió en 2 rangos

(20%- 70%), donde 3 artículos científicos mostraron un rango de eficiencia de remoción entre (80% - 90%),(90%-100%) otros 8 artículos científicos mostraron un rango de eficiencia de remoción entre (80% - 90%); 19 artículos científicos mostraron un rango de eficiencia de remoción entre (90% - 100%).

En el rango entre 20% - 70%, son los niveles más bajos en la inactivación de agentes patógenos en el proceso de electrocoagulación. Heffron et al. (2019) obtuvo el nivel más bajo de toda la investigación con un 20% en la inactivación de virus: adenovirus, echovirus y calicivirus felino , con un pH 6 ,una distancia de electrodos de 1cm , tiempo 5min y con cierta densidad de corriente de 100mA/cm²; Lynn, Heffron eta Mayer (2019) En la inactivación del *E.coli* nos mostraron el 70% de inactivación , con un PH7.5, tiempo 90min y con cierta densidad de corriente de 0,6-10mA/cm².

Por otra parte para el rango de 80%-90%,Bicudo et al. (2022) señaló en el uso de la EC para su inactivación de agentes patógenos en aguas residuales, se obtuvo una eficiencia de 80% de inactivación de E. Coli con un pH 7.5, tiempo de 15 min, voltaje de 30 Voltios y una densidad de corriente 200mA/cm² ; mientras que , Abdul-Husain eta Alramahi (2021) también obtuvo un nivel de eficiencia de 83.5% de inactivación de *E.coli* , diferenciándose en los aspectos de mayor influencia con un pH 7.5 , distancia de electrodos de 1 cm , tiempo de 20 min y una densidad de corriente 0.45-1.45 mA/cm² respectivamente.

Finalmente para el valor más alto encontrado, se mostraron valores de rango entre 90%-100%,Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazarí (2022) se evidencio la eficiencia de inactivación de microorganismos (Coliformes totales thifymuriun), alcanzando un 100% de eficiencia ; con un pH 7.5 , distancia de electrodos de 2 cm , tiempo de 20 min y con una densidad de corriente 2.5 mA/cm². Por otro lado (Meiramkulova et al. 2020) obtuvo una inactivación de 99.83% de Microbiana (coliformes fecales y Escherichia coli, Salmonella y Shigelabacterias, huevos de parásitos, quistes amebianos y Estreptococobacterias); Ghernaout, Elboughdiri eta Arni (2020) obtuvo un 99% de reducción de virus; como también Aguilar-Ascon (2019) presento la inactivación del patógeno E. Coli en 99.99% de efectividad respectivamente.

Tabla 11. ventajas e inconvenientes en el uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales.

VENTAJAS	INCONVENIENTES	AUTORES
	En cuanto al costo promedio de energía en 2019 en los Países Bajos para un usuario mediano =0.0679€/ kWh y el acero costó = 0,21€/kg	Bicudo et al. 2021)
Ofrecen una alternativa ya que son robustos, requieren poco espacio, son fáciles de operar y son flexibles bajo la composición fluctuante de las aguas	El precio de la electricidad fue de 0,05 US \$/kWh, el precio del material del electrodo de Fe fue de 0,93 US \$/kg, el precio promedio del electrodo de Al fue de 32,25 US \$/kg La variabilidad en los materiales y diseños de los electrodos y en las propiedades de las aguas residuales dificulta la predicción del comportamiento de los sistemas electroquímicos de tratamiento de aguas residuales.	(Meiramkulova et al. 2020)
Mínima producción de los lodos. El uso de energía es razonable, ya que varía de acuerdo con la localidad	El desgaste excesivo de electrodos de sacrificio Los lodos muestran altos niveles de Al y Fe costos altos de la energía de acuerdo con la región	(Ngobeni, Basitere eta Thole 2022)

<p>Provisto que no se adicionan productos químicos, no hay posibilidad de contaminación secundaria debido a las altas concentraciones de productos químicos, como la agregación química y la agregación química.</p>	<p>Los ánodos de sacrificio utilizados en la electrocoagulación deben reemplazarse periódicamente a medida que el ánodo se disuelve en la solución</p>
<p>Las burbujas de gas generadas por la electrocoagulación facilitan la eliminación de contaminantes manteniéndolos, flotando sobre la solución, haciéndolos más fáciles de ingerir.</p>	<p>Puede acontecer la pasivación del cátodo, lo que reduce la eficiencia</p> <p>(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)</p>
<p>Por lo tanto, la EC es fácil de manejar debido a su equipo simple. El proceso se puede automatizar por completo</p>	<p>En sitios donde la electricidad es inadecuada, el costo de realizar la EC puede ser alto.</p>
<p>La EC produce mucho menos volumen de lodo que la coagulación química</p>	
<p>Las partículas coloidales más pequeñas se eliminan a medida que comienzan a moverse más rápidamente por el campo eléctrico aplicado, promoviendo la coagulación.</p> <p>Las burbujas de aire generadas pueden transportar los contaminantes a la superficie de la solución, donde se pueden concentrar, recolectar y eliminar fácilmente..</p>	<p>(Chellam eta Sari 2016)</p>

<p>no hay necesidad de aditivos químicos para lograr el proceso de tratamiento</p> <p>Automatizado y fácilmente integrable con otras unidades de tratamiento</p> <p>Resta significativamente el volumen de residuos sólidos formados (lodos)</p>	<p>Falta de diseño del reactor (disposición horizontal simple o verticalmente desde un electrodo de placa cuadrada o rectangular contenedor) y la susceptibilidad de la electrocoagulación a la composición</p> <p>El principal inconveniente es la naturaleza química de los líquidos que se procesan.</p> <p>Tecnología de electrocoagulación</p>	<p>(Hashim, Kot, et al. 2020)</p>
<p>Este es un método no específico que puede eliminar múltiples contaminantes simultáneamente..</p>	<p>En muchos casos, el óxido producido por el ánodo forma una capa específica que inhibe el flujo de corriente, lo que hace que el proceso sea menos eficiente..</p>	<p>(Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi 2022)</p>
<p>Usando un dispositivo simple y fácil de usar</p>	<p>Sustitución del electrodo de sacrificio.</p>	<p>(Aguilar-Ascon 2019)</p>
<p>Evita requisitos de almacenamiento y químicos y genera tratamiento de agua durante emergencias como terremotos.</p>		<p>(Lynn, Heffron eta Mayer 2019)</p>
<p>Mejor Verde, Eficiencia, Energía, Selectividad, Rentabilidad</p> <p>Versatilidad, Seguridad,</p>	<p>Demanda un mantenimiento continuo</p>	<p>(Ricordel et al. 2014)</p>
<p>Puede hacer que el agua sea incolora e inodora y fácil de beber.</p>	<p>El agua para tratar debe tener alta conductividad eléctrica.</p>	<p>(Aguilar Ascón 2015)</p>
<p>Necesita un instrumento simple y fácil de usar con suficiente libertad de operación para manejar los problemas que surgen durante la operación.</p>	<p>Asume ser un tratamiento costoso, en lugares alejados el costo de la energía eléctrica es alto.</p>	<p>Abdul-Husain eta Alramahi 2021)</p>

produce flocos más grandes que las formadas. Dado que la coagulación química tiene menos agua ligada, también se puede separar rápidamente por filtración.

crea lodos con metales como el aluminio y el hierro que deben almacenarse, tratarse y eliminarse.

(Anfruns-Estrada et al. 2017b)

Proceso sencillo, equipamiento sencillo, respetuoso con el medio ambiente, adaptabilidad, seguridad, selectividad, rentabilidad, menor generación de lodos, sin contaminación secundaria

(Nazarí et al. 2017)

Menor costo de propiedad ya que se puede usar aluminio más barato (recipientes de bebidas o chatarra). Este proceso elimina el uso de sales de aluminio.

Produce oligómeros de aluminio utilizando equipos simples y fáciles de usar.

La extracción in situ de oligómeros de aluminio elimina todos los procesos logísticos relacionados con el almacenamiento y la manipulación de la sal de aluminio.

(Gamero-Quijano, García et al. Rosa-Toro-Gómez 2020)

Flocos más grandes y menos agua ligada que la floculación química, lo que facilita la disposición final de los lodos

Consume una cantidad constante de agua, tiene poca acumulación de lodos y concentraciones mínimas de contaminantes.

Forma un recubrimiento en la superficie del electrodo lo que retrasa la transacción de electrodos

(Ramya et al. 2019)

Ofrece un tiempo más reducido, equipos de fácil manejo y eficaz en eliminar partículas coloidales muy pequeñas

(Sruthi, Ahammed eta Makwana 2018)

Fuente: *Elaboración propia*

La electrocoagulación ha logrado con éxito un importante avance comercial en su técnica por lo cual se ha establecido como una tecnología con una ventaja comparativa sobresaliente a la tecnología de procesamiento convencional. Por lo cual definimos en la tabla N°11 algunas de las ventajas de este tratamiento en la cual mencionamos, que es de fácil uso de equipos (Hashim, Kot, et al. 2020) produce cierta cantidad de lodos más compactos y mínima cantidad lo que implica una menor disposición (Meiramkulova et al. 2020) también crea flóculos más grandes en comparación con la coagulación química y lo cual beneficia en la separación por filtración (Ngobeni, Basitere eta Thole 2022) por la cual traslada las partículas coloidales más finas con lo que con lleva a no utilizar algunas sustancias químicas (Abdul-Husain eta Alramahi 2021) sin embargo los inconvenientes que podemos encontrar es que se debe reponer el electrodo de sacrificio eventualmente (Gamero-Quijano, García eta la Rosa-Toro-Gómez 2020) también los lodos generados muestran alta densidad de Fe y Al de acuerdo al material usado y requiere un mantenimiento continuo (Ricordel et al. 2014) ya que también el costo de energía puede ser un factor muy determinante ya que varía el precio de acuerdo a la región en que se aplica .

