



**EFFECTO 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**

EFFECT OF VOLTAGE AND ELECTROCOAGULATION TIME ON THE CONCENTRATION
OF *ESCHERICHIA COLI* AND TURBIDITY OF THE GROUNDWATER OF PASEO DE LAS
AGUAS, VICTOR LARCO HERRERA DISTRICT – TRUJILLO

Aurora Rosa Neciosup Obando^{1*}, Isidoro Valderrama Ramos², Modesto Lorenzo Vega Tang³, Wendy
Stefany Arce Mendoza⁴

¹Departamento Académico de Estadística de la UNT, Trujillo-La Libertad, Perú

²Departamento Académico de Ingeniería Química de la UNT, Trujillo-La Libertad, Perú

³Departamento Académico de Ingeniería Química de la UNT, Trujillo-La Libertad, Perú

⁴Escuela Académico Profesional de Estadística de la UNT, Trujillo-La Libertad, Perú

RESUMEN

La presente investigación, utilizó métodos electroquímicos para la remoción de la carga de contaminantes del agua subterránea, una de ellas es la electrocoagulación, en la investigación se evaluó la remoción del contenido de *Escherichia coli* y turbiedad de las aguas subterráneas del parque el Paseo Las Aguas ubicado en el distrito de Víctor Larco Herrera de Trujillo. Se realizó por medio de sus factores influyentes como es el voltaje de corriente y tiempo de tratamiento, donde se estableció voltajes de corriente de 10 y 15 voltios, y tiempos de 15, 20 y 25 minutos. En base a los objetivos de la investigación y resultados obtenidos el agua subterránea tratada con un voltaje de 15 voltios a 25 minutos, se encuentra dentro de valores establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Reglamento de calidad de agua para consumo humano dispuesto por la Organización Mundial de la Salud.

Palabra clave: Electrocoagulación, voltaje de corriente, tiempo, *Escherichia coli* y Turbiedad.

ABSTRACT

The present investigation used electrochemical methods for the removal of the pollutant load from groundwater, one of them being electrocoagulation, the investigation evaluated the removal of the *Escherichia coli* content and the turbidity of the groundwater in the Paseo Las Aguas park. located in the Víctor Larco Herrera district, Trujillo. It was carried out by means of its influential factors such as current voltage and treatment time, where current voltages of 10 and 15 volts were established, and times of 15, 20 and 25 minutes. Based on the research objectives and results obtained, groundwater treated with a voltage of 15 volts at 25 minutes is within the values established in Supreme Decree No. 031-2010-SA, Regulation of quality of water for consumption. human arranged by the World Health Organization.

Keyword: Electrocoagulation, current voltage, time, *Escherichia coli* and Turbidity.

* Autor correspondiente e-mail: aneciosup@unitru.edu.pe (A. Neciosup).

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente gran parte de investigaciones hidrogeológicas se han concentrado en los problemas de la calidad de agua subterránea, esto sucede a que las aguas subterráneas constituyen en muchos países la principal fuente de consumo para el ser humano, y como tal se debe manejar un exhaustivo cuidado.

En nuestro país al igual que en países europeos, la contaminación de este recurso se ha ido incrementado, debido a actividades antropogénicas tales como el uso excesivo de los fertilizantes en los cultivos, los deficientes sistemas de alcantarillados, entre otros. Según la Comisión Europea (2008) en su revista titulada “Protección de las aguas subterráneas en Europa”, menciona que las aguas subterráneas son un recurso muy valioso para el ser humano ya que consta del 97% de agua dulce de toda la tierra, aunque es muy difícil de contaminar, si llegasen a ser alteradas, y por tener un flujo lento de regulación la contaminación puede permanecer por mucho tiempo.

