



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Energía limpia mediante bioceldas en aguas residuales
domésticas vertidas en el río Lurín 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Bernal Avila Roling Kelvin (ORCID: 0000-0002-6213-6734)

Huauya Taipe Nelson Jesus (ORCID: 0000-0001-8487-4597)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir una gran experiencia académica en los últimos años. A los docentes de la Universidad César Vallejo, en especial a mi asesor, el Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales, por las enseñanzas proporcionadas y su gran colaboración. A nuestra casa de estudios la UCV, y aquellas personas que compartí grandes momentos de amistad, compañerismo y empatía. Y a nuestros padres, por todo el apoyo brindado en toda mi vida, que siempre han estado conmigo en las mejores y peores situaciones.

AGRADECIMIENTO

Estamos infinitamente agradecidos con nuestro tutor el Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales, por el tiempo y dedicación que nos brindó, sin su apoyo no hubiese sido posible culminar el proyecto. A nuestra familia por habernos proporcionado el apoyo necesario, a nuestros profesores que dedicaron parte de su vida formando estudiantes comprometidos. A mi compañero de tesis, que sin su empeño no se hubiera podido desarrollar con éxito esta investigación. Gracias a su aporte y el mío hemos podido culminar este proyecto con la mayor satisfacción posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 variables y operacionalización.....	11
3.3 población, muestra y muestreo.....	12
3.4 técnicas e instrumento de recolección de datos.....	12
3.5 procedimiento.....	14
3.6 método de análisis de datos.....	20
3.7 aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Parámetros de corriente eléctrica, fórmula.....	5
Tabla 02: Resultados experimentales en celdas de combustible microbiana.....	10
Tabla 03: Técnicas e instrumentos, en el cual contiene una ficha en cada etapa.	13
Tabla 04. Lista de especialistas que validaron el instrumento de investigación.....	14
Tabla 05 Etiqueta de identificación de la muestra N° ____.....	16
Tabla 06. Resultados iniciales con electrodo de cobre.....	21
Tabla 07. Resultados obtenidos horas – ohmio (mΩ).....	21
Tabla 08. Resultados obtenidos horas – amperio (mA).....	22
Tabla 09. Resultados obtenidos horas - voltio (mV).....	23
Tabla 10. Resultados obtenidos horas - watts (mW).....	24
Tabla 11. Resultados finales con el electrodo de cobre.....	26
Tabla 12. Resultados iniciales.....	27
Tabla 13. Resultados obtenidos horas – ohmio (mΩ).....	27
Tabla 14. Resultados obtenidos horas – amperio (mA).....	28
Tabla 15. Resultados obtenidos horas – voltio (mV).....	29
Tabla 16. Resultados obtenidos horas – watts (mW).....	30
Tabla 17. Resultados finales con el electrodo de grafito.....	32
Tabla 18. Resultados de ohmio con los electrodos de cobre y grafito.....	33
Tabla 19. Resultados del amperio con los electrodos de cobre y grafito.....	35
Tabla 20. Resultado del voltaje con los electrodos de cobre y grafito.....	37
Tabla 21. Resultados del Watts con los electrodos de cobre y grafito.....	39
Tabla 22: Prueba de normalidad del CO-001 electrodos.....	41
Tabla 23: Prueba de normalidad del CO-001 eficiencia.....	42
Tabla 24: Prueba de normalidad del Escherichia coli.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Diagrama de flujo del proceso de energías para la obtención de energías limpias mediante Bioceldas en aguas residuales domésticas.....	14
Figura 02: Caracterización y coordenadas del lugar en las tomas de muestra de agua del río Lurín para la obtención de energía limpia.....	15
Figura 03: Envase y etiqueta de la toma de muestra de agua del río Lurín.....	16
Figura 04: toma de muestra de agua en el río Lurín.....	17
Figura 05: Fase 1 materiales para la biocelda.....	18
Figura 06: Fase 2 construcción y aplicación de la celda.....	19
Figura 07: Gráfico de columnas de la Resistencia eléctrica ($m\Omega$).....	22
Figura 08: Gráfico de columnas de la Intensidad eléctrica (mA).....	23
Figura 09: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV).....	24
Figura 10: Gráfico de columnas de la potencia eléctrica (mW).....	25
Figura 11: Gráfico de columnas de la resistencia eléctrica ($m\Omega$).....	28
Figura 12: Gráfico de columnas de la intensidad eléctrica (mA).....	29
Figura 13: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV).....	30
Figura 14: Gráfico de columnas de potencia eléctrica (mW).....	31
Figura 15: Gráfico de líneas de la resistencia eléctrica ($m\Omega$)	33
Figura 16: Gráfico de columnas de la resistencia eléctrica ($m\Omega$)	34
Figura 17: Gráfico de líneas de la intensidad eléctrica (mA).....	35
Figura 18: Gráfico de columnas de la intensidad eléctrica (mA).....	36
Figura 19: Gráfico de líneas de voltaje eléctrica (mV).....	37
Figura 20: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV).....	38
Figura 21: Gráfico de líneas de la potencia eléctrica (mW).....	39
Figura 22: Gráfico de columnas de la potencia eléctrica (mW).....	40

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general determinar la cantidad de energía limpia obtenida en la biocelda utilizando aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021. Se tomaron 5 muestras de agua del río Lurín para utilizar posteriormente en las Bioceldas evaluando los parámetros físicos, químicos y biológicos. Se desarrolló a través de Bioceldas de tipo H, se determinaron en la celda los parámetros de voltaje cada 12 horas en un periodo de 120 horas con electrodos de cobre y grafito conteniendo aguas residuales domésticas. La investigación es de tipo aplicativo, el nivel de la investigación es explicativo, el diseño de la investigación es experimental y la población de la investigación fueron las aguas residuales domésticas que contienen coliformes totales, escherichia coli microorganismos, bacterias entre otros, siendo la muestra 3 litros de agua residual. Se concluye que los resultados obtenidos determinaron la cantidad de energía limpia donde se obtuvieron la máxima energía de 2945.7 (mV) a las 96 horas aplicada en la biocelda de tipo H durante el tiempo que duro la experimentación de 120 horas con los electrodos de cobre.

PALABRA CLAVE: Bioceldas, electrodos, aguas residuales, Escherichia Coli, energía limpia.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the amount of clean energy obtained in the biocell using domestic wastewater discharged into the Lurín River 2021. 5 water samples were taken from the Lurín River to be used later in the Biocells, evaluating the physical, chemical and biological parameters. It was developed through H-type Biocells, the voltage parameters were determined in the cell every 12 hours in a period of 120 hours with copper and graphite electrodes containing domestic wastewater. The research is of an application type, the level of research is explanatory, the research design is experimental and the research population was domestic wastewater containing total coliforms, Escherichia coli microorganisms, bacteria, among others. Being the sample 3 liters of residual water. It is concluded that the results obtained determined the amount of clean energy where the maximum energy of 2945.7 (mV) was obtained at 96 hours applied in the H-type biocell during the 120-hour experimentation with copper electrodes.

Keywords: Bicells, electrodes, wastewater, Escherichia Coli, clean energy.

i. INTRODUCCIÓN

El problema de la demanda del consumo excesivo de agua, se viene comprobando en los últimos tiempos, debido al mal uso y vertimiento de esta generando aguas residuales domésticas e industriales llamándose también aguas grises y/o negras. [Alomía \(2019, p. 30\)](#), manifestó que, las aguas servidas de origen doméstico e industrial, son generadas por actividades antrópicas que contaminan y alteran los afluentes de las zonas rurales, siendo un grave problema para los países desarrollados y subdesarrollados. Es por ello, que a estos vertimientos se considera en la actualidad, uno de los primordiales problemas ambientales que afectan su avance económico, social y tecnológico. Trayendo como consecuencia el descuido de los recursos naturales, que brindan los bienes y servicios que la sociedad requiere para su desarrollo.