V. CONCLUSIONES

Como objetivo de esta investigación es contribuir sobre como estructurar el uso de la EC para lograr una mayor eficiencia de eliminación de los agentes patógenos (microorganismos) en el tratamiento hídrico (aguas servidas); A través de una revisión sistemática mediante la síntesis de 35 artículos revisados de las cuales analizamos los resultados que nos permitieron elegir un modelo de reactor, parámetros que se evaluaron y los valores óptimos de control y que nos permitan alcanzar una mayor inactivación de los microorganismos.

Se identificó cuáles son los modelos de reactores más usados, por lo cual el modelo Bach cuenta (21- artículos) es el más usado por los investigadores ya que demuestra mayor utilidad en el procedimiento y utiliza una cierta cantidad de agua, es de menor costo, son más sencillos y se operan en diferentes condiciones con el tiempo sin embargo el modelo continuo (14- artículos) se requiere una gran cantidad de agua ya que estas cuentan con un flujo de agua constante y también necesitan una mayor cantidad de celdas por lo cual aumentaría un mayor costo en su funcionamiento.

Se ha definido que los valores óptimos proporcionan un mayor porcentaje en la inactivación de microorganismos patógenos en las aguas residuales se demuestra que utilizando la EC con un pH 7.5, distancia de los electrodos 1-1.5cm, tiempo de operación 20-60 min, voltaje 30-40, tipos de los electrodos aluminio (Al) y hierro (Fe) y densidad de la corriente eléctrica 100 – 200A/cm² y el modelo Bach nos posibilita lograr una mayor remoción de microorganismo patógenos.

Se ha determinado que los principales aspectos más influyentes en el uso de la EC para la remoción de agentes patógenos en la cual se encontró una eficacia de un 99.99% de estos; precisamos que el patógeno E.coli es el más removido e investigado en el tratamiento de aguas residuales por la cual los aspectos más influyentes presentes en los artículos científicos son: pH, distancia de electrodos, densidad de la corriente eléctrica, tiempo de la operación, voltaje y tipo de electrodo que más intervienen en el uso de la EC.

Se determinó que las ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación, nos demuestra los diferentes tipos de reactores ya sea Bach o continuo se analizó, que uno de los principales inconvenientes es el consumo de energía por lo puede ser muy relevante de acuerdo al modelo del reactor ya que en el modelo Bach contamos con una cierta cantidad de agua fija y dos electrodos un ánodo y un cátodo por la cual el desgaste del ánodo originaría un cambio constante de este ; por otro lado las ventajas en el uso de la electrocoagulación nos demuestra una enorme potencial de remoción de microorganismos como también obtenemos una excelente baja producción de lodos (que son más compactos) , un bajo costo en el funcionamiento y es una técnica de fácil operación.

VI. RECOMENDACIONES

Como recomendación tenemos que impulsar la investigación de ciertas técnicas con el uso de la electrocoagulación para complementar su aplicación en el método de aguas residuales para la inactivación de agentes patógenos.

Se recomienda realizar ciertas investigaciones y comprender sobre la aplicación de modernos materiales en cuanto a sus cualidades funcionales en el uso de electrodos en cámaras de coagulación electrolítica para determinar sus efectos y determinar si son más efectivos el material de hierro o aluminio sobre la eliminación de agentes patógenos en las aguas residuales.

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

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

REFERENCIAS

1. ABDALLAH ZACHARIA, ANNE H, BILLY NGASALA1, R.V.D., 2018. Parásitos patógenos en aguas residuales sin tratar y tratadas en África: una revisión. DOI: 10.5923/j.re.20180805.03
2. ABDELKADER, C. eta MEHDI, C., 2015. EFECTO BACTERICIDA Y PURIFICANTE DE TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE EFLUENTES DE MATADERO DE CARNE ROJA. , vol. 9, no. 36, pp. 155–164.
<https://doi.org/10.19044/esj.2013.v9n36p%25p>
3. ABDUL-HUSAIN, S.A. eta ALRAMAHI, S., 2021. Removal of Pathogenic pollutants using electrocoagulation using aluminium electrodes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1184, no. 1, pp. 012011. ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899x/1184/1/012011.
4. ABDULKHADHER, R.K. eta JAEEL, A. j, 2021. Removal of fluoride, nitrates and phosphor from drinking water using electrocoagulation: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1058, no. 1, pp. 012050. ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899x/1058/1/012050.
5. AGUILAR-ASCON, E., 2019. Removal of Escherichia coli from domestic wastewater using electrocoagulation. *Journal of Ecological Engineering*, vol. 20, no. 5, pp. 42–51. ISSN 22998993. DOI 10.12911/22998993/105331.
6. AGUILAR ASCÓN, E., 2015. DEGRADACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN EFLUENTES DE ORIGEN DOMÉSTICO CON EL PROCESO DE ELECTRO- COAGULACIÓN. *reseña*, vol. 0, pp. 123.
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/3263>
7. AITBARA, A., CHERIFI, M., HAZOURLI, S. eta LECLERC, J.P., 2016. Continuous treatment of industrial dairy effluent by electrocoagulation using aluminum electrodes. *Desalination and Water Treatment*, vol. 57, no. 8, pp. 3395–3404. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2014.989411.

8. ALICIA FERNÁNDEZ CIRELLI, P., AVILÉS FLORES, M., DE LOURDES TIRADO MONTIEL, M., BEDOLLA VÁZQUEZ, L., RAMÍREZ GONZÁLEZ, A., GARCÍAPULIDO, D., DÍAZ DELGADO, C., SOLÍS MORELOS, C., BEATRIZ PAVÓN SILVA, T., ESPERANZA GARRIDO HOYOS, S., CHÁVEZ GUERRA, C., PIÑA SOBERANIS, M., DE LOURDES RIVERA HUERTA, M., ELENA ORTEGA AGUILAR, R., FALL, C., DUDAMEL, W., LAPLANCHE, A., WOLBERT, D., DECAZEAUDMEC, Y., GALLEGO ALARCÓN, I., SÁNCHEZ MOLINA, V., MA COTO CAMPOS, J., GONZÁLEZ HERRERA, A., MARTÍN DOMÍNGUEZ, A., CORTÉS MUÑOZ, J.E. eta VÁZQUEZ VILLANUEVA, S., 2014. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. [en línea], Disponible en: www.cytmed.agua.uba.ar.
9. ALHAMLAN, F.S., AL-QAHTANI, A.A. eta AL-AHDAL, M.N., 2014. Revisar. ALIDADI, H., GHORBANIAN, A., GHORBANIAN, M., RAHMANZADEH, E., NEMANIFAR, N. eta MEHRABPOUR, M., 2018. Evaluation of amoxicillin antibiotic removal by electrocoagulation process from aqueous solutions: Optimization through response surface methodology. *Desalination and Water Treatment*, vol. 132, pp. 350–358. ISSN 19443986. DOI 10.5004/dwt.2018.23159.
10. ANFRUNS-ESTRADA, E., BRUGUERA-CASAMADA, C., SALVADÓ, H., BRILLAS, E., SIRÉS, I. eta ARAUJO, R.M., 2017a. Inactivation of microbiota from urban wastewater by single and sequential electrocoagulation and electro-Fenton treatments. *Water Research*, vol. 126, pp. 450–459. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2017.09.056.
11. ANFRUNS-ESTRADA, E., BRUGUERA-CASAMADA, C., SALVADÓ, H., BRILLAS, E., SIRÉS, I. eta ARAUJO, R.M., 2017b. Inactivation of microbiota from urban wastewater by single and sequential electrocoagulation and electro-Fenton treatments. *Water Research* [en línea], vol. 126, pp. 450–459. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2017.09.056. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.09.056>.

12. ANTONY, A., BLACKBEARD, J. eta LESLIE, G., 2012. Removal efficiency and integrity monitoring techniques for virus removal by membrane processes. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 42, no. 9, pp. 891–933. ISSN 15476537. DOI 10.1080/10643389.2011.556539.

13. ARAUJO SALAZAR, S.C., 2017. Remoción de coliformes totales y fecales en lodos por procesos electroquímicos, planta de tratamiento de aguas residuales. *Ucv*, pp. 358. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/3485>

14. ARMENGOL, C.M., 2017. Detección y cuantificación de patógenos en nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales. Reutilización de aguas y fangos. <https://riunet.upv.es/handle/10251/90996>

15. AVELAR-GONZÁLEZ, F.J., HAREL, J. eta GUERRERO-BARRERA, A.L., 2015. Patógenos transmitidos por el agua: métodos de detección y desafíos. , pp. 307–334. doi: 10.3390 / patógenos4020307

16. BAZRAFSHAN, E , MOHAMMADI, L., ANSARI-MOGHADDAM, A. eta MAHVI, A.H., 2015. Heavy metals removal from aqueous environments by electrocoagulation process - A systematic review. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* [en línea], vol. 13, no. 1. ISSN 2052336X. DOI 10.1186/s40201-015-0233-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40201-015-0233-8>.

17. BICUDO, B., VAN DER WERFF, B.-J., MEDEMA, G. eta VAN HALEM, D., 2022. Disinfection during Iron Electrocoagulation: Differentiating between Inactivation and Floc Entrapment for *Escherichia coli* and Somatic Coliphage ØX174 . *ACS ES&T Water*, ISSN 2690-0637. DOI 10.1021/acsestwater.2c00230.