De igual manera puede suceder en los acuíferos de la ciudad de Trujillo, si se refiere al contexto actual, por un lado, se encuentra la mala disposición de los residuos sólidos, los cuales, al momento de descomponerse, forman lixiviados que precipitan y se infiltran hasta llegar a los acuíferos, por otro lado, el exceso de fertilizantes que con ayuda del agua de riego se infiltran llegando hasta los acuíferos, la salinización de suelos por consecuencia de una sobreexplotación de estas, lo cual sucede en Trujillo con bastante frecuencia, por ser un lugar costero.

A nivel local el distrito de Víctor Larco Herrera cuenta con un nivel freático que varía entre 0-4m, el cual hace muy susceptible la presencia de los contaminantes habiendo una gran probabilidad de que estos estén presentes, alterando sus propiedades físico-químicos y microbiológicos, en consecuencia, el problema se incrementa porque la población de dicho distrito utiliza esa fuente de agua para riego y bebida de animales y su propio consumo, presentando un riesgo para toda la población expuesta. Es por ello, que la presente investigación busca reducir los posibles daños ocasionados por las diferentes actividades que contaminan las aguas subterráneas, esto mediante el proceso de electrocoagulación el cual dará como resultado la mejora de la calidad de aguas subterráneas de los pozos del distrito de Víctor Larco Herrera, tomando como referente el Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (2007).

Según Barboza (2011) en su tesis titulada, Reducción de la carga de contaminantes de las aguas residuales de la planta de Tratamiento de Ayacucho empleando la técnica de Electrocoagulación, se planteó como objetivo principal reducir la carga de contaminantes de las aguas residuales de la planta de tratamiento de Totorá, al realizar la caracterización de los parámetros físico-químicos y biológicos del efluente en estudio como, coliformes fecales y DBO₅, se reportó datos muy altos a los parámetros establecidos para el agua, por otro lado, en los parámetros como pH, conductividad, turbidez, ST, STD, alcalinidad, dureza total, cloruros y metales estuvieron dentro de los ECA. Después de la aplicación el resultado más eficiente fue de 25 min de electrocoagulación en las muestras tratadas utilizando el electrodo de aluminio, con una densidad de corriente de 12.5 mA/cm² y 21-23 V, con pH de trabajo regulado a 7,33-7,34, donde permitió fecales, en cuanto a la materia orgánica se obtuvo una remoción de 64.8%, logrando mejorar la calidad de agua considerablemente, además, se puede afirmar que el proceso de electrocoagulación es una técnica sencilla y que a su vez remueve grandes concentraciones de contaminantes.

Según Aguilar (2018) en su investigación titulada, Evaluación de la eficiencia de una celda de

electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua-Lima, planteó como objetivo evaluar la remoción de los parámetros fisicoquímicos mediante una celda de electro coagulantes para el agua residual, la metodología fue la fabricación de un reactor Batch para tratar 4,5 lt de agua, los electrodos utilizados fueron el aluminio, el hierro con un espesor de 1 mm con una fuente de poder de 0 a 32 V, los parámetros a medir fueron C.E, PH, DBO5, DQO, ST, Turbidez y Coliformes Fecales, concluye que la electrocoagulación fue un tratamiento muy efectivo ya que a nivel de laboratorio tuvo una gran eficiencia en la remoción DBO5 DE 87% a una intensidad de corriente de 5 amperios y un tiempo de 15 min con lo que cumple con la normatividad ambiental vigente en el País, por ende, el proceso de electrocoagulación resulta ser una alternativa eficaz para el tratamiento de aguas contaminadas.