Mientras tanto [Carbajal y Manzano \(2019, p. 1\)](#), mencionaron que, a medida que aumentó la población **mundial**, también aumentó la demanda de energía del planeta. Hasta el momento, las únicas fuentes que sustentan esta demanda han sido principalmente las provenientes de la combustión de combustibles fósiles y carbón que por su uso tuvieron un fuerte impacto ambiental negativo, alterando el ciclo hidrológico del agua y generando los gases de efecto invernadero.

Por otro lado los problemas ambientales relacionados con la disposición del agua residual se incrementan sustancialmente, anteriormente el tratamiento de aguas grises no era sostenible para satisfacer las crecientes necesidades de saneamiento básico; a **nivel nacional**, se vierten aproximadamente 2 217 946 metros cúbicos por litros diarias de aguas residuales [\(OEFA, 2014, p. 16\)](#). Por otra parte, SEDAPAL, informó que ya no se mide por volumen si no por caudal ya que no todas las PTAR cuentan con medidores, de esa manera la producción de agua potable es de 729,3 millones de metros cúbicos, donde la producción promedio del servicio es de 21,9 horas diarias con un caudal de tratamiento de las aguas residuales es de 22,0 metros cúbicos por segundo [\(SEDAPAL, 2018, p. 9\)](#).

El distrito de **Lurín** no es ajeno a la problemática que se vive, ya que, desde las últimas décadas, su desarrollo y crecimiento poblacional, dio lugar a una de las

principales actividades de la población rural, siendo la agricultura, la industrialización y la ganadería; teniendo una implicancia en la demanda del recurso hídrico. Dando prioridad a la zona agrícola de Lurín que se extiende de 0 a 800 m.s.n.m. considerándose el último valle verde de la capital. Por otro aspecto, el recurso energético del distrito es mínima para la satisfacción de la población acudiente, ya que no todos se ven beneficiados con este último recurso ([SENAMHI, 2016, p. 41](#)).

Por consiguiente, la mala gestión y demanda del recurso hídrico, por parte de la población y el gobierno, trajeron como consecuencia el aumento desmesurado de vertimientos directo a los cuerpos de agua, a pesar de estar dentro del ranking mundial de países con mayor cantidad del recurso, la sociedad peruana no toma conciencia de la vitalidad del agua, y como sociedad no buscamos alternativas para tratar este recurso primordial.

Por otra parte, la energía eléctrica que se brinda como un servicio público no logra abastecer a todo el país, donde las provincias y cuyos distritos centralizados son los más beneficios con el servicio, donde, sí se quiere cubrir la demanda eléctrica, se tiene que tratar, procesar y quemar más combustible fósiles. Sin embargo, se sabe la existencia de obras y proyectos para obtener energías limpias las cuales, son muy pocas en el territorio peruano ([OSINERGMIN, 2017, p. 75](#)).

Es por ello, que ahí la necesidad de reemplazar la demanda y enfocarse a tecnologías nuevas que favorezcan al medio ambiente, mediante la categorización de las energías limpias o renovables. Las energías renovables como las solares y eólica tienen como objetivo no generar gases de efecto invernadero y minimiza el impacto ambiental ([Wang Zhe, 2020, párr. 4](#)).

Por consiguiente, la importancia del uso de la biocelda o celdas de combustible microbiana (MFC), es una alternativa prometedora para la generación de energía renovable, a pesar que la comunidad pudiera recolectar y suministrar la energía en grandes cantidades para su máximo aprovechamiento. Donde se plantearon la siguiente **problemática general** ¿Cuánto fue la cantidad de energía limpia que se obtuvo mediante la biocelda en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021? y como **problemas específicos**: ¿Cuáles fueron las variables

eléctricas de energía limpia que se obtuvieron mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas en el río Lurín 2021?, ¿Cuánto fue la eficiencia de la energía limpia que se obtuvo mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021?, ¿Qué parámetros biológicos de las aguas residuales intervienen en la obtención de energía en el río Lurín 2021?

Por consiguiente, esta investigación tendió a **justificarse** en torno al aspecto ambiental, económico y social. Se propuso como justificación **ambiental**, que la demanda del consumo energético y el vertimiento de aguas residuales, acarrearán grandes efectos negativos para el medio ambiente, generando entornos insalubres al medio natural y a la salud pública ([Juca et al., 2017, p. 2](#)); por ello se buscará dar soluciones de recuperación y obtención de energía a los cuerpos de agua contaminados que serán a través de la biocelda o celdas de combustible microbianas MFC. Dando lugar a la justificación **económica**, para generar, producir y brindar los servicios públicos como son, la energía eléctrica y agua, se requiere de grandes inversiones económicas para ofrecer estos servicios de primera necesidad ([Carranza, L., 2016, p. 3](#)) por ello el mecanismo de la biocelda serán accesibles y de muy bajo costo, ya que se empleara esta metodología tanto para obtener la energía eléctrica y depurar las aguas residuales a un menor costo, obteniendo doble beneficio. Culminando con la justificación **social**, está dirigido al público en general y los científicos de interés socio-ambiental para desarrollar nuevas formas de energías limpias, para poder resolver el problema energético de la población. Por consiguiente, este trabajo de investigación tiene aportes de brindar una solución a los servicios públicos de energía y agua ([Campana, 2017, p. 2](#)).

La investigación obtuvo como objetivo **general** determinar la cantidad de energía obtenida en la biocelda por aguas residuales vertidas al río Lurín 2021 y como objetivos **específicos** determinar las variables eléctricas de la energía limpia obtenidas mediante la bioceldas en aguas residuales domésticas vertida al río Lurín 2021; determinar la eficiencia de la energía limpia obtenida mediante la biocelda en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021; identificar los parámetros biológicos en aguas residuales domésticas vertidas al Río Lurín 2021, para la obtención de energías limpias mediante las bioceldas.

Donde el proyecto de investigación se planteó como hipótesis **general** la

biocelda aplicada en aguas residuales vertidas al río Lurín, 2021 se logró obtener energía limpia y como hipótesis **específicas**: La influencia de los ánodos y cátodos determinarán los parámetros de voltaje obtenidas mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021; la eficiencia de la energía obtenida mediante la biocelda en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021, será de 464 mV y los microorganismos que producen energía en la biocelda en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021, será las bacterias *Escherichia coli*.

II. Marco Teórico

Energía Limpia también conocida como energía renovable ER, que se diferencia de los combustibles fósiles, por lo que la ER no utilizada se pierde para siempre; de igual modo la oportunidad de reducir las emisiones de carbono, por ende, las energías limpias son fuentes energéticas que no contaminan el aire agua o suelo, considerando que estas energías provienen de fuentes inagotables. ([Sneideman, j. and Twamley., E. 2016, p. 14](#)).

La energía es la capacidad para realizar un trabajo, el cual existen diferentes formas y tipos de energía como el calor, eléctrica, luz, sonido entre otras, procedentes de fuentes como el agua, plantas, sol, gravedad y otras más. Donde los parámetros de corriente eléctrica se hallan en la siguiente tabla 01.