18. .BICUDO, B., VAN HALEM, D., TRIKANNAD, S.A., FERRERO, G. eta

- MEDEMA,
G., 2021a. Low voltage iron electrocoagulation as a tertiary treatment of municipal wastewater: removal of enteric pathogen indicators and antibiotic-resistant bacteria. *Water Research*, vol. 188. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2020.116500
19. BOUDJEMA, N., DROUCHE, N., ABDI, N., GRIB, H., LOUNICI, H., PAUSS, A. eta
MAMERI, N., 2014. Treatment of Oued El Harrach river water by electrocoagulation noting the effect of the electric field on microorganisms. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* [en línea], vol. 45, no. 4, pp. 1564–1570. ISSN 18761070. DOI 10.1016/j.jtice.2013.10.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2013.10.006>.
20. BRANZ, A., LEVINE, M., LEHMANN, L., BASTABLE, A., ALI, S.I., KADIR, K.,
YATES, T., BLOOM, D. eta LANTAGNE, D., 2017. Chlorination of drinking water in emergencies: A review of knowledge to develop recommendations for implementation and research needed. *Waterlines*, vol. 36, no. 1, pp. 4–39. ISSN 02628104. DOI 10.3362/1756-3488.2017.002.
21. BRILLAS, E. eta MARTÍNEZ-HUITLE, C.A., 2015. Decontamination of wastewaterscontaining synthetic organic dyes by electrochemical methods. An updated review. *Applied Catalysis B: Environmental*, vol. 166–167, pp. 603–643. ISSN09263373. DOI 10.1016/j.apcatb.2014.11.016.
22. CHAHAL, C., VAN DEN AKKER, B., YOUNG, F., FRANCO, C., BLACKBEARD, J.
eta MONIS, P., 2016. Pathogen and Particle Associations in Wastewater: Significance and Implications for Treatment and Disinfection Processes. *Advances in Applied Microbiology*, vol. 97, pp. 63–119. ISSN 00652164. DOI 10.1016/bs.aambs.2016.08.001
23. CHELLAM, S. eta SARI, M.A., 2016. Aluminum electrocoagulation as pretreatmentduring microfiltration of surface water containing NOM: A review

of fouling, NOM, DBP, and virus control. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 304, pp. 490–501. ISSN 18733336. DOI 10.1016/j.jhazmat.2015.10.054.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.10.054>.

24. CRISTANCHO MONTENEGRO, D.L., PINTO HERNÁNDEZ, L.M. eta TIQUE HILARIÓN, J.S., 2019. Evaluación de la eficiencia de un sistema de electrocoagulación en los vertimientos de curtiembres en el sector de Villapinzón (Cundinamarca). *Revista Mutis*, vol. 9, no. 2, pp. 34–48. ISSN 2256-1498. DOI 10.21789/22561498.1590.
25. DELAIRE, C., 2016. Bacteria attenuation by iron electrocoagulation governed by interactions between bacterial phosphate groups and Fe(III) precipitates. , no. lli, pp. 1–21. 10.1016/j.watres.2016.07.020
26. DELAIRE, C., VAN GENUCHTEN, C.M., AMROSE, S.E. eta GADGIL, A.J., 2016. Bacteria attenuation by iron electrocoagulation governed by interactions between bacterial phosphate groups and Fe(III) precipitates. *Water Research* [en línea], vol. 103, pp. 74–82. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2016.07.020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.07.020>.
27. DELAIRE, C., VAN GENUCHTEN, C.M., NELSON, K.L., AMROSE, S.E. eta GADGIL, A.J., 2015. Escherichia coli Attenuation by Fe Electrocoagulation in Synthetic Bengal Groundwater: Effect of pH and Natural Organic Matter. *Environmental Science and Technology*, vol. 49, no. 16, pp. 9945–9953. ISSN 15205851. DOI 10.1021/acs.est.5b01696.
28. EFSTRATIOU, A., ONGERTH, J.E. eta KARANIS, P., 2017. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011–2016. *Water Research*, vol. 114, pp. 14–22. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2017.01.036.

29. FIKRI, E., DJUHRIAH, N. eta HANURAWATY, N.Y., 2021. Study on the utilization of electrocoagulation concept as a disinfectant substitute in hospital wastewater. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*, vol. 30, no. 2, pp. 261–270. ISSN 25437496. DOI 10.22630/PNIKS.2021.30.2.22.
30. FLORES, W., 2020. Determinación de agentes patógenos en el agua potable para consumo humano en la Universidad Tecnológica de León potable para consumo humano en la Universidad Tecnológica de León. <https://utleon.academia.edu/>
31. GAMERO-QUIJANO, A., GARCÍA, P. eta LA ROSA-TORO-GÓMEZ, A., 2020.
Removal of pathogenic microorganisms from water by electrocoagulation with aluminum electrodes. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 11, no. 4, pp. 136–178. ISSN 20072422. DOI 10.24850/j-tyca-2020-04-05.
32. GARCIA-SEGURA, S., EIBAND, M.M.S.G., DE MELO, J.V. eta MARTÍNEZ-HUITLE, C.A., 2017. Electrocoagulation and advanced electrocoagulation processes: A general review about the fundamentals, emerging applications and its association with other technologies. *Journal of Electroanalytical Chemistry* [en línea], vol. 801, no. November 2016, pp. 267–299. ISSN 15726657. DOI 10.1016/j.jelechem.2017.07.047. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelechem.2017.07.047>.
33. GHAHREMANI, H., BAGHERI, S., HASSANI, S.M. eta KHOSHCHEHREH, M.R., 2012. Treatment of dairy industry wastewater using an electrocoagulation process. *Advances in Environmental Biology*, vol. 6, no. 7, pp. 1897–1901. ISSN 19950756. <https://www.academia.edu>
34. GHERNAOUT, D., 2014. Coagulation and Chlorination of NOM and Algae in

- Water Treatment: A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, vol. 2, no. 6, pp. 23. ISSN 2328-7659. DOI 10.11648/j.ijema.s.2014020601.14.
35. GHERNAOUT, D., 2017. Microorganisms' Electrochemical Disinfection Phenomena. *EC Microbiology*, vol. 9, no. July 2017, pp. 160–169. <https://www.researchgate.net/publication/328655004> Microorganisms'
 36. GHERNAOUT, D., 2019a. Disinfection via Electrocoagulation Process: Implied Mechanisms and Future Tendencies Djamel. , Academia.edu
 37. GHERNAOUT, D., 2019b. Eliminación de virus por electrocoagulación y electrooxidación: nuevos hallazgos y tendencias futuras. DOI: 10.11648 / j.ae.20190301.11
 38. GHERNAOUT, D., 2019c. Greening Electrocoagulation Process for Disinfecting Water. *Applied Engineering* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 27–31. DOI 10.11648/j.ae.20190301.14. Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ae>.
 39. GHERNAOUT, D. eta ELBOUGHDIRI, N., 2020a. Electrocoagulation Process in the Context of Disinfection Mechanism. *OALib*, vol. 07, no. 02, pp. 1–14. ISSN2333-9721. DOI 10.4236/oalib.1106083.
 40. GHERNAOUT, D. eta ELBOUGHDIRI, N., 2020b. Magnetic Field Application: An Underappreciated Outstanding Technology. *OALib*, vol. 07, no. 01, pp. 1–12. ISSN 2333-9721. DOI 10.4236/oalib.1106000.
 41. GHERNAOUT, D., ELBOUGHDIRI, N. eta ARNI, S. Al, 2020. New insights towards disinfecting viruses – short notes. *Journal of Water Reuse and Desalination*, vol. 10, no. 3, pp. 173–186. ISSN 24089370. DOI 10.2166/wrd.2020.050.

42. GHERNAOUT, D., ELBOUGHDIRI, N. eta LAJIMI, R., 2022. Electrocoagulation of *Escherichia coli* Culture: Effects of Temperature and Cell Concentration. *OALib*, vol. 09, no. 05, pp. 1–23. ISSN 2333-9721. DOI 10.4236/oalib.1108763.
43. GHERNAOUT, D., TOUAHMIA, M. eta AICHOUNI, M., 2019. Desinfección del agua: la electrocoagulación como proceso eficiente. doi: 10.11648 / j.ae.20190301.11
44. GOVINDAN, K., ANGELIN, A. eta RANGARAJAN, M., 2018. Critical evaluation of mechanism responsible for biomass abatement during electrochemical coagulation (EC) process: A critical review. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 227, no. April, pp. 335–353. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2018.08.100. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.100>.
45. HASHIM, K.S., ALI, S.S.M., ALRIFAIE, J.K., KOT, P., SHAW, A., AL KHADDAR, R., IDOWU, I. eta GKANTOU, M., 2020. *Escherichia coli* inactivation using a hybrid ultrasonic–electrocoagulation reactor. *Chemosphere*, vol. 247. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.125868.
46. HASHIM, K.S., KOT, P., ZUBAIDI, S.L., ALWASH, R., AL KHADDAR, R., SHAW, A., AL-JUMEILY, D. eta ALJEFERY, M.H., 2020. Energy efficient electrocoagulation using baffle-plates electrodes for efficient *Escherichia coli* removal from wastewater. *Journal of Water Process Engineering*, vol. 33, no. September 2019, pp. 1–7. ISSN 22147144. DOI 10.1016/j.jwpe.2019.101079.
47. HEFFRON, J., MCDERMID, B., MAHER, E., MCNAMARA, P.J. eta MAYER, B.K., 2019. Mechanisms of virus mitigation and suitability of bacteriophages as surrogates in drinking water treatment by iron electrocoagulation. *Water Research* [en línea], vol. 163, pp. 114877. ISSN 18792448. DOI

10.1016/j.watres.2019.114877. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114877>.

48. HERNANDEZ, ROBERTO, C.F. y M.B., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.:s.n. ISBN 9781456223960.
49. HOLT, P.K., BARTON, G.W. eta MITCHELL, C.A., 2005. The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology. *Chemosphere*, vol. 59, no. 3, pp. 355–367. ISSN 00456535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2004.10.023.
50. JIMÉNEZ, C., SÁEZ, C., CAÑIZARES, P. eta RODRIGO, M.A., 2016. Optimization of a combined electrocoagulation-electroflotation reactor. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, no. 10, pp. 9700–9711. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-016-6199-y.
51. LEE, S.Y. eta GAGNON, G.A., 2014. Review of the factors relevant to the design and operation of an electrocoagulation system for wastewater treatment. *Environmental Reviews*, vol. 22, no. 4, pp. 421–429. ISSN 11818700. DOI 10.1139/er-2014-0009.
52. LYNN, W., HEFFRON, J. eta MAYER, B.K., 2019. Electrocoagulation as a Pretreatment for electrooxidation of E. coli. *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 12. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w11122509.
53. MAKWANA, A.R. eta AHAMMED, M.M., 2016. Continuous electrocoagulation process for the post-treatment of anaerobically treated municipal wastewater. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 102, pp. 724–733. ISSN 09575820. DOI 10.1016/j.psep.2016.06.005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2016.06.005>.