Según Medina & Peralta (2015) en su estudio denominado, Validación de un prototipo de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica presentes en la industria, plantean como objetivo evaluar un prototipo de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica presentes en la Industria, la metodología empleada es construcción de un prototipo de electrolítico de 28 cm de largo, diámetro externo 8cm, diámetro interno 2.5cm, con una fuente poder de 220V de corriente alterna, con conductores eléctricos que son el aluminio y hierro (ánodo-cátodo). Concluyendo que considerando en su estudio sus variables como caudal, tipo de electrodo, distancias de los electrodos y voltaje alcanzan en todos sus niveles un promedio de remoción de 87.74%. Así mismo, el proceso de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno obtuvo un promedio de 64.07%. La prueba de rangos múltiples demostró que el mejor electrodo para la remoción de DBO es el aluminio. Y con respecto a la demanda química del oxígeno en todas las variables analizadas no muestra una diferencia significativa, el prototipo de electrocoagulación obtuvo una remoción de 83.21%. Y por último para tener una mayor influencia en la prueba de electrocoagulación debemos tener en cuenta un caudal de 50ml/minuto, el aluminio como mejor electrodo, voltaje 30V y una distancia de 1cm.

Así mismo Perozo & Abreu (2017) en su investigación titulada, Evaluación de electrocoagulación en el tratamiento de agua potable-Venezuela, plantean como objetivo la evaluación de la electrocoagulación química en el tratamiento del agua cruda de la planta de potabilización a escala de laboratorio, para ello se realizaron 6 muestreos de 18,5lt de agua cruda y los parámetros a medir fueron: color, turbidez y sólidos totales. Es por ello, que se implementó una celda de tipo Batch conectada a una fuente de poder cuya potencia fue de 2 y 4 V, y el tiempo de 1 y 10 min. Por ende, se concluye que la electrocoagulación es un sistema de tratamiento eficiente en la eliminación de diferentes tipos de contaminantes en el agua, así mismo el ánodo y el cátodo que presentaron mayores porcentajes de remoción de color y turbidez tenían la configuración de aluminio y acero inoxidable.

Finalmente, el proceso de electrocoagulación, es una de las alternativas más eficaces en la remoción de contaminantes, por ende, permitió tratar aguas subterráneas que hayan sido alteradas o contaminadas, como lo establecen también en sus investigaciones (Arango, 2005; Barrera, 2014; Carhuancho & Salazar, 2015). Por esta razón se planteó la siguiente interrogante de investigación: ¿De qué manera afecta el voltaje y tiempo en el proceso de electrocoagulación en concentración de *Escherichia coli* y turbiedad de las aguas subterráneas del Paseo de las Aguas, Distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material de estudio

Población

La población estuvo conformada por los pozos de agua subterránea ubicados en el distrito Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, Perú.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 20 litros de agua provenientes de uno de los pozos seleccionados, el cual fue el más accesible y seguro de muestrear, este abastece de agua al denominado sector parque del Paseo de las aguas. La muestra fue obtenida de acuerdo al protocolo de monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos (Resolución Jefatural N°010- 2016-ANA).

Tabla 1

Georreferenciación del punto de muestreo – Distrito VíctorLarco Herrera

Pozo N°	Geo referencia (Coordenadas UTM en metros)		Ubicación
	X	Y	
1	715297	9100869	Paseo de las aguas

Muestreo

La recolección de la muestra se obtuvo del mismo pozo de agua seleccionado, donde se recolectó en 4 envases de plástico de 5 litros, 1 envase de vidrio para muestras microbiológicas de 1 litro (esterilizados), los cuales fueron llevados a un laboratorio de la UNT y externo para ser analizadas y aplicarles el tratamiento. En primer lugar, las muestras fueron almacenadas y conservadas de acuerdo a la norma, los recipientes que se utilizaron fueron de primer uso, etiquetados, y al momento de muestrear fueron enjuagados con la misma muestra como especifica el protocolo de monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos.

Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo representada por los 8 litros, obtenida de la muestra de aguasubterránea muestreada, la cual se usó en cada tratamiento experimental en el proceso de electrocoagulación.