Tabla 01: Parámetros de corriente eléctrica, fórmula

Parámetros	Concepto	Fórmulas	Unidad/Escala
Corriente eléctrica	Flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que corre un conductor.	$I = \frac{v}{R. externa}$	I= intensidad eléctrica en Amperios (A) V= voltaje en volts (V) R.ext= resistencia externa ohm (Ω)
Potencia	Cantidad de energía entregada o generada.	$P = V * I$	P= potencia en watts (W)
Densidad	Carga eléctrica que pasa a través del electrodo.	$J = \frac{I}{a}$	J= densidad de corriente Amperios/m ² (A/m ²) a= área del electrodo
	Energía generada por unidad de área del electrodo.	$P^* = \frac{P}{a}$	P* = densidad de potencia (W/m ²)
Potencia volumétrica	producción de energía respecto al volumen total de la MFC	$P_V = \frac{P}{V}$	V= volumen total de la celda (m ³)
Otros datos: 1.- Volumen del electrodo 2.- Volumen de la celda 3.- Relación sustrato y electrodo		1. V.electrodo = (relación * V, sustrato ocupado) 2. Volumen = largo*ancho*espesor 3. Relación = $\frac{V.electrodo}{V.del sustrato}$	

Información tomada de: *Evaluación de la producción de energía eléctrica y disminución de DQO en agua residual sintética mediante celdas de combustible microbianas a escala laboratorio (2017).*

Agua residual considerada de orígenes domésticos e industriales identificados como sustratos químicamente complejos que contienen una gran cantidad de vitaminas, proteínas, minerales, metales, entre otros que enriquecen el crecimiento de diferentes tipos de microorganismos vertidas a cursos de agua o masas de agua con o sin tratamiento previo ([Sanchez, R. et al., 2017, p. 83](#)). Donde los **parámetros** empleados sirven para cuantificar los contaminantes presentes en el agua, siendo uno de los indicadores químicos y físicos: La **Demanda química de oxígeno**, encargada de medir la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas, donde se calcula la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar los compuestos presentes en el agua, donde se mide en "mgO₂/L". Posteriormente los **Sólidos totales disueltos** viene hacer la suma de los sólidos disueltos y en suspensión que la muestra de agua puede contener, y está relacionado con la turbidez. Mientras que la **conductividad** se expresa la concentración de iones disueltos y la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica, donde influye la cantidad de sólidos disueltos y la concentración de sales; así mismo el **pH** es el indicador de acidez o basicidad, donde se miden a través de un peachímetro y/o papel indicador ([DIGESA - MINSA, p. 6](#)).

Las **bioceldas** llamadas también pilas o celdas de combustible es un dispositivo y/o batería electroquímica que utiliza las reacciones electroquímicas inversa y convierte continuamente el contenido de energía química del combustible en energía eléctrica, siempre que se suministre combustible y oxidante el cual de diferencia de una batería en el sentido de que no contiene todos los reactivos necesarios tal como se almacenaron inicialmente ([Shah, S. et al., 2019, p. 3](#)).

Celdas de tipo H en su mayoría de vidrio que puede ser reemplazable de tipo H en dónde tiene dos membranas de intercambio de iones. Con la finalidad de producir energía limpia, esta celda es necesario utilizar Microorganismos para convertir la energía química. Membrana son componentes de la celda de combustible Microbiana (CCM) la cual su función es impedir el comportamiento del ánodo al cátodo con la única finalidad de solo dejar ingresar protones. La cual si otra función es transportar protones del ánodo al cátodo. **Electrodo** considerado clave como unos de los componentes claves para su función en determinar su costo y desempeño en las celdas de combustible y que todo esto va depender del material ya que será la base de ser un excelente conductor.

Según [Karla Montenegro et al. \(2019, p. 10\)](#), mencionó que no hay información sobre la comunidad microbiana del cátodo de una celda de combustible microbiana para la reducción de Cr (VI). Por ende, su investigación analizó la cantidad de diversidad de bacterias de un biocátodo en donde se utilizó pirosecuencia 454 en donde se encontró que en su mayoría las bacterias pertenecen al filo Proteobacteria. Por otra parte [Lukhanyo et al. \(2020, p. 7\)](#), nos muestra su gran preocupación de que la demanda del agua, los alimentos y la energía están aumentando de manera acelerada debido a esto se están aplicando técnicas producir energía limpia y agua desarrollando células de microalgas que tienen el potencial de utilizar materias orgánicas como el acetato que es asimilado por las células bacterianas como el sustrato para la generación de electricidad, sin embargo, [Góngora et al. \(2017, p. 3\)](#), en su estudio expone que debido a la problemática las energías renovables son inagotables en donde su desarrollo y es esencial para combatir el cambio climático y así limitar los efectos que tiene y por ello no hace un énfasis que las celdas de combustible microbiana (CCM) tiene la finalidad de obtener energía eléctrica a través de los microorganismos.

Por otra parte [Mulyono \(2020, p. 1\)](#), menciona que producir energía limpia a partir de residuos orgánicos se está volviendo muy importante ya que, la producción de energía de combustible fósiles es muy costosa y no hay ningún respeto por el medio ambiente. Para [Samantha Singh y S. Suresh, \(2020, p. 6\)](#), demuestra que la energía en el agua tiene un papel fundamental para optar un desarrollo ambientalmente sostenible donde se aprovecha las aguas residuales para producir energía con tecnología prometedora bioceldas de combustible microbiana (CCM). Su estudio experimentó con 3 electrodos: hierro, cobre y nanopartículas de plata (SNP) con la muestra de aguas del río Khan que tiene 7.1 de pH, TDS 650 ppm, con una turbidez de 22 NTU y con un DQO al 29,2 mg/L. donde obtuvo como resultado que el electrodo de cobre es viable con un resultado de 0,491582 μV con 12 μA en comparación con los demás electrodos.

Para [Karla et al. \(2019, p. 4\)](#), nos indica que el aumento poblacional y el desarrollo de la tecnología acarrea la demanda de la energía y cuya preocupación impulso a unir dos fuentes de tratamientos; los cuales fueron las celdas de combustible microbiana y humedales artificiales (MFC-CW) con la finalidad de tratar aguas contaminadas y sobre todo generar energía limpia; cuyos resultados fueron óptimos en la aplicación al ser combinadas estas tecnologías. [Yana Mersinkova et](#)

[al. \(2020, p. 3\)](#), afirmó que en las últimas décadas el interés de las energías limpias o alternativas y el uso de tecnologías sostenibles es más imperativo para el cuidado y protección del medio ambiente dando como objetivo llegar a investigar el desempeño de la potencia de las celdas de combustible microbiana bajo diferentes resistencias de circuitos externos y determinar los rectores en términos de generación de energía limpia, donde la muestra de los sedimentos del lugar protegido “Poda” se llegaron a cultivar por 96 horas para el crecimiento celular de un cultivo mixto.

En otro aspecto [shaohua et al. \(2020, p. 4\)](#), en su estudio realizado indicó que el desarrollo social y económico están contaminando las aguas subterráneas, el cual es considerado uno de los recursos más valioso por ende, se aplicó una simulación de celdas de combustible microbianas a entornos de aguas subterráneas en 3 valores de pH diferentes entre sí (7.0 - 8.5 - 5.5). Donde obtuvo el voltaje más alto en el pH 8.5 con 130 mV por 13 por 13 horas, pero concluye que, el pH de 7.0 es el más estable cuyo voltaje continuo de 70 mV durante todo el proceso de la experimentación. Por otro lado [Pamintuan et al. \(2020, p. 3\)](#), nos brinda como referencia que el empleo de plantas en celdas de combustible microbiana (PMFC), puede generar electricidad, donde construyó una cuadrícula de 9 PMFC, donde se maximiza la potencia de salida con electrones de acero inoxidable y con fibras de carbono.