54. MARLIÈRE, C. eta DHAHRI, S., 2015. An in vivo study of electrical charge distribution on the bacterial cell wall by atomic force microscopy in vibrating force mode. *Nanoscale* [en línea], vol. 7, no. 19, pp. 8843–8857. ISSN 20403372. DOI 10.1039/c5nr00968e. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1039/c5nr00968e>.
55. MATBOO, SOUDABEH ALIZADEH; MOKHTARI, SEYED AHMAD; JEDDI, FARIBA; ATAYI, FATEMEH; SADEGHI, TAYEBE; ASGARI, ESRAFIL; NAZARÍ, S., 2022. Investigación de la eficiencia del proceso de electrocoagulación / electroflotación con electrodos de fieltro de aluminio y grafito en la eliminación de E. coli y S . typhimurium del agua potable . , pp. 20087993. <https://www.ebsco.com/conversion-testing-statement>
56. MEIRAMKULOVA, K., JAKUPOVA, Z., ORYNBEKOV, D., TASHENOV, E., KYDYRBKOVA, A., MKILIMA, T. eta INGLEZAKIS, V.J., 2020. Evaluation of electrochemical methods for poultry slaughterhouse wastewater treatment. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 12, pp. 1–16. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su12125110.
57. MOHAMMED, A.N., 2019. Resistance of bacterial pathogens to calcium hypochlorite disinfectant and evaluation of the usability of treated filter paper impregnated with nanosilver composite for drinking water purification. *Journal of Global Antimicrobial Resistance* [en línea], vol. 16, pp. 28–35. ISSN 22137173. DOI 10.1016/j.jgar.2018.09.002. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2018.09.002>.

58. MOSTAFALOO, R., YARI, A.R., MOHAMMADI, M.J., KHANIABADI, Y.O. eta ASADI-GHALHARI, M., 2019. Optimization of the electrocoagulation process on the effectiveness of removal of cefixime antibiotic from aqueous solutions. *Desalination and Water Treatment*, vol. 144, no. August 2020, pp. 138–144. ISSN 19443986. DOI 10.5004/dwt.2019.23530.
59. MOUSAZADEH, M., NAGHDALI, Z., AL-QODAH, Z., ALIZADEH, S.M., KARAMATI NIARAGH, E., MALEKMOHAMMADI, S., NIDHEESH, P. V., ROBERTS, E.P.L., SILLANPÄÄ, M. eta MAHDI EMAMJOMEH, M., 2021. A systematic diagnosis of state of the art in the use of electrocoagulation as a sustainable technology for pollutant treatment: An updated review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 47. ISSN 22131388. DOI 10.1016/j.seta.2021.101353.
60. MOUSSA, D.T., EL-NAAS, M.H., NASSER, M. eta AL-MARRI, M.J., 2017. A comprehensive review of electrocoagulation for water treatment: Potentials and challenges. *Journal of Environmental Management*, vol. 186, pp. 24–41. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2016.10.032.
61. NADEEM, F., JILANI, M.I. eta QADEER, A., 2016. Electrocoagulación y otros métodos recientes para agua potable Tratamiento: una revisión., vol. 10, pp. 60–73. <https://www.iscientific.org/Journal.html>
62. NAZARÍ, S., KAMRAN, E., NASERI, K., JAVANMARDI, Z., SADEGHI, T. eta MOHSEN, S., 2017. Usando electrocoagulación-electroflotación. , no.1. <http://78.39.35.44/article-1-3202-en.html>

63. NDJOMGOUE-YOSSA, A.C., NANSEU-NJIKI, C.P. eta NGAMENI, E., 2022. Effect of pH on Escherichia coli Removal by Electrocoagulation and Elimination Kinetics after Treatment. *Journal of Chemistry*, vol. 2022. ISSN 20909071. DOI 10.1155/2022/5249368.
64. NEILL, D. eta CORTEZ, L., 2018. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796. <http://repositorio.utmachala.edu.ec>
65. NGOBENI, P.V., BASITERE, M. eta THOLE, A., 2022. Treatment of poultry slaughterhouse wastewater using electrocoagulation: a review. *Water Practice and Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 38–59. ISSN 1751231X. DOI 10.2166/wpt.2021.108.
66. OSTARCEVIC, E.R., JACANGELO, J., GRAY, S.R. eta CRAN, M.J., 2018. Current and emerging techniques for high-pressure membrane integrity testing. *Membranes*, vol. 8, no. 3, pp. 1–27. ISSN 20770375. DOI 10.3390/membranes8030060.
67. PINEDO-HERNÁNDEZ, J., MARRUGO-NEGRETE, J. eta DÍEZ, S., 2020. Removal of Cypermethrin and Chemical Oxygen Demand from Livestock Wastewater by Electrocoagulation. *Chemical Engineering and Technology*, vol. 43, no. 2, pp. 211–217. ISSN 15214125. DOI 10.1002/ceat.201800742.
68. POMA, J. eta QUISPE, P., 2016. REMOCION DE CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR EL METODO DE ELECTROCOAGULACION. [en línea], pp. 1–125. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3757/Poma Javier-Quispe Sanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3757/Poma%20Javier-Quispe%20Sanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

69. POOJA, K., 2017. Revisión de estudios sobre eliminación de dureza por electrocoagulación. *artículo*, vol. 1, pp. 309–313. <http://www.irphouse.com>
70. QUIJADA, M., 2016. Identificación y cuantificación de Coliformes totales y *Escherichia coli* en las zonas de amortiguamiento Las Delicias y Parachique en la Bahía de Sechura - Piura. , pp. 28.
<https://hdl.handle.net/20500.12866/316>
71. RAMIREZ GASTULO, J.A., 2017. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS RESIDUALES GENERADOS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL. *Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo* [en línea], Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/182>.
72. RAMYA, T., PREMKUMAR, P., THANARASU, A., VELAYUTHAM, K., DHANASEKARAN, A. eta SIVANESAN, S., 2019. Degradation of pesticide-contaminated wastewater (coragen) using electrocoagulation process with iron electrodes. *Desalination and Water Treatment*, vol. 165, pp. 103–110. ISSN 19443986. DOI 10.5004/dwt.2019.24409.
73. RESTREPO MEJÍA, A.P., ARANGO RUÍZ, Á. eta GARCÉS GIRALDO, L.F., 2012.
La Electrocoagulación: retos y oportunidades en el tratamiento de aguas. *Producción+Limpia* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 58–77. ISSN 1909-0455. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/514>.
74. RICORDEL, C., MIRAMON, C., HADJIEV, D. eta DARCHEN, A., 2014. Investigations of the mechanism and efficiency of bacteria abatement during electrocoagulation using aluminum electrode. , vol. 52, no. 28–30, pp. 5380–5389. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2013.807474.
75. PINEDO-HERNÁNDEZ, J., MARRUGO-NEGRETE, J. eta DÍEZ, S., 2020. Removal

- of Cypermethrin and Chemical Oxygen Demand from Livestock Wastewater by Electrocoagulation. *Chemical Engineering and Technology*, vol. 43, no. 2, pp. 211–217. ISSN 15214125. DOI 10.1002/ceat.201800742.
76. POMA, J. eta QUISPE, P., 2016. REMOCION DE CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR EL METODO DE ELECTROCOAGULACION. [en línea], pp. 1–125. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3757/Poma Javier-Quispe Sanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3757/Poma%20Javier-Quispe%20Sanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
77. POOJA, K., 2017. Revisión de estudios sobre eliminación de dureza por electrocoagulación. *articulo*, vol. 1, pp. 309–313. <http://www.irphouse.com>
78. QUIJADA, M., 2016. Identificación y cuantificación de Coliformes totales y *Escherichia coli* en las zonas de amortiguamiento Las Delicias y Parachique en la Bahía de Sechura - Piura. , pp. 28. <https://hdl.handle.net/20500.12866/316>
79. RAMIREZ GASTULO, J.A., 2017. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS RESIDUALES GENERADOS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL. *Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/182>.
80. RAMYA, T., PREMKUMAR, P., THANARASU, A., VELAYUTHAM, K., DHANASEKARAN, A. eta SIVANESAN, S., 2019. Degradation of pesticide-contaminated wastewater (coragen) using electrocoagulation process with iron electrodes. *Desalination and Water Treatment*, vol. 165, pp. 103–110. ISSN 19443986. DOI 10.5004/dwt.2019.24409.
81. RESTREPO MEJÍA, A.P., ARANGO RUÍZ, Á. eta GARCÉS GIRALDO, L.F., 2012. La Electrocoagulación: retos y oportunidades en el tratamiento de aguas. *Producción+Limpia* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 58–77. ISSN 1909-0455.

Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/514>.