2.2 Métodos

Diseño de investigación

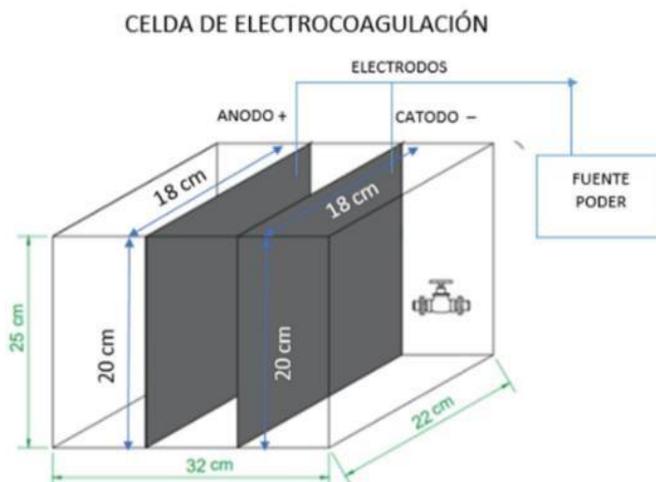
Según el tipo de diseño corresponde a una investigación experimental (Hernández et al., 2014).

Proceso Experimental

Construcción de la celda electrolítica

La celda estuvo conformada por una cuba de vidrio de dimensiones de 0.22x0.32x0.25 m³, con un volumen aproximado de 17.5 litros, dos electrodos de aluminio y hierro de dimensiones 20x18 cm² de área, una fuente de poder de 30 V.

Figura 1: Dimensiones de la celda electrolítica



Determinación del nivel de turbidez (NTU)

La turbidez hace referencia al material que se encuentra suspendido en el agua, que varían en tamaño desde dispersos coloidales hasta partículas, gruesas, etc., los valores de turbidez sirven para determinar el tipo de tratamiento que se le va a dar a una fuente de agua cruda, en este caso agua subterránea. El equipo utilizado para realizar dicha medición es un Turbidímetro.

Determinación *Echerichia Coli* (UFC/mL)

Para determinar la *Echerichia coli* se utiliza el Agar MacConkey, se funde y finalmente se esteriliza en una autoclave a 121°C durante 15 minutos.

El método de siembra por incorporación es el que se utilizará para realizar la siembra, cabe recordar que los materiales deben estar previamente esterilizados.

Luego de realizar la siembra se llevan las placas a incubación a 35 ± 2 °C durante 18 a 24 horas. Las colonias de *Echerichia coli* serán reconocidas por crecer en colonias de color rosa o roja.

Se utilizó un diseño experimental bifactorial, empleándose la prueba paramétrica del análisis de covarianza.

Variables

- Voltaje (voltios): 10, 15
 - Tiempo en minutos de agitación: 15, 20, 25
- Al combinar ambos factores (T y P), se tiene:
 $2 \times 3 = 6$ unidades muestrales.

Se trabajó con 3 repeticiones, es decir se muestreo 3 veces, por lo tanto: $3 \times 2 \times 3 = 18$ unidades muestrales

2.3 Análisis estadístico de los datos

Se realizó un análisis exploratorio de los datos, obteniéndose que tienen un comportamiento que se ajustaba a la distribución normal, por lo tanto, se trabajó con la prueba paramétrica del análisis de covarianza (ANCOVA) para el análisis estadístico. Los datos fueron procesados con el software estadístico Rstudio versión 3.4.4.

3. RESULTADOS

Se reporta los resultados de la turbiedad (en NTU) y contenido de *Echerichia coli* (en UFC/mL) de las muestras de agua subterránea del pozo del sector parque del Paseo de las aguas (8 litros) obtenidos después del tratamiento de electrocoagulación, utilizando voltajes de 10 V y 15 V durante tiempos de 10, 15 y 20 minutos.