Por otra parte [Wang y Lim \(2020, p. 2\)](#), alega que las celdas de combustible microbiana de sedimentos (SMFC) es un dispositivo que recupera energía eléctrica de la energía química que va ser transportada por materia orgánica. Por lo cual plantea el objetivo fabricar una matriz de ánodos con varilla de metal, electrodos utilizó varillas de grafito de las cuales median 10 cm y un diámetro de 1 cm; donde se registró el rendimiento del electro a 89,4 μ W, con una resistencia de 0,84 Ω y con una corriente máxima de 3,9 mA. Continuando con [Peeva \(2020, p. 3\)](#), redactó que el empleo de las celdas de combustible tienen un proceso fermentativo, que convierte la energía química a energía eléctrica, donde realizó un experimento con cátodo titánico colocado en una caja de plásticos, concluyendo que se obtuvo 2.35 mA y 2.74 mA con una densidad que aumenta por el material de la celda.

[Collazos y Montaña \(2017, p. 2\)](#), en su trabajo evaluó la diversidad bacterias asociadas con las biopelículas formadas sobre los ánodos de las celdas de

combustible microbianas. Por ello se construyeron MFC de una sola cámara en donde se utilizaron envases de 2,5 litros en donde los electrodos se formaron de piezas de grafito, y para el caso de cátodo el electrodo fue cubierto por platino carbono con una carga de 0,1 mg/cm², con una solución del 5% de nafión que fue alimentado con aguas residuales domésticas y agua residuales industriales en el cual se mantuvo en funcionamiento durante 30 días. Donde llegó a la siguiente conclusión que las MFC tienen la capacidad de producir energía eléctrica, pero de baja potencia, donde se opera en ambientes naturales del uso de los sustratos ambientales como única fuente de energía, en donde el Phylum Proteobacterias se muestra como un grupo de interés, no solo por su versatilidad metabólica y su potencial en biorremediación.

[Franco y Ricaurte \(2018, p. 19\)](#), nos da como referencia que las bioceldas es un sistema bioelectroquímico que utiliza el metabolismo del microorganismo para la producción de energía eléctrica, además de realizar el tratamiento primario de las aguas residuales. De los cuales su objetivo es evaluar el desempeño en términos de eliminación de materia orgánica y generación de energía eléctrica.

Mientras [Paez et al. \(2019, p. 17\)](#), indicó que las celdas de combustible para producir energía eléctrica tienen que oxidar la materia orgánica que están presentes en las aguas residuales; donde su experimentación empleo cepas de escherichia coli y pseudomonas para ver las reducciones de DQO con un pH de 6.5 obteniendo un voltaje de 464 mV con una disminución del 11,63% de DQO en 16 pruebas diferentes en la generación de energía.

[Segundo, J. Rojas, et al. \(2018, p. 2\)](#), dirigió su atención a las bioceldas debido a su peculiar funcionamiento y la variedad de sustratos biodegradables como combustibles. Estas celdas constan de una cámara anódica y una cámara catódica que están separadas por una membrana llamada intercambio de protones, donde los microorganismos metabolizan los sustratos que luego generan electricidad

[Condori, P. y Torres, G. \(2019, p. 204\)](#), realizó la evaluación de la degradación de la materia orgánica y obtención de electricidad en (CCM), todo esto con agua residual doméstica. Por ellos se construyó y operó (CCM) de tipo H para realizar la biodegradación de la materia orgánica se trajo concentraciones de DBO y DQO. y estos resultados se obtuvieron mediante la prueba de T-Student donde

se concluyó que la generación de bioelectricidad fue de 41 a 392 mV.

[Santamaría, A. \(2020, p. 20\)](#), En este estudio fundamentó la búsqueda del procedimiento que accede a depurar el agua residual dónde se llegó a emplear los subproductos de procesos como opciones sostenibles para generar energía limpia, de la misma manera guiándose de los siguientes resultados que se muestra en la siguiente tabla 02.

Tabla 02: Resultados experimentales en celdas de combustible microbiana.

AUTOR(ES)	MUESTRAS	ÁNODO	CÁTODO	RESULTADOS
G. Thenmoshi, J. Sreelatha y S. Gobinaatha (2020, p. 9) .	Estiércol de vaca 300gm y 500 ml de H2O	cobre 0,2 mm	acero inoxidable 0,2 mm	111,8 mV
	Gusano de oveja 150 gr y 1000 ml de agua	cobre 0,2 mm	acero inoxidable 0,2 mm	43,8 mV
	Estiércol de vaca 300 g y 500 ml de agua en una cámara anódica; lombriz ovina 150 g y 1000 ml de agua en la segunda cámara anódica; ambos conectados en serie.	cobre 0,2 mm	acero inoxidable 0,2 mm	42,3 mV
Shachi Shah, V. Venkatramanan y Ram Prasad (2019) .	Sustratos como lodos y aguas residuales Glucosa	Pt	Pt Nanotubos de carbono	34,77 mW
Naoka Yoshida, Yasushi Miyata y Kazuki Iida (2019, p. 1) .	Agua residual en dos condiciones: polarización mediante potencióstato y con el MFC en funcionamiento.	Ag / AgCl	Ag / AgCl	110 μ A cm ⁻³
Sweta Naik y Satya Eswari Jujjavarappu (2020, p. 5) .	agua del estanque Budha Talab	lámina de grafito (1 cm * 1cm)	tela de carbón (1 cm * 1cm)	0,86 V y 75. 1 mA
	planta de cemento de Jaypee	lámina de grafito (1 cm * 1cm)	tela de carbón (1 cm * 1cm)	1,42 V y 122 mA
	industria azucarera, aguas residuales, cantina NIT	lámina de grafito (1 cm * 1cm)	tela de carbón (1 cm * 1cm)	1,3 V
E. Osorio, J. Vázquez, et al. (2019, p. 14) .	mezcla de componentes del suelo, fertilizantes y la planta Cordyline fruticosa típica de la región sureste de México	maya de Zinc (20 cm)	cobre forma espiral (1,5 m)	potencia 0,71 V densidad 5 mA densidad de potencia 3,5 mW
Jamile Mohammdi Moradian, Zhen Fang y Yang - Chun Yong (2021, p. 3) .	Biomasa de macroalgas	Brocha de carbón	Brocha de carbón	0,5 V

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación que se realizó para este trabajo es aplicativo porque está orientada a obtener conocimiento y brindar soluciones a problemas específicos y prácticos a través de aplicación de conocimientos científicos obtenidos; más que nada se obtiene como la innovación como propiamente científica ([Valenzuela, J. y Flores, M., 2018, p.98](#)). Por ende, en este trabajo se aplicó la ley de Ohm para calcular el voltaje y teorías para obtener energías limpias.

El nivel de investigación es explicativo porque en nuestro trabajo de investigación hemos relacionado causa y efecto entre las variables. Para este se ha considerado con un nivel más complejo ya que, el objetivo es verificar las hipótesis tanto causales y explicativa. ([Perez, S., p.68](#)) “Nos dice que es así donde se analizan los resultados en la segunda instancia de generación de datos”.