82. RICORDEL, C., MIRAMON, C., HADJIEV, D. eta DARCHEN, A., 2014. Investigations of the mechanism and efficiency of bacteria abatement during electrocoagulation using aluminum electrode. , vol. 52, no. 28–30, pp. 5380–5389. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2013.807474.
83. RÍOS, T.S., AGUDELO, C.R.M. eta GUTIÉRREZ, B.L.A., 2017. Patógenos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para beber Pathogens and Microbiological Indicators of drinking water quality. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* [en línea], vol. 35, no. 2. Disponible en: https://www.mendeley.com/catalogue/3049398b-cc48-3318-a0bc3b63b6804f34/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Befeaa754-48ca-4ab6-89a4-b4df8195aeec%7D.
84. RODRÍGUEZ, S.C., ASMUNDIS, C.L., AYALA, M.T. eta ARZÚ, O.R., 2018. Microbiological presence indicators of water for human consumption in San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista Veterinaria*, vol. 29, no. 1, pp. 9–12. ISSN 16696840. DOI 10.30972/vet.2912779.
85. ROFIFAH, D., 2020. EFECTO DEL VOLTAJE Y TIEMPO DE ELECTROCOAGULACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE ESCHERICHIA COLI Y TURBIEDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL PASEO DE LAS AGUAS, DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, no. 031, pp. 12–26
86. SARASTI, C.A., 2015. EVALUACIÓN DE UN PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN EN UN REACTOR TIPO BATCH PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE (Cr6+) CON ELECTRODOS DE ALUMINIO – ALUMINIO Y DE HIERRO – ALUMINIO EN CONDICIONES DE LABORATORIO. *Ekp*, vol. 13, no. 3, pp. 1576–1580. <https://repository.usta.edu.co/>

87. SINGH, R., BHADOURIA, R., SINGH, P., KUMAR, A., PANDEY, S. eta SINGH, V.K., 2020. Nanofiltration technology for removal of pathogens present in drinking water. *Waterborne Pathogens*, pp. 463–489. DOI 10.1016/b978-0-12-818783-8.00021-9.
88. SINGH, T.S.A. eta RAMESH, S.T., 2014. An experimental study of CI Reactive Blue 25 removal from aqueous solution by electrocoagulation using Aluminum sacrificial electrode: Kinetics and influence of parameters onelectrocoagulation performance. *Desalination and Water Treatment*, vol. 52, no. 13–15, pp. 2634–2642. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2013.794714.
89. SIVARANJANI, GAFOOR, A., ALI, N., KUMAR, S., RAMALAKSHMI, BEGUM, S. eta RAHMAN, Z., 2020. Applicability and new trends of different electrode materials and its combinations in electro coagulation process: A brief review. *Materials Today: Proceedings*, vol. 37, no. Part 2, pp. 377–382. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.05.379.
90. SRUTHI, G., AHAMMED, M.M. eta MAKWANA, A.R., 2018. Effect of source water/wastewater quality on bacterial removal during electrocoagulation. *Water Science and Technology*, vol. 77, no. 5, pp. 1460–1468. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2018.024.
91. SWAFFER, B., ABBOTT, H., KING, B., VAN DER LINDEN, L. eta MONIS, P., 2018. Understanding human infectious Cryptosporidium risk in drinking water supply catchments. *Water Research* [en línea], vol. 138, pp. 282–292. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2018.03.063. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.063>.
92. TETSUYA, O., MADHAV, D. eta SHACHAM-DIAMAND, Y., 2010. Electrochemical

Technologies. *WTEC Panel*, pp. 1–362.

93. VARELA RUIZ, M. eta VIVES VARELA, T., 2016. Autenticidad y calidad en la investigación educativa cualitativa: multivocalidad. *Investigación en Educación Médica*, vol. 5, no. 19, pp. 191–198. ISSN 20075057. DOI 10.1016/j.riem.2016.04.006.
94. WEE, T., KIM, C. eta B, M.H.N., 2016. Review on Wastewater Treatment Technologies. , vol. 1, pp. 111–126. <http://www.ripublication.com>
95. WYŁĘGAŁA, L., 2010. control en línea de una planta piloto de tratamiento de aguas residuales por electrocuagulación. no. 2005, pp. 1–12. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1029>
96. YADAV, A., MISHRA, S., KAITHWAS, G. eta RAJ, A., 2016. Contaminantes orgánicos y bacterias patógenas en aguas residuales y sus estrategias de eliminación.
97. ZACHARIA, A., OUTWATER, A.H., NGASALA, B. eta DEUN, R. Van, 2018. Pathogenic parasites in raw and treated wastewater in Africa: A Review. *Resources and Environment*, vol. 8, no. 5, pp. 232–240. DOI 10.5923/j.re.20180805.03.
98. ZAINAB GHOLAMI (C) LICENCIATURA7ABDUL AYMAM AMOUI () DOCTOR2, 9,4*HAYAR TABARINIA () MAESTRÍA4, F.A.() M., 2019. Investigación de la eficacia del proceso de electrocoagulación para eliminar las bacterias coliformes de aguas residuales de hospitales. , vol. 3, no. 8.
99. ZAMAN, S., YOUSUF, A., BEGUM, A., LATIFUL BARI, M.D. eta RABBANI, K.S., 2019. Evaluation of adaptive low cost solar water pasteurization device for providing safe potable water in rural households. *Journal of Water and Health*, vol. 17, no. 2, pp. 274–286. ISSN 14778920. DOI 10.2166/wh.2019.268.

100. ZAREI, A., BIGLARI, H., MOBINI, M., DARGAHI, A., EBRAHIMZADEH, G., NAROOIE, M.R., MEHRIZI, E.A., YARI, A.R., MOHAMMADI, M.J., BANESHI, M.M., KHOSRAVI, R. eta POURSADEGHIYAN, M., 2018. Disinfecting poultry slaughterhouse wastewater using copper electrodes in the electrocoagulation process. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 27, no. 4, pp. 1907–1912. ISSN 12301485. DOI 10.15244/pjoes/78150.

ANEXOS

Anexo 1. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Problemas específicos	Objetivos específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de Análisis		
¿Cuál es el modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?	Identificar el modelo de reactor más usado de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	Tipos de reactores de la EC	Disposición de Reactores	Tipo batch	(Meiramkulova et al. 2020);(Bicudo et al. 2021b);(Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi 2022);(Anfruns-Estrada et al. 2017b)	
				monopolares en conexiones paralelas	(Ramya et al. 2019);(Abdelkader eta Mehdi 2015); (Aguilar-Ascon 2019)	
				Tipo continuo	monopolares en conexiones en serie	(Hashim, Kot, et al. 2020);(Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez 2020);(Hashim, Ali, et al. 2020)
				bipolar en conexiones en serie	(Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. 2018);(Lynn, Heffron eta Mayer 2019)	
¿cuál es valor óptimo de control de los parámetros frecuentemente evaluados en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?	Definir el valor óptimo de control de los parámetros frecuentemente evaluados en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	Valor Óptimo de Control	pH	(Nadeem, Jilani eta Qadeer 2016)(Chellam eta Sari 2016)(Ghernaout, Touahmia eta Aichouni 2019); (Ghernaout eta Elboughdiri 2020b); (Ricordel et al. 2014); (Aguilar Ascón 2015)		
			Distancia de electrodos	(Hashim, Kot, et al. 2020);(Ghernaout, Elboughdiri eta Lajimi 2022);(Alidadi et al. 2018); Fikri, Djuhriah eta Hanurawaty (2021)		
			Tiempo	Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. (2018); Nadeem, Jilani eta Qadeer (2016); Hashim, Kot, et al. (2020); Ghernaout, Touahmia eta Aichouni (2019)		
			Voltaje	Bicudo et al. (2021); Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. (2018)		
			Tipo de electrodo	Sivaranjani et al. (2020); Bicudo et al. (2021); Ngobeni, Basitere eta Thole (2022); Mousazadeh et al. (2021); Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi,		

			et al. (2018); Chellam eta Sari (2016); Hashim, Kot, et al. (2020); Ghernaout, Elboughdiri eta Arni (2020)
			Densidad de corriente eléctrica Nadeem, Jilani eta Qadeer (2016); Chellam eta Sari (2016); Hashim, Kot, et al. (2020); Ghernaout, Touahmia eta Aichouni (2019); Ghernaout eta Elboughdiri (2020); Ricordel et al. (2014); Aguilar Ascón (2015); Abdulkhadher eta Jaeel (2021)
<p>¿Cuáles son los principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?</p>	<p>Determinar los principales aspectos que permiten alcanzar los porcentajes más altos en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales</p>	<p>Aspectos de mayor influencia</p>	Tipo de electrodo Ghernaout, Touahmia eta Aichouni (2019); Ghernaout eta Elboughdiri (2020); Ricordel et al. (2014); Aguilar Ascón (2015); Ghernaout eta Elboughdiri (2020); Anfruns-Estrada et al. (2017); Hashim, Ali, et al. (2020); Ramya et al. (2019); Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez (2020); Delaire et al. (2016)
			Voltaje Chellam eta Sari (2016); Ricordel et al. (2014); Ghernaout eta Elboughdiri (2020); Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi, Baneshi, et al. (2018); Zainab Gholami, Abdul Ayman Amoui, Hayar Tabarinia (2019).
			Eficiencia de remoción (%) Zarei, Biglari, Mobini, Dargahi, Ebrahimzadeh, Narooie, Mehrizi, Yari, Mohammadi eta Baneshi (2018); Hashim, Kot, et al. (2020); Aguilar-Ascon (2019); Zainab Gholami Abdul Ayman Amoui, Hayar Tabarinia (2019)
			Densidad de corriente Ramya et al. (2019); Delaire et al. (2016); Poma eta Quispe (2016); Alidadi et al. (2018); Abdul-Husain eta Alramahi (2021); Bicudo et al. (2022); Boudjema et al. (2014); Ghernaout (2019)
			pH Ramya et al. (2019); Delaire et al. (2016); Poma eta Quispe (2016); Alidadi et al. (2018); Aguilar-Ascon (2019); Bicudo et al. (2022); Ghernaout (2019); Mostafaloo et al. (2019).
			Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba;

			Distancia entre electrodos	Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazari (2022).
			Tiempo	Ricordel et al. (2014); Aguilar Ascón (2015); Ghernaout eta Elboughdiri (2020); Abdulkhadher eta Jaeel (2021); Anfruns-Estrada et al. (2017); Hashim, Ali, et al. (2020); Ramya et al. (2019); Delaire et al. (2016) ; Poma eta Quispe (2016); Alidadi et al. (2018);
¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales?	Identificar las ventajas e inconvenientes en el uso de la electrocoagulación para la remoción de agentes patógenos en aguas residuales	Ventajas e inconvenientes	Costos de inversión	(Hashim, Ali, et al. 2020)(Ramya et al. 2019)(Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez 2020)
			Consumo de energía	(Hashim, Ali, et al. 2020)(Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete eta Díez 2020)(Poma eta Quispe 2016)(Alidadi et al. 2018)(Abdul-Husain eta Alramahi 2021)(Ghernaout 2017)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Fichas de recolección de datos-instrumento