3.1 Caracterización de la muestra

Tabla 2

Parámetro físico y microbiológico de las variables de estudio

Parámetro físico		LMP
Solid. Totales Disueltos (ppm)	0.98	1 000
Temperatura (°C)	22.60	-
pH	7.10	6.5 – 8.5
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	7.65	
Turbidez (NTU)	26.80	5
Cond. Eléctrica (μS/cm)	8920	1 500
Parámetro microbiológico		
<i>Echerichia coli</i> (UFC/100 mL) 44.5°C	25	0
Bacterias heterotróficas (UFC/mL) 35°C	37	500

3.2 Resultados de Turbidez

Tabla 3

Resultados de la turbidez del agua (NTU) según tiempo y voltaje: 10 voltios

Tiempo(min)	Turbidez (NTU)		
	M1	M2	M3
0	29.60	26.30	24.60
15	3.18	2.85	1.65
20	0.25	0.14	0.08
25	0.03	0.07	0.00

Tabla 4

Resultados de la turbidez del agua (NTU) según tiempo y voltaje: 15 voltios

Tiempo(min)	Turbidez (NTU)		
	M1	M2	M3
0	29.60	26.30	24.60
15	0.25	1.95	1.90
20	0.08	0.03	0.03
25	0.00	0.00	0.00

3.3 Resultados de *Escherichia Coli*

Tabla 5

Resultados del *Echerichia coli* (UFC/100 mL 44.5 °C) según tiempo y voltaje: 10 voltios

Tiempo (min)	Echerichia coli (UFC/100 mL 44.5 °C)		
	M1	M2	M3
0	24	19	32
15	14	12	22
20	8	6	10
25	0	0	4

Tabla 6

Resultados del *Echerichia coli* (UFC/100 mL 44.5 °C) según tiempo y voltaje: 15 voltios

Tiempo (min)	Echerichia coli (UFC/100 mL 44.5 °C)		
	M1	M2	M3
0	24	19	32
15	12	9	26
20	5	2	9
25	0	0	2

3.4 Análisis de covarianza

Tabla 7

Resultados del ANCOVA para determinar relación entre el tiempo de agitación y el voltaje en el porcentaje de remoción de la turbiedad del agua y el *Echerichia coli* (UFC/100 mL 44.5 °C)

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática	F	Sig.
			gl			
Modelo corregido	PorcRemTurb	231,045 ^a	5	46,209	13,366	,000
	PorcRemEscheri	231,045 ^a	5	46,209	13,366	,000
Intersección	PorcRemTurb	170755,836	1	170755,836	49391,288	,000
	PorcRemEscheri	170755,836	1	170755,836	49391,288	,000
Tiempo	PorcRemTurb	205,485	2	102,742	29,718	,000
	PorcRemEscheri	205,485	2	102,742	29,718	,000
Voltaje	PorcRemTurb	10,718	1	10,718	3,100	,104
	PorcRemEscheri	10,718	1	10,718	3,100	,104
Tiempo * voltaje	PorcRemTurb	14,841	2	7,421	2,146	,160
	PorcRemEscheri	14,841	2	7,421	2,146	,160
Error	PorcRemTurb	41,486	12	3,457		
	PorcRemEscheri	41,486	12	3,457		
Total	PorcRemTurb	171028,367	18			
	PorcRemEscheri	171028,367	18			
Total corregido	PorcRemTurb	272,531	17			
	PorcRemEscheri	272,531	17			

La prueba estadística es altamente significativa, es decir que el tiempo de agitación del agua contribuye significativamente al porcentaje de remoción de la turbiedad del agua y porcentaje de remoción de *Echerichia coli*.

Prueba post ANCOVA

Tabla 8

Resultados prueba post ANCOVA para determinar el mayor porcentaje de remoción de laturbiedad del agua y el *Echerichia coli* (UFC/100 mL 44.5 °C)

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
PorcRemTurb	15	20	-7,0100*	1,07350	,000	-9,8740	-4,1460
		25	-7,3150*	1,07350	,000	-10,1790	-4,4510
	20	15	7,0100*	1,07350	,000	4,1460	9,8740
		25	-,3050	1,07350	,957	-3,1690	2,5590
	25	15	7,3150*	1,07350	,000	4,4510	10,1790
		20	,3050	1,07350	,957	-2,5590	3,1690
PorcRemEscheri	15	20	-7,0100*	1,07350	,000	-9,8740	-4,1460
		25	-7,3150*	1,07350	,000	-10,1790	-4,4510
	20	15	7,0100*	1,07350	,000	4,1460	9,8740
		25	-,3050	1,07350	,957	-3,1690	2,5590
	25	15	7,3150*	1,07350	,000	4,4510	10,1790
		20	,3050	1,07350	,957	-2,5590	3,1690