El diseño de investigación fue experimental ya que según, [Baena Paz, G. \(2016, p.40\)](#) “ es un procedimiento científico que permite inducir relaciones empíricas entre las variables o comprobar la variedad de una hipótesis, ley o modelo, por medio de un modelo controlado”. Fórmula:

$$Y1 \rightarrow X1 \rightarrow Y2$$

Donde:

Y1 = aguas residuales domésticas

X1 = bioceldas

Y2 = energías limpias

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Bioceldas en aguas residuales domésticas. donde la biocelda: “Dispositivo bio-electroquímico capaz de realizar la conservación espontánea única de la biomasa en electricidad, este proceso se realiza basándose en la actividad metabólica del microorganismo [...] en

especial las bacterias, para degradar u oxidar la materia orgánica e inorgánica” ([Bermudez y Bernal, 2018, p. 29](#)).

Variable dependiente: Energías Limpias aprovecha los caudales naturales de energías del planeta, constituye una fuente inagotable de flujo energético renovado constantemente ([Acuña Zepeda, Manuel et al., 2020, párr. 5](#)).

Operacionalización El cuadro de operacionalización de variables se observa en el Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población del proyecto estuvo compuesta por las aguas residuales domésticas que se obtuvieron del río Lurín. “El volumen de escurrimiento superficial promedio anual es de 12,05 lo que equivale a un caudal de 9,11 m³/s, y durante las épocas de estiaje (mayo - noviembre) es 3,79 hm³, equivalente a un caudal de 1,46 m³/s” ([Observatorio del agua Chillón Rimac Lurin, 2019, p. 73](#)).

Muestra

3 litros de agua residual domésticas provenientes del río Lurín, donde 1000 ml para su respectivo análisis microbiológico y el restante 2000 ml en la aplicación experimental de la biocelda.

Muestreo

El muestreo fue de manera aleatoria para la recolección de aguas domésticas del río Lurín, con la única finalidad de obtener muestras representativas con volúmenes apropiados para el análisis físico - químico y microbiológico. Para el muestreo se tuvo como referencia al Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de agua de los recursos hídricos superficiales [N° 010-2016-ANA \(2016, p. 15\)](#).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó para este proyecto fue la **observación**, ya

que esta técnica nos ayudó a recolectar los datos y estar atento a los eventos y sucesos durante la obtención de muestra del río Lurín y la obtención de energía limpia. Asimismo, facilitó reconocer los instrumentos de observación (Tabla 03).

Tabla 03: *Técnicas e instrumentos, en el cual contiene una ficha en cada etapa.*

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultados
Recolección de aguas residuales	Investigador y laboratorio	Observación	Ficha del punto de Muestreo de agua (Anexo 02). Ficha de análisis de la muestra de agua (Anexo 03).	Determinar los parámetros físicos y químicos del agua.
Construcción de la Biocelda	Investigador	Observación	Ficha de diseño y construcción de la biocelda (Anexo 04).	Modelo económico y viable.
Evaluación eléctrica	Investigador	Observación	Ficha de monitoreo de las bioceldas con agua residuales (Anexo 05).	Resultados de la medición de Voltaje para validar la eficiencia eléctrica.

Donde las fichas de observación de campo se encuentran en el anexo 02, 03, 04 y 05.

La validez de instrumentos de recolección de datos fue revisada por especialistas ingenieros colegiados con los conocimientos del tema de investigación, donde cumplieron con la labor de verificar, corregir y validar los instrumentos solicitados, con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación, como se detalló en la tabla 01.

Tabla 04. Lista de especialistas que validaron el instrumento de investigación.

EXPERTOS	ESPECIALIDAD	Grado académico	Porcentaje de validación
Benites Gonzales, Elmer Alfaro	Ing. Químico	Doctor	90%
Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Ing. Químico	Doctor	85%
Holguin Aranda, Luis	Gestión de los Recursos Naturales	Doctor	85%

3.5. Procedimientos

El procedimiento del proyecto se realizó de acuerdo al siguiente diagrama de flujo, tal como se muestra en la Figura 01.

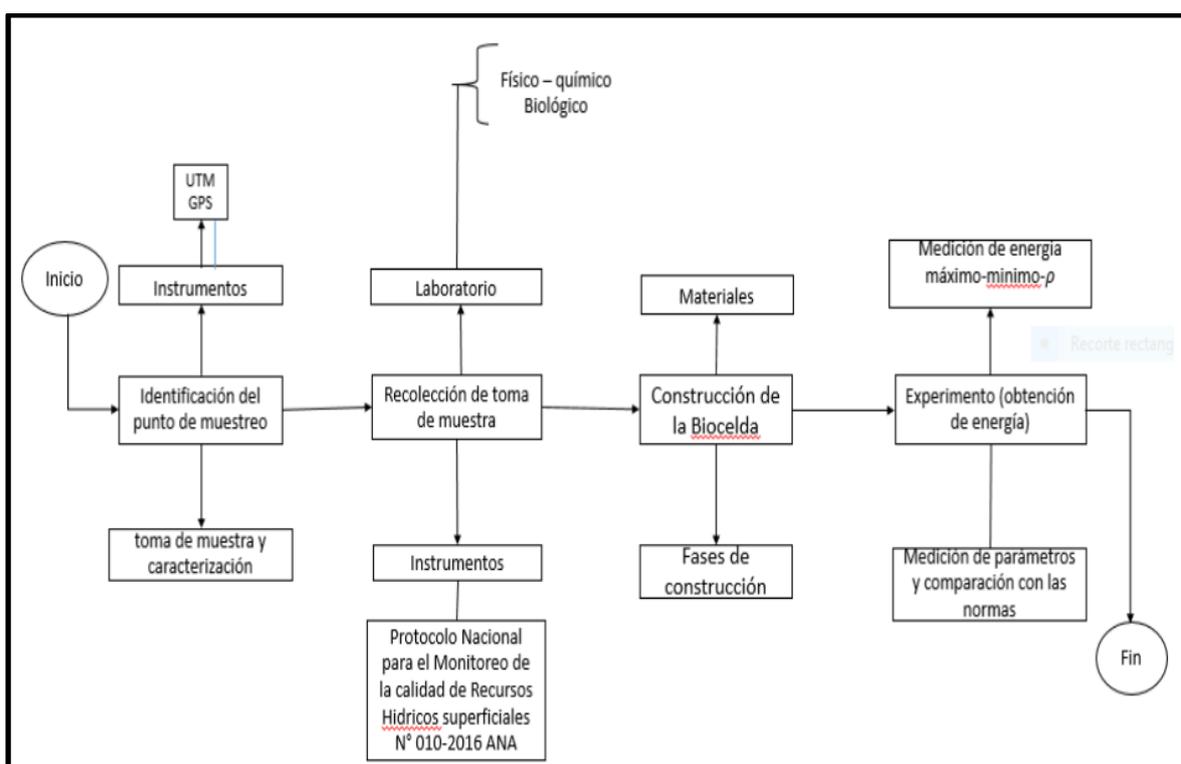


Figura 01. Diagrama de flujo del proceso de energías para la obtención de energías limpias mediante Bioceldas en aguas residuales domésticas.

En la figura 01 se observa las etapas en donde se divide el proyecto de investigación de manera general, Etapa 1 Identificación del punto de muestreo, Etapa II Recolección de toma de muestra, Etapa III Construcción de la Biocelda,

Etapa IV Experimento (obtención de energía). Por lo tanto, se brindaron las etapas detallando el procedimiento de la obtención de energía limpia mediante bioceldas en aguas residuales domésticas.