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)		URL/DOI	
TÍTULO		AÑO	
OBJETIVO		EFLUENTE	
TIPO DE REACTOR			
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	
MATERIAL DE ELECTRODOS		TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	
TIEMPO DE OPERACIÓN		ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Bruno Bicudo, Doris van Halem, Shreya Ajith Trikanad, Giuliana Ferrero, Gertjan Medema	URL/DOI	DOI:"10.1016/j.watres.2020.116500
TÍTULO	Low voltage iron electrocoagulation as a tertiary treatment of municipal wastewater: removal of enteric pathogen indicators and antibiotic-resistant bacteria	AÑO	2020
OBJETIVO	evaluar el desempeño de Fe-EC de bajo voltaje durante el tratamiento de efluentes secundarios municipales en la eliminación de indicadores de patógenos microbianos (Escherichia coli, enterococos, colifagos somáticos)	EFLUENTE	Real y sintético
TIPO DE REACTOR	Batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe- Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	-	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Voltaje, Tipo de electrodos, Densidad de corriente eléctrica		Voltaje de 30v y corriente eléctrica de 100mA/cm ² .	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Microbianos E. coli, enterococos, VRE, C.perfringens	---	PORCENTAJE DE INACTIVACION de un 99%	Distancia de electrodos, Voltaje, Tipo de electrodos, Densidad de corriente eléctrica

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Meiramkulova, Kulyash; Jakupova, Zhanar; Orynbekov, Duman; Tashenov, Erbolat; Kydyrbekova, Aliya; Mkilima, Timoth; Inglezakis, Vassilis J.	URL/DOI	DOI:"10.3390/su12125110
TÍTULO	Evaluation of Electrochemical Methods for Poultry Slaughterhouse Wastewater Treatment	AÑO	2020
OBJETIVO	Este estudio tuvo como objetivo utilizar el potencial del WQI como una herramienta para evaluar el rendimiento de diferentes combinaciones de electrodos para purificar las aguas residuales de un matadero de aves	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al/Fe	NUMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al/Fe	TIPO DE CELDA	rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente		Ph:5 tiempo 20 min densidad de corriente 15 mA/cm ² tipo de electrodo Al/Fe	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Microbiana (coliformes fecales y Escherichia coli, Salmonella y Shigelabacterias, huevos de parásitos, quistes amebianos y Estreptococobacterias)		99,83%	pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Amin Zarei, Hamed Biglari, Mohsen Mobini, Abdollah Dargahi4, Gholamreza Ebrahimzadeh, Mohammad Reza Narooie, Ehsan Abouee Mehrizi , Ahmad Reza Yari , Mohammad Javad Mohammadi, Mohammad Mehdi Baneshi, Rasoul Khosravi, Mohsen Poursadeghiyan	URL/DOI	DOI:10.15244/pjoes/78150
TÍTULO	Disinfecting Poultry Slaughterhouse Wastewater Using Copper Electrodes in the Electrocoagulation Process	AÑO	2018
OBJETIVO	Este estudio buscó investigar la eficiencia del proceso de electrocoagulación utilizando electrodos de cobre en la desinfección de aguas residuales	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	Bipolar en conexiones en serie		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe / Cu	NÚMERO DE ELECTRODOS	6 electrodos
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe / Cu	TIPO DE CELDA	cubo rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	corriente constante,	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, distancia de electrodos, voltaje, tipo de electrodos densidad de corriente eléctrica		pH 7, voltaje 30V, tipo de electrodos Fe / Cu ,densidad de corriente eléctrica 0,29 kW/2 mS/cm	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Coliformes Totales		100%	pH, distancia de electrodos, voltaje, tipo de electrodos densidad de corriente eléctrica

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Ahmad Raza, Farwa Nadeem, Muhammad Idrees Jilani and Hafiz Abdul Qadeer	URL/DOI	https://www.iscientific.org/wp-content/uploads/2019/09/9-IJCBS-16-10-09.pdf
TÍTULO	Electrocoagulation and other Recent Methods for Drinking Water Treatment	AÑO	2016
OBJETIVO	se centra en revisar los avances recientes en electrocoagulación con el propósito de identificar el estado actual de la tecnología y su potencial como método efectivo de tratamiento de agua.	EFLUENTE	artificial
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al	NUMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	-
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Revisión científica
TIEMPO DE OPERACIÓN	30 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tiempo, voltaje, densidad de corriente		PH 4 tiempo: 30 min voltaje 40 V densidad de corriente 40 mA/m ²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Agentes patógenos		81.10%	pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Shankararaman Chellam Muttiara Ayu Sari	URL/DOI	https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.10.054
TÍTULO	Aluminum electrocoagulation as pretreatment during microfiltration of surface water containing NOM: A review of fouling, NOM, DBP, and virus control	AÑO	2016
OBJETIVO	Los objetivos de este trabajo son resumir el estado del arte de los sistemas electroquímicos y MF/UF integrados para tratamiento de agua potable con énfasis en (i) reacciones de electrodisolución de aluminio, (ii) mecanismos de ensuciamiento de la membrana, y (iii) control de NOM, precursores de DBP y virus	EFLUENTE	Real
TIPO DE REACTOR			
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	inox/ Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2 placas
MATERIAL DE ELECTRODOS	inox/ Al	TIPO DE CELDA	-
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	-	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente		Ph: 6,3 voltaje: 10 V corriente eléctrica 20 mA/cm2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Bacterias y Protozoos		eliminación > 99,9999 % (6 logs)	pH, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Hashim, Khalid S.; Kot, Patryk; Zubaidi, Salah L.; Alwash, Reham; Al Khaddar, Rafid; Shaw, Andy; Al-Jumeily, Dhiya; Aljefery, Mohammed H.	URL/DOI	doi: 10.1016/j.jwpe.2019.101079
TÍTULO	Energy efficient electrocoagulation using baffle-plates electrodes for efficient Escherichia coli removal from wastewater	AÑO	2020
OBJETIVO	está dedicada a desarrollar un nuevo diseño energéticamente eficiente de reactores EC. El rendimiento de este reactor EC a base de aluminio con placa deflectora (BPECU) ha sido explorado en términos de E. coli eliminación de muestras de aguas residuales sintéticas	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	Monopolar conexiones en serie		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al- Al- Al- Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	contenedor rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	5 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tipo de electrodo, densidad de corriente		Ph:7 tiempo:20 min densidad de corriente: 1,5mA/cm ²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. Coli		100%	pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Djamel Ghernaout, Noureddine Elboughdiri, Ramzi Lajimi	URL/DOI	DOI:"10.4236/oalib.1108763
TÍTULO	Electrocoagulation of Escherichia coli Culture: Effects of Temperature and Cell Concentration	AÑO	2022
OBJETIVO	En el presente estudio, se investiga el efecto de la temperatura en la eliminación de <i>E. coli</i> además de la influencia de la concentración celular por medio de la electrocoagulación	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	SS (acero inoxidable) - Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	SS y Al	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	5 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Distancia entre electros, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente, pH		7 60 min 30 V 0,1 a 1 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. coli. Algas y Coliformes		80 % 98 %.	Distancia entre electros, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente, pH