Se puede observar en la tabla 8, que a 25 minutos de agitación del agua se obtiene mayor porcentaje de remoción de turbulencia y mayor porcentaje de remoción de *Echerichia coli* Figura 2

Figura 2

Comparación del porcentaje de remoción de la turbiedad del agua según tiempo y voltaje

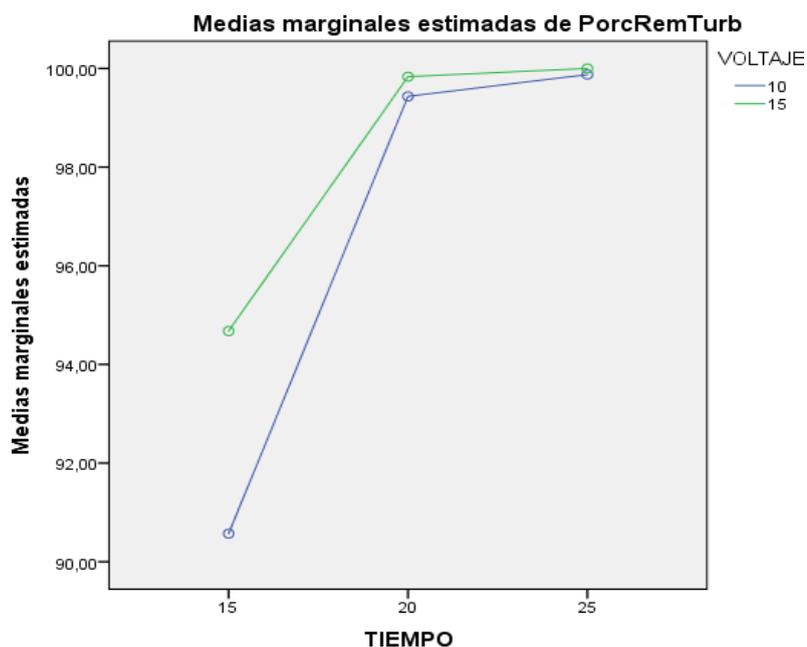
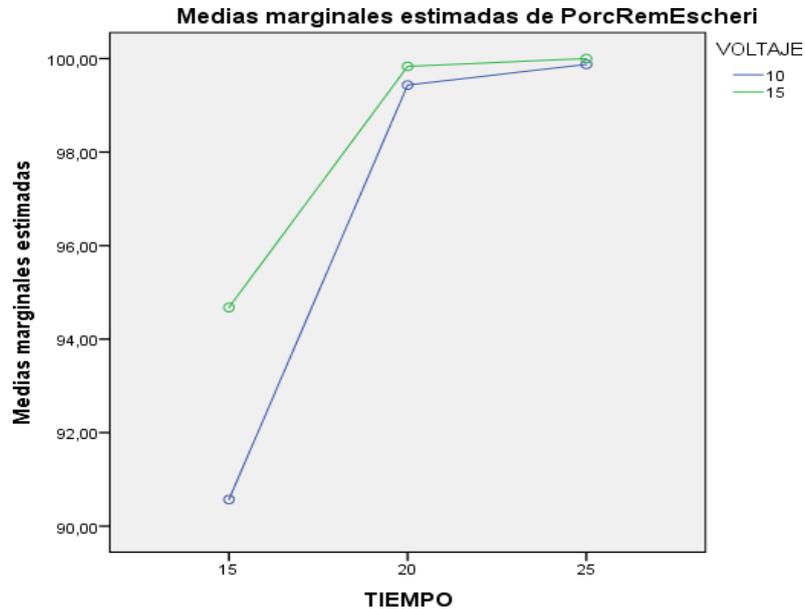