Etapas del estudio

Etapa I) Identificación del punto de muestreo

En esta etapa se llevó a cabo con la ayuda de los instrumentos que identificaron los puntos de muestreo como son las coordenadas UTM mediante GPS y posteriormente se realizó la toma de muestra de aguas domésticas vertidas al río Lurín, para ello se buscó el lugar con accesibilidad al punto de muestreo. También se realizará su respectiva caracterización del lugar, como su accesibilidad, si está empedrado, el caudal, presencia de residuos sólidos (figura 02).



Figura 02: Caracterización y coordenadas del lugar en las tomas de muestra de agua del río Lurín para la obtención de energía limpia.

Etapa II) Recolección de toma de muestra

En este apartado se desarrolló la toma de muestra con el apoyo del instrumento de Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de agua de los recursos hídricos superficiales N° 010-2016-ANA, como se detalla en la tabla 05 y en las figuras 03, 04 como el empleo de los materiales para poder proceder con la recolección de la toma de muestra de agua del río Lurín siendo los siguientes:

- Cooler
- Recipiente de almacenamiento
- Etiqueta y plumón indeleble (Tabla 05)
- Guantes, mascarilla
- Gel refrigerante (si se requiere)
- Laboratorio

Tabla 05. Etiqueta de identificación de la muestra N° ____

Punto de muestreo	
Ensayo	
preservante	
Tipo de muestra	
Fecha / Hora	
Muestreado por	

Elaboración: Fuente Analytical Laboratory E.I.R.L. Alab.

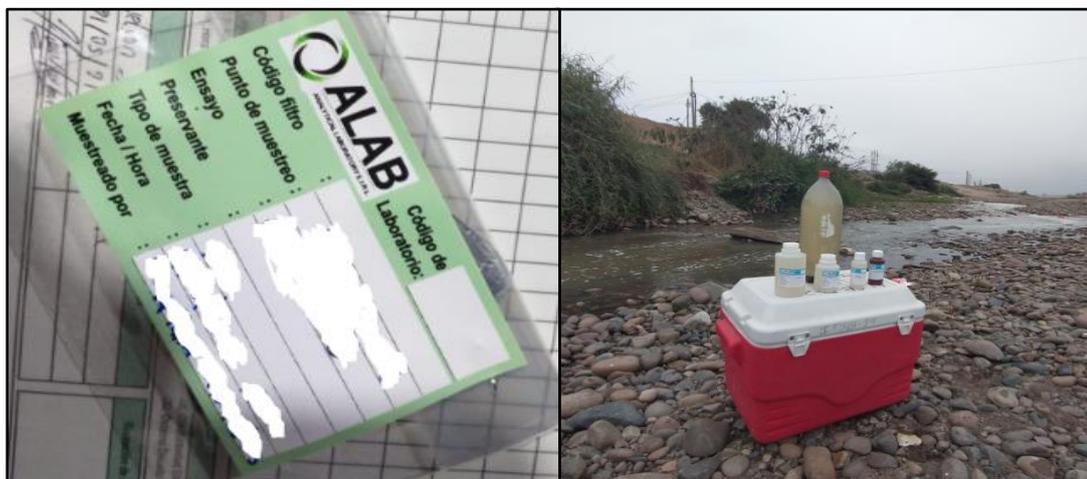


Figura 03: Envase y etiqueta de la toma de muestra de agua del río Lurín.



Figura 04: toma de muestra de agua en el río Lurín.

Etapa III) Construcción de la Biocelda

En la siguiente etapa del proyecto de investigación se desarrollaron las siguientes fases.

- Fase 1: Materiales para la biocelda
- Fase 2: Construcción y aplicación

La biocelda estará hecha con los materiales que resistan las fases y tiempo de la experimentación, por otro lado, se seleccionan los materiales adecuados para la construcción. La biocelda será de tipo H debido a que es más sencilla su construcción donde se emplean los siguientes materiales para la elaboración (figura 05, 06).

- vidrio (20 x 10 x 10) capacidad 1 Litro
- Electrodo de grafito y cobre (1 cm diámetro x 5 cm largo)
- Membrana de intercambio protónico (agar agar)
- silicón
- Multitest (TRUPER MUT-33)

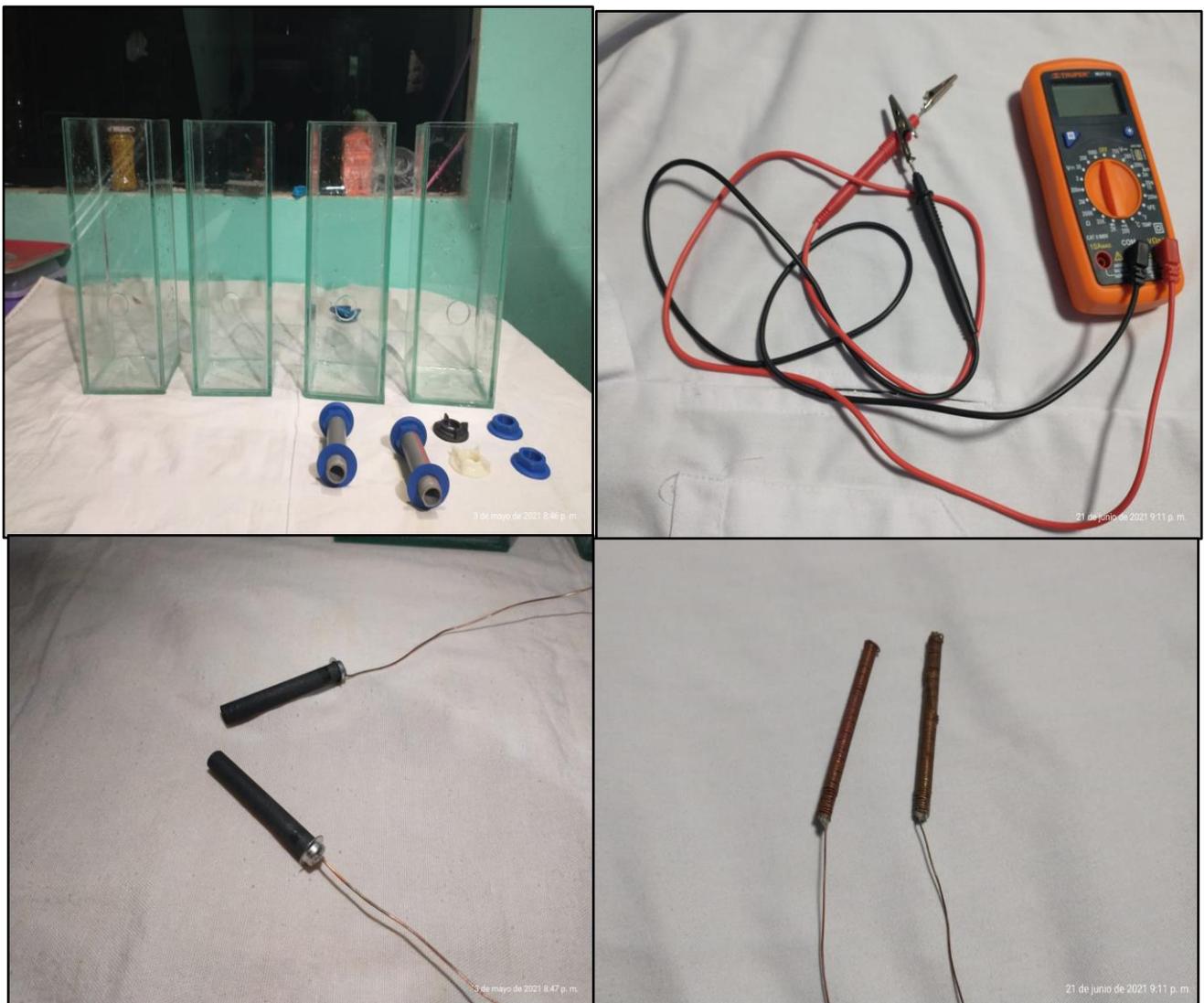


Figura 05: Fase 1 materiales para la biocelda.