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Edwar Aguilar-Ascón	URL/DOI	https://doi.org/10.4236/oalib.1108763
TÍTULO	Eliminación de Escherichia colide aguas residuales domésticas mediante electrocoagulación	AÑO	2016
OBJETIVO	El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de la electrocoagulación en la remoción de Escherichia coli de aguas residuales domésticas y urbanas y determinar los efectos de los principales parámetros operativos en el proceso	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	Monopolares conexiones paralelas		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al /Fe- Al /Fe- Al /Fe- Al /Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	8
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al /Fe	TIPO DE CELDA	rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente		Ph:7 Densidad de corriente: 3 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. coli		99.99%	pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Djamel Ghernaout, Mabrouk Touahmia3, Mohamed Aichouni	URL/DOI	doi: 10.11648 / j.ae.20190301.11
TÍTULO	Disinfecting Water: Electrocoagulation as an Efficient Process	AÑO	2019
OBJETIVO	se centra en describir la ruta clave de los microorganismos destructores que se sigue a lo largo de la técnica de CE	EFLUENTE	Artificial
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe / Al:	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe / Al:	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Revisión científica
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH,densidad de corriente		Ph:7,5 densidad de corriente 200 A / m2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. coli		1,9 log y 4 log	pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Catherine Ricordel, Claire Miramon, Dimiter Hadjiev & André Darchen	URL/DOI	DOI: 10.1080/19443994.2013.807474
TÍTULO	Investigations of the mechanism and efficiency of bacteria abatement during electrocoagulation using aluminum electrode	AÑO	2014
OBJETIVO	En el presente estudio, la eliminación de bacterias ocurrió sin la formación de especies oxidantes electrogeneradas. Con el fin de establecer la eficiencia de EC en E. coli, eliminación se realizaron algunos experimentos de coagulación química	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	Bipolar en conexiones en serie		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al- Al- Al -Al- Al- Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	6
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, , voltaje, densidad de corriente		Ph:7,5 voltaje: 30 V densidad de corriente: 0.22 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Escherichia coli		2 log	pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Aguilar Ascón, Edwar Aguilar Ascón, Edwar	URL/DOI	https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/3263
TÍTULO	DEGRADACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN EFLUENTES DE ORIGEN DOMÉSTICO CON EL PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN	AÑO	2015
OBJETIVO	el objetivo de determinar la eficiencia en la remoción de materia orgánica con el proceso de electrocoagulación, evaluar sus posibles beneficios y obtener datos que sirvan para futuros diseños de plantas compactas, teniendo en cuenta que su aplicación en este tipo de efluentes es prácticamente nula.	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al-Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	10 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, densidad de corriente		Ph:6.9. Voltaje:3 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
materia orgánica		84%	pH, tiempo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Shereen A Abdul-Husain and Sawsan Alramahi	URL/DOI	doi:10.1088/1757-899X/1184/1/012011
TÍTULO	Removal of Pathogenic pollutants using electrocoagulation using aluminium electrodes	AÑO	2021
OBJETIVO	la eficacia de la CE También se demostró que los sistemas dependen de una serie de factores operativos como el voltaje aplicado, la densidad de corriente y dosis de adsorbente	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al- Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	-----
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, densidad de corriente		Ph:7.5 densidad de corriente: 2 mA/cm2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. Coli		83.5%	pH, distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Eduard Anfruns-Estradaa, Carmina Bruguera Casamadaa, Humbert Salvado Enric Brillasc, Ignasi Sire - sC, *, Rosa M. Araujo	URL/DOI	DOI:"10.1016/j.watres.2017.09.056
TÍTULO	Inactivation of microbiota from urban wastewater by single and sequential electrocoagulation and electro-Fenton treatments	AÑO	2017
OBJETIVO	Este trabajo tiene como objetivo comparar la capacidad de dos tipos de tecnologías electroquímicas, a saber, la electrocoagulación (EC) y la electro-Fenton (EF), para desinfectar efluentes primarios y secundarios de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. bacterias heterótrofas, Escherichia coli, enterococos, Clostridium perfringens como microorganismos indicadores se probaron esporas	EFLUENTE	artificial
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe / Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	90min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, , densidad de corriente		Ph: 6.9 densidad de corriente 200 A m-2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
AGENTES PATOGENOS (Amebas, Flagelados, Ciliados Metazoos)		100%	pH, tiempo, tipo de electrodos, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Santianny Cesar Araujo Salazar	URL/DOI	https://hdl.handle.net/20.500.12692/3485
TÍTULO	Remoción de coliformes totales y fecales en lodos por procesos electroquímicos, planta de tratamiento de aguas residuales – lima 2017	AÑO	2017
OBJETIVO	eterminar la remoción de coliformes totales y fecales mediante la aplicación del proceso electroquímico a los lodos generados en la PTAR	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al- Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo		Ph:6.4 voltaje 15 V	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Coliformes totales (bacterias coliformes , por Escherichia coli, Enterobacter, Citrobacter y Klebsiella		99.99%	pH, tiempo, voltaje, tipo de electrodo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Gamero-Quijano, A., García, P., & La Rosa-Toro-Gómez, A	URL/DOI	https://doi.org/10.24850/tyca-2020-04-05
TÍTULO	Removal of pathogenic microorganisms from water by electrocoagulation with aluminum electrodes. <i>Tecnología Y Ciencias Del Agua</i>	AÑO	2020
objetivo	En el presente artículo se estudia la electrocoagulación como técnica de remoción de bacterias de agua infectadas. De acuerdo con las características bioquímicas de la membrana externa de las bacterias, éstas pueden ser divididas en grampositivas o gramnegativas		
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	Vaso precipitado
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	12 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-----
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, , tipo de electrodo, densidad de corriente		Ph:7.9 densidad de corriente 200 mA	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Pseudomonas aeruginosa(gramnegativa). Escherichia coli (gramnegativa). Staphylococcus aureus (grampositiva)		100% 99,86%	pH, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Hashim, Khalid S.; Ali, Shaimaa Satae M.; AlRifaie, Jawad K.; Kot, Patryk; Shaw, Andy; Al Khaddar, Rafid; Idowu, Ibijoke; Gkantou, Michaela	URL/DOI	doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.125868
TÍTULO	Escherichia coli inactivation using a hybrid ultrasonic-electrocoagulation reactor	AÑO	2020
OBJETIVO	el presente estudio investiga la aplicación de un nuevo reactor híbrido de electrocoagulación ultrasónica (reactor U-E) para inactivar E. coli en agua.	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	Monopolares conexiones en serie		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al- Al- Al- Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	baño ultrasónico
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	0.5 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH , densidad de corriente		pH :7 densidad de corriente :1.5mA/cm2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. Coli		100%	pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Delaire, Caroline; van Genuchten, Case M.; Amrose, Susan E.; Gadgil, Ashok J	URL/DOI	doi: 10.1016/j.watres.2016.07.020
TÍTULO	Bacteria attenuation by iron electrocoagulation governed by interactions between bacterial phosphate groups and Fe (III) precipitates.	AÑO	2016
OBJETIVO	determinar el impacto de HCO ₃ ⁻ , Mg, P y Si en la atenuación de bacterias con Fe-EC, identificar los grupos funcionales bacterianos involucrados en la adhesión de los precipitados de EC a las paredes celulares e investigar el tipo de interacción (electrostática versus específica), y probar la generalización de estas conclusiones a varios tipos de bacterias.	EFLUENTE	artificial
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe- Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	cilindro
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	11min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	0.1 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente		Ph:7 densidad de corriente 10mA/cm ²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. Coli		89.9%	pH, distancia de electrodos, tiempo, tipo de electrodo, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	POMA JAVIER, Johanna Rosaly QUISPE SANCA, Pamela Astrid	URL/DOI	https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3757?show=full
TÍTULO	REMOCION DE CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR EL METODO DE ELECTROCOAGULACION	AÑO	2016
OBJETIVO	Remover los contaminantes de las aguas residuales urbanas del colector de aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú variando la densidad de corriente y el tiempo de residencia por el método de electrocoagulación a nivel laboratorio.	EFLUENTE	real
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al-Al	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	rectangular
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
densidad de corriente		conductividad :32,72A/m2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
E. Coli		98.9%	Distancia de electrodos, tiempo, voltaje, tipo de electrodos, conductividad, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Hosein Alidadia, Akram Ghorbaniab, Mahdi Ghorbaniac, Elham Rahmanzadehd, Nasrin Nemanifarb, Marjan Mehrabpou	URL/DOI	10.5004/dwt.2018.23159
TÍTULO	Evaluation of amoxicillin antibiotic removal by electrocoagulation process from aqueous solutions: optimization through response surface methodology	AÑO	2018
OBJETIVO	investigar la eficacia de la eliminación del antibiótico amoxicilina (AMX)	EFLUENTE	Soluciones acuosas
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	-
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	35 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1.5cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, Densidad de corriente, concentración AMX, distancia entre electrodos		pH: 7,9, densidad de corriente: 10,17 mA·cm ⁻²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Eliminación de antibiótico amoxicilina (AMX)		se logró en un 80,9%	(pH, densidad de corriente, distancia entre electrodos)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Bicudo, Bruno van der Werff, Bart-Jan Medema, Gertjan van Halem, Doris	URL/DOI	10.1021/acsestwater.2c00230
TÍTULO	Disinfection during Iron Electrocoagulation: Differentiating between Inactivation and Flocculation for Escherichia coli and Somatic Coliphage ØX174	AÑO	2022
OBJETIVO	se evaluó como un proceso de dos componentes, a saber, la eliminación física por sorción/atrapamiento de flóculos microbianos y la inactivación por especies reactivas de oxígeno (ROS) producidas por reacciones (semi)Fenton.	EFLUENTE	Aguas residuales municipales
TIPO DE REACTOR	batch		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2 placas
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	15 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Intensidad de corriente, tiempo, masa molar del metal, valencia del ion metálico y constante de faraday		pH7.5, densidad de corriente <20 mA/cm ² constante Faraday 52,1 mgFe/L,	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Remoción microbiana	-	E. coli	pH, intensidad de corriente tiempo, masa valencia del ion metálico y constante de Faraday

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Boudjema, N. Drouiche, N. Abdi, N. Grib, H. Lounici, H. Pauss, A. Mameri, N.	URL/DOI	10.1016/j.jtice.2013.10.006
TÍTULO	Treatment of Oued El Harrach river water by electrocoagulation noting the effect of the electric field on microorganisms	AÑO	2014
OBJETIVO	es investigar la posible purificación del agua del río	EFLUENTE	Rio Oued El Harrach.
TIPO DE REACTOR	bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	2 placas
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	30min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1.5
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
distancia entre electrodos, la temperatura, el pH , conductividad y densidad de corriente		pH=7,5, conductividad = 1 mS/cm, distancia = 1,5 cm, electrodos de aluminio, tiempo 30 min densidad de corriente 3 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Análisis microbiológicos y físicoquímicos	-	Se logró 99%	pH, densidad de corriente y tiempo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Ghernaout, Djamel	URL/DOI	
TÍTULO	Proceso de desinfección mediante electrocoagulación: Implícito Mecanismos y Tendencias Futuras	AÑO	2019
OBJETIVO	Mecanismos implícitos de matar microorganismos durante la aplicación de CE.	EFLUENTE	Aguas residuales
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	2 placas
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Artículo de revisión
TIEMPO DE OPERACIÓN	5 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Tiempo y densidad de corriente		Tiempo 5 min y densidad de corriente 7,2mA/cm ²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Microorganismos	-	-	Densidad de corriente y tiempo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Zainab Gholami (C) licenciatura7Abdul Ayman Amoui () Doctor2, 9, 4*Hayar Tabarinia () Maestría4, Fatemeh Asgharzadeh	URL/DOI	
TÍTULO	Investigación de la eficacia del proceso de electrocoagulación para eliminar las bacterias coliformes de aguas residuales de hospitales	AÑO	2019
OBJETIVO	Eliminar microorganismos patógenos en hospitales	EFLUENTE	Aguas residuales
TIPO DE REACTOR	Mono- polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4 placas
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al – Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	90 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
voltaje, tiempo y pH		PH 7.5, tiempo 90min y voltaje 40	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Microorganismos patógenos	-	Se logró un 99.7% con un voltaje de 40 , con un total de 8.92% del total de bacterias	Voltaje y tiempo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Fikri, Elanda Djuhriah, Nanny Hanurawaty, Neneng Yetty	URL/DOI	10.22630/PNIKS.2021.30.2.22
TÍTULO	Study on the utilization of electrocoagulation concept as a disinfectant substitute in hospital wastewater	AÑO	2021
OBJETIVO	Buscar un efecto de ciertos tratamientos sobre otros, bajo condiciones controladas	EFLUENTE	Aguas residuales hospitalarias
TIPO DE REACTOR	Mono polar (serie)		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4,5y 6
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	90min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	3cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Densidad de corriente y voltaje		Densidad de corriente 2,5 mA/cm ² y voltaje-12 cantidad de electrodos	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Coliformes totales	Total, de coliformes 3.000 colonias	reducción de Coliformes (Efectividad del 88,38%)	pH y cantidad de electrodos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Matboo, Soudabeh Alizadeh; Mokhtari, Seyed Ahmad; Jeddi, Fariba; Atayi, Fatemeh; Sadeghi, Tayebe; Asgari, Esrafil; Nazari, Shahram	URL/DOI	10.29252/jmj.15.2.32
TÍTULO	Investigación de la eficiencia del proceso de electrocoagulación / electroflotación con electrodos de fieltro de aluminio y grafito en la eliminación de E . coli y S . typhimurium del agua potable .	AÑO	2022
OBJETIVO	eliminación de las bacterias E. coli y S. typhimurium del agua potable mediante el uso de electrocoagulación (EC)	EFLUENTE	Agua potable
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Al-C	NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al-C	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Tiempo de reacción. pH, distancia entre electrodos y densidad de corriente		Tiempo de reacción. pH, distancia entre electrodos y densidad de corriente 2,5 mA/cm ²	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
bacterias E.coli y S. typhimurium	100%	100% al 83% y del 100% al 90% de eliminación	pH