Figura 3

Comparación del porcentaje de remoción del *Echerichia coli* según tiempo y voltaje



Observando las dos variables en estudio, se puede observar que a un voltaje de 15 voltios y a 25 minutos de agitación del agua, se obtiene mayor porcentaje de remoción de turbulencia y de *Echerichia coli*.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Analizando de los resultados se puede comprobar que el voltaje y tiempo de agitación influyen significativamente en el porcentaje de remoción de turbiedad de aguas subterráneas del distrito de Víctor Larco Herrera y el *Echerichia coli* con un mayor porcentaje de remoción de turbiedad de agua y de *Echerichia coli* con 15 voltios de voltaje y 25 minutos de agitación de agua; el cual se puede constatar con los estudios realizados por Barboza (2011), donde obtuvo resultados muy favorables con respecto a la remoción de turbidez con un valor de 65.1% con un tiempo de 25 minutos y con un voltaje (21-23 V) concluyendo que el proceso de electrocoagulación es una técnica sencilla y que a su vez remueve grandes concentraciones de contaminantes.

5. CONCLUSIONES

- El tiempo de agitación del agua contribuye significativamente al porcentaje de remoción de la turbiedad del agua y porcentaje de remoción de *Echerichia coli*.
- El tiempo a 25 minutos de agitación del agua se obtiene mayor porcentaje de remoción de turbulencia y mayor porcentaje de remoción de *Echerichia coli*.
- Se obtiene mayor porcentaje de remoción de turbulencia y de *Echerichia coli* a un voltaje de 15 voltios y a 25 minutos de agitación del agua.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, E. (2018). Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escalalaboratorio para el tratamiento de agua”. *Rev. Del Instituto de Investigación-UNMSM.18(35)*. Pág. 70 – 73.
http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/2347/Aguilar_Ascon_Edwar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arango, A. (2005). La electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguasresiduales. *Revista LASALLISTA de Investigación. 2(1)*.
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/324/1/electrocoagulacion.pdf>
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza_pg.pdf
- Barboza Palomino, G. I. (2011). *Remoción de la carga de contaminantes de las aguas residualesde la planta de tratamiento de totora empleando la técnica de electrocoagulación*. (Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Ingeniería-Perú).
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza_pg.pdf
- Barrera, C. (2014). *Aplicación de electroquímicos al tratamiento de aguas residuales*. Reverte Ediciones. ISBN: 978 – 607 – 7815– 13 – 6.
- Carhuancho, H. & Salazar, J. (2015). *Estudio del efecto de la electrocoagulaciónen el tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio en la planta de tratamientode aguas residuales Covicorti en la Ciudad de Trujillo*. (Tesis grado, Universidad Nacional de Trujillo).
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3590>
- Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA]. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-\(continentales\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-(continentales).pdf)
- Hernández, R., Fernández, B. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6a. Ed.), México: Mc Graw Hill.
https://drive.google.com/file/d/10CQWnekc52XEgf_yaR31E5uFVOwGNaeC/view
- Medina, J. Peralta, M. (2015). *Validación de un prototipo de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica presentes en la industria*. (Tesis grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca).
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10702/1/UPS-CT005499.pdf>
- Instituto de Recursos Naturales Intendencia de Recursos Hídricos, Administración Técnica del Distrito de Riego MOCHE – VIRU – CHAU. (2005). *Estudio Hidrogeológico del valle Moche*, Trujillo. pp. 62, 100 – 115.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrogeologico_moche_0_0_3.pdf
- Perozo, J. R. & Abreu, R. L. (2017). Evaluación de la electrocoagulación en el tratamiento de aguapotable. *QuímicaViva, 16(1)*, 61 – 67. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86351157005.pdf>
- Pradillo, B. (2016). Parámetros de control de agua potable. <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>