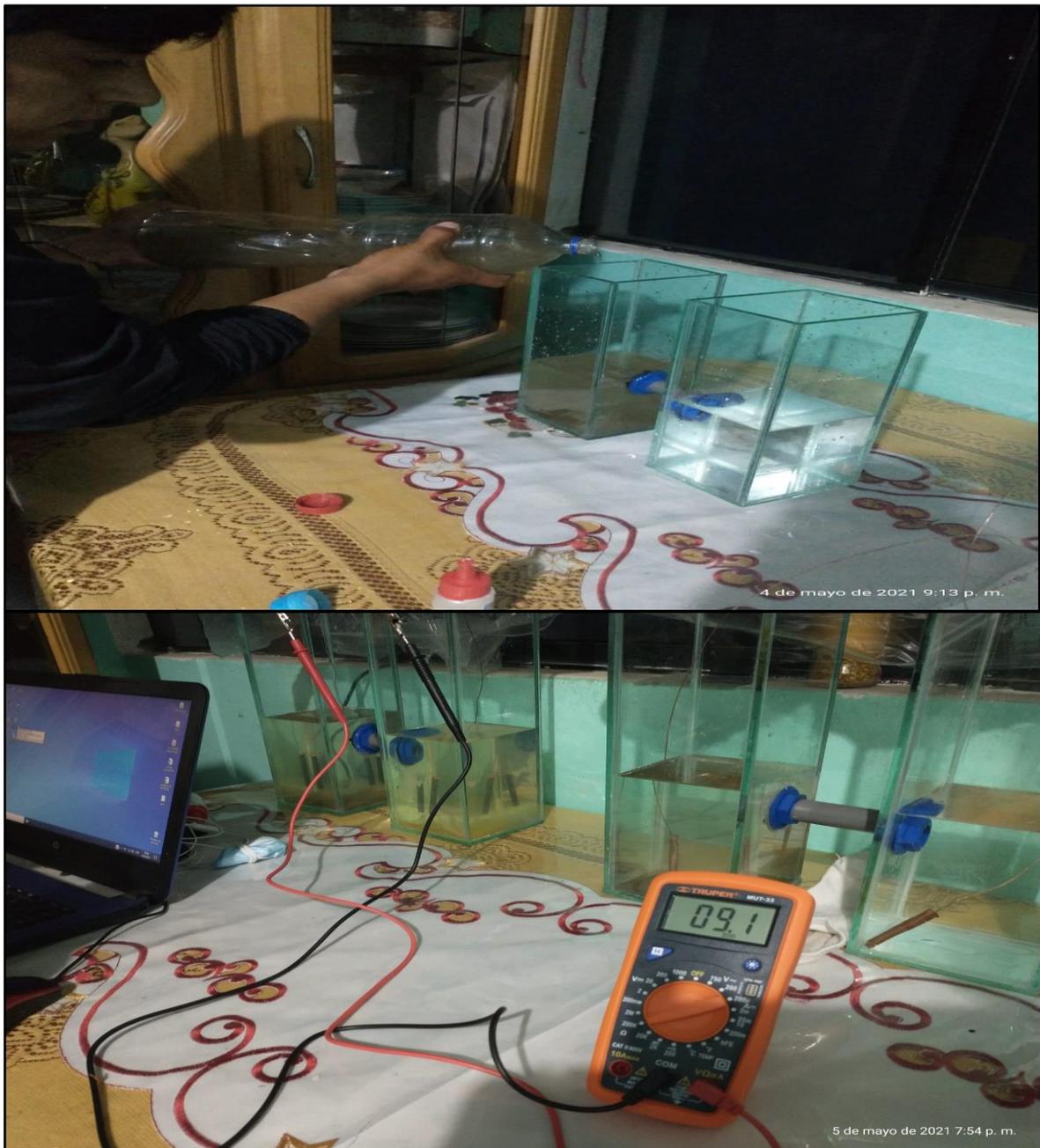


Figura 06: Fase 2 construcción y aplicación de la celda.

Etapa VI) Experimento (obtención de energía)

La etapa de experimentación es la parte final que consiste en obtener energía limpia, en el cual se realizó a escala laboratorio (analizar las muestras de agua recolectadas del río Lurín), domiciliario (vivienda de uno de los muestreadores) en donde se tomaron las acciones para medir el registro de las propiedades físicas, químicas y biológicas en donde las propiedades a medir es la

conductividad eléctrica, DQO, pH, sólidos disueltos, turbidez, Escherichia Coli y coliformes totales para pasar a comparar con las normas de ECA del agua cuyos datos se obtuvieron en el laboratorio ALAB. Por consiguiente, pasaremos a medir la energía expresada en voltio, amperio, ohmio y watts registrada cada 12 horas durante 5 días; siendo un total de 5 tomas de muestras desde la fuente y reenviando estas luego de haber obtenido los datos en la experimentación (biocelda). Donde el laboratorio nos remitió 10 informes con los resultados físico, químico y biológico del agua del río Lurín.

3.6. Método de análisis de datos

Para el proyecto de investigación se recolectó la información mediante los instrumentos que se elaboraron para la obtención de energía limpia, por ello se emplea en la estadística descriptiva y la estadística inferencial para contrastar la información mediante software **Excel y/o Minitab**.

3.7. Aspectos éticos

Para el proyecto de Investigación las fuentes y referencias tomadas fueron debidamente citadas y registradas. Asimismo, la presente investigación está sometida por el software **Turnitin** a fin de determinar el porcentaje de similitud. Por otro lado, respetando la Resolución del Consejo Universitario N° 0262-2020/UCV Código de Ética de Investigación de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras de agua del río

- Resultados Inicial de la muestra de agua

Tabla 06. Resultados iniciales con electrodo de cobre.

RÍO LURÍN	CO-001	CO-002	CO-003
Coliformes Totales	3300 NMP/100mL	1700 NMP/100mL	130000 NMP/100mL
Conductividad	510 μ S/cm	1496 μ S/cm	1425 μ S/cm
Demanda Química de Oxígeno	18 mg O ₂ /L	87.9 mg O ₂ /L	19.2 mg O ₂ /L
Escherichia coli	790 NMP/100mL	790 NMP/100mL	79000 NMP/100mL
pH	7.06 pH	7.8 pH	7.44 pH
Sólidos Totales Disueltos	306 mg total disuelto Sólidos / L	868 mg total disuelto Sólidos / L	846 mg total disuelto Sólidos / L
Turbidez	5.80 NTU	20 NTU	18 NTU

Tabla 07. Resultados obtenidos horas – ohmio ($m\Omega$)

Fecha de muestra		03 de mayo /17 de mayo /31 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - OHMIO ($m\Omega$)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	14.3	14.7	16.5	29.9	33.5	36.1	48.5	52.3	36.9	28.2	19.8
CO-003		18.1	8.1	4.7	3.5	6.62	4.9	6.54	5.2	7.3	5.1	5.4
CO-005		27.3	23.2	21.4	17.7	15.7	10.7	10.9	16.1	10.6	12.3	13.2