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Lynn, William Heffron, Joe Mayer, Brooke K.	URL/DOI	10.3390/w11122509
TÍTULO	Electrocoagulation as a Pretreatment for electrooxidation of <i>E. coli</i>	AÑO	2019
OBJETIVO	Mitigar el <i>E.coli</i> en matrices variables de agua potable	EFLUENTE	Aguas superficiales y subterráneas
TIPO DE REACTOR	Bipolar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	Fe-Fe	NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	90min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
Tiempo, densidad de corriente y pH		Tiempo 90min , densidad de corriente 0,6-10 mA/cm ² y pH 7.5	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
<i>E.coli</i>	-	-	Densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Heffron, Joe McDermid, Brad Maher, Emily McNamara, Patrick J. Mayer, Brooke K.	URL/DOI	10.1016/j.watres.2019.114877
TÍTULO	Mechanisms of virus mitigation and suitability of bacteriophages as surrogates in drinking water treatment by iron electrocoagulation	AÑO	2019
OBJETIVO	determinar el destino de los virus durante la CE, así como la idoneidad de los sustitutos de bacteriófagos para indicar la mitigación de virus entéricos en el agua potable debido a la CE	EFLUENTE	Agua potable
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS	FeO	NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente constante	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	5min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, tiempo y densidad de corriente		pH 6, tiempo 5min , densidad de corriente 100 mA/cm2	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
bacteriófagos evaluados: fr, MS2 y P22	-	Los virus ADV, ECV y FCV) mostraron mayor mitigación	pH

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Abdelkader, Chahlaoui Mehdi, Chaouch	URL/DOI	10.19044/esj.2013.v9n36p%25p
TÍTULO	EFECTO BACTERICIDA Y PURIFICANTE DE TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE EFLUENTES DE MATADERO DE CARNE ROJA	AÑO	2015
OBJETIVO	resaltar el potencial bactericida de un sistema de tratamiento electrolítico por electrocoagulación	EFLUENTE	De matadero
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al-Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH , tiempo , voltaje y densidad de corriente		pH 6, tiempo 20min , voltaje 10 y densidad de corriente 52,5 mA/cm ² .	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
<i>Coliformes totales</i>	-	Reducción de bacterias al 100%	Voltaje y pH

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Mostafaloo, Roqiyeh Yari, Ahmad Reza Mohammadi, Mohammad Javad Khaniabadi, Yusef Omid Asadi-Ghalhari, Mahdi	URL/DOI	10.5004/dwt.2019.23530
TÍTULO	Optimization of the electrocoagulation process on the effectiveness of removal of cefixime antibiotic from aqueous solutions	AÑO	2019
OBJETIVO	objetivo analizar la efectividad por proceso de electrocoagulación en la eliminación del antibiótico CFX	EFLUENTE	Soluciones acuosas
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, intensidad de la corriente eléctrica y tiempo		pH 6, intensidad de la corriente eléctrica 0.7 A y tiempo 60min	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
antibiótico CFX cefixima	concentración inicial 3–100 mg/L	La remoción más efectiva (90.1%)	pH, intensidad de la corriente eléctrica y tiempo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Nazarí, Shahram Kamran, Estimado Naseri, Khaleda Javanmardi, Zahra Sadeghi, Tayyaba Mohsen, Seyyed	URL/DOI	
TÍTULO	Eliminación de bacterias Escherichia coli y Staphylococcus aureus del agua potable Usando electrocoagulación-electroflotación	AÑO	2017
OBJETIVO	es investigar la eliminación de las bacterias Escherichia coli y Staphylococcus aureus del agua potable	EFLUENTE	Agua potable
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Inox –grafito de Fieltro	TIPO DE CELDA	-
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	20min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	3cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH, densidad de corriente,		pH 7 Densidad de corriente 3.3 mA/cm ² , tiempo 20 min y distancia de electrodos 3 cm	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
Escherichia coli y Staphylococcus aureus	En la concentración inicial 10 bacterias por mililitro, las cepas bacterianas de Escherichia coli y de Staphylococcus aureus del 100 %	disminuye significativamente del 100 % al 80 % en ambas bacterias	pH, densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Ramya, Thangamani Premkumar, Periyaraman Thanarasu, Amudha Velayutham, Karthikeyan Dhanasekaran, Anuradha Sivanesan, Subramanian	URL/DOI	10.5004/dwt.2019.24409
TÍTULO	Degradation of pesticide-contaminated wastewater (coragen) using electrocoagulation process with iron electrodes	AÑO	2019
OBJETIVO	eliminación de contaminantes	EFLUENTE	aguas residuales contaminadas con coragen
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	150 min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	0.6cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
densidad de corriente, el pH y el tiempo		Densidad de corriente 2.5 mA/cm , pH 7, tiempo 150min	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
<i>Coragen</i>	100%	Elimino un 39%	pH

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Makwana, Abhipsa R. Ahammed, M. Mansoor	URL/DOI	10.1016/j.psep.2016.06.005
TÍTULO	Continuous electrocoagulation process for the post-treatment of anaerobically treated municipal wastewater	AÑO	2016
OBJETIVO		EFLUENTE	Aguas municipales
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	4
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	10min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1.5cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
densidad de corriente, el pH y el tiempo		Densidad de corriente 5 mA/cm ² , tiempo 10 y Ph 7	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
eliminaciones de coliformes totales y coliformes fecales	100%	Efectividad de eliminación de coliformes totales 99,81 y fecales 99,86	Densidad de corriente

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Pinedo-Hernández, José Marrugo-Negrete, José Díez, Sergi	URL/DOI	10.1002/ceat.201800742
TÍTULO	Removal of Cypermethrin and Chemical Oxygen Demand from Livestock Wastewater by Electrocoagulation	AÑO	2020
OBJETIVO	eliminación de la demanda química de oxígeno (DQO) y la cipermetrina (Cyp)	EFLUENTE	Aguas residuales
TIPO DE REACTOR	Mono-polar		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	6
MATERIAL DE ELECTRODOS	Fe-Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	30	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	2.5cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
pH , tiempo y voltaje		pH6.9 , tiempo 30min y voltaje 29.5	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
(DQO) y la cipermetrina (Cyp)	-	Eliminó en el DQO (93 %) y cipermetrina (96 %).	Tiempo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Ndjongoue-Yossa, A. C. Nanseu-Njiki, C. P.Ngameni, E.	URL/DOI	10.1155/2022/5249368
TÍTULO	Effect of pH on Escherichia coli Removal by Electrocoagulation and Elimination Kinetics after Treatmen	AÑO	2022
OBJETIVO	investigar los mecanismos de desinfección electroquímica de aguas residuales artificiales contaminadas por <i>Escherichia coli</i>	EFLUENTE	Aguas residuales
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	2 horas	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	1 cm
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
densidad de corriente, el pH y el tiempo		densidad de corriente 12.5 mA/cm ² , pH 7 , el tiempo 2 horas y voltaje 3 A	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
<i>Escherichia coli</i>	-	La inactivación total, se logró con una carga de carga de 37,3, 24,87 y 12,43 F/m ³	Voltaje y tipo de electrodo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR(ES)	Sruthi, Gudla Ahamed, M. Mansoor Makwana, Abhipsa R.	URL/DOI	10.2166/wst.2018.024
TÍTULO	Effect of source water/wastewater quality on bacterial removal during electrocoagulation	AÑO	2018
OBJETIVO	Eliminación de bacterias	EFLUENTE	4 tipos de agua residuales, grises, río, tratadas secundariamente y agua del grifo con <i>E. Coli</i>
TIPO DE REACTOR	Bach		
FORMACIÓN DE ELECTRODOS		NÚMERO DE ELECTRODOS	2
MATERIAL DE ELECTRODOS	Al	TIPO DE CELDA	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Corriente continua	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Experimental
TIEMPO DE OPERACIÓN	30min	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS	-
PARAMETROS EVALUADOS		CONDICIÓN ÓPTIMA DEL PARAMETRO	
densidad de corriente, el pH y el tiempo		densidad de corriente 5 mA/cm ² , pH 7 , el tiempo 30 min y voltaje 30	
REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	VALOR INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PARAMETROS DE MAYOR INFLUENCIA
remoción de materia orgánica como DQO y Eliminación microbiana	-	diferentes muestras de agua/aguas residuales arrojaron una eliminación de bacterias en el rango de 1,40 a 1,80 log ₁₀ unidades.	Voltaje y tipo de electrodo