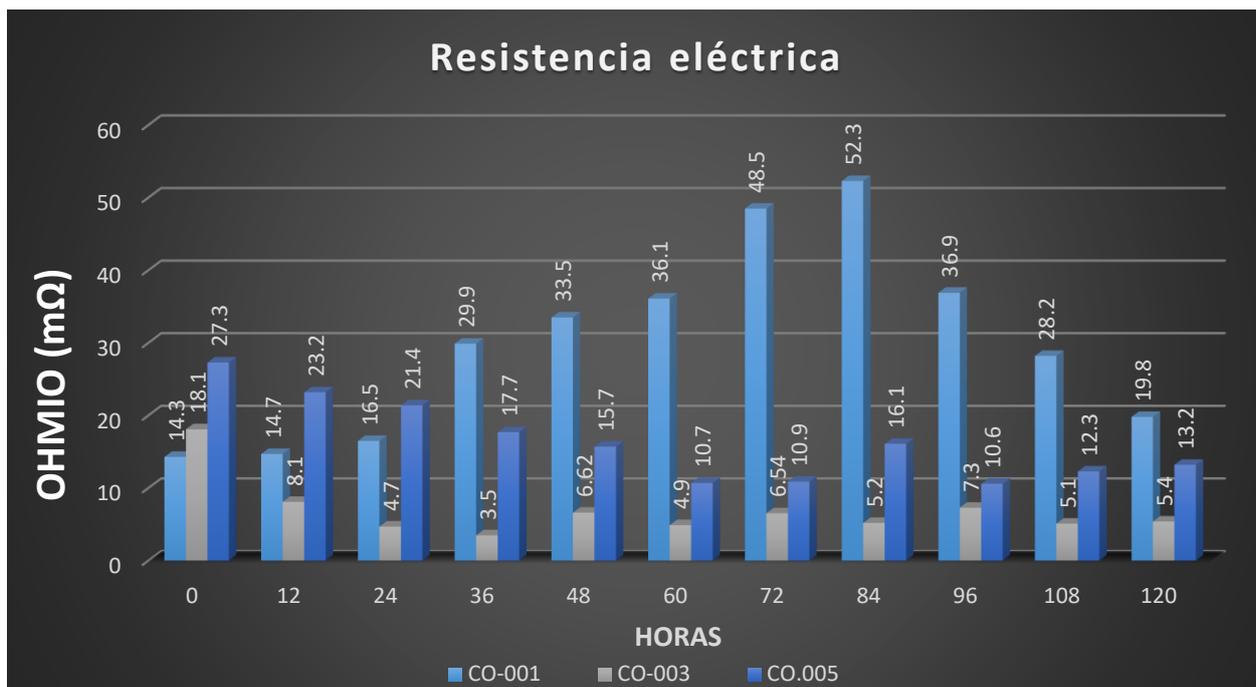


Figura 07: Gráfico de columnas de la Resistencia eléctrica (mΩ)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en las tablas 06 y 07 y en la figura 07, se realizó la toma de datos de la resistencia eléctrica de Ohmio (mΩ) registrado con la biocelda con los electrodos de cobre, cuyo resistencia máxima se obtuvo del CO.001 a las 84 horas con un valor de 52.8mΩ y de la misma manera al cabo de las 36 horas se obtuvo una medición mínima de 3.5mΩ; por otro lado se puede apreciar que el CO-003 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 08. Resultados obtenidos horas – amperio (mA)

Fecha de muestra		03 de mayo /17 de mayo /31 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS – AMPERIO (mA)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	7.1	6.2	6.5	9.3	10.8	14.9	13.6	14.7	14.9	7.8	3.1
CO-003		45.1	22.1	2.6	1.4	5.6	4.1	3.8	1.1	8.1	1.9	3.2
CO-005		41.9	39.1	4.4	12.1	8.1	6.6	10.1	9.4	3.3	8.1	4.9

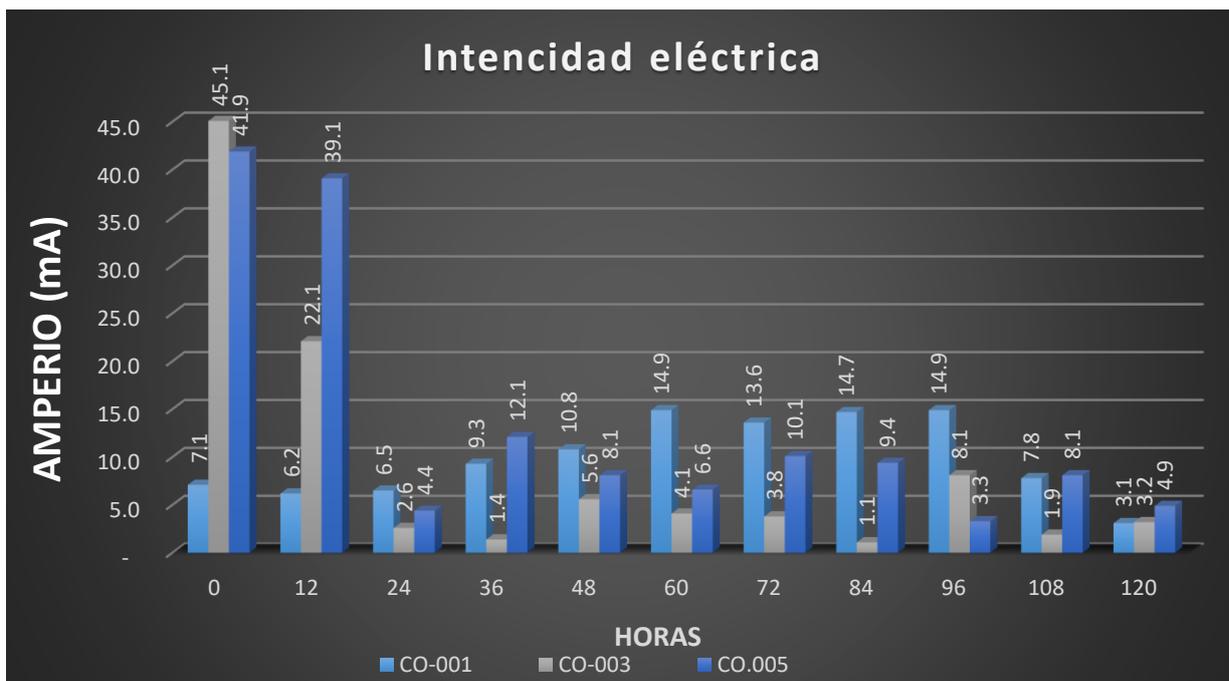


Figura 08: Gráfico de columnas de la Intensidad eléctrica (mA).

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la tabla 08 y en la figura 08, se realizó la toma de datos de la intensidad eléctrica (mA) registrados en la biocelda con el electrodo de cobre, cuyo amperaje máximo se obtuvo del CO-003 a las 0 horas con un valor de 45.1mA y de la misma manera al cabo de las 84 horas se obtuvo una medición mínima de 1.1mA; por otro lado, se puede apreciar que el CO-001 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 09. Resultados obtenidos horas - voltio (mV).

Fecha de muestra		03 de mayo /17 de mayo /31 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS – VOLTIO (mV)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	65.4	56.3	75.9	162.6	165.4	179.5	188.1	191.8	197.7	123.2	27.2
CO-003		61.1	58.3	12.4	9.1	23.4	18.4	20.6	10.90	35.8	9.9	15.2
CO-005		78.1	66.6	51.8	92.1	70.1	65.2	52.3	76.3	51.1	62.7	43.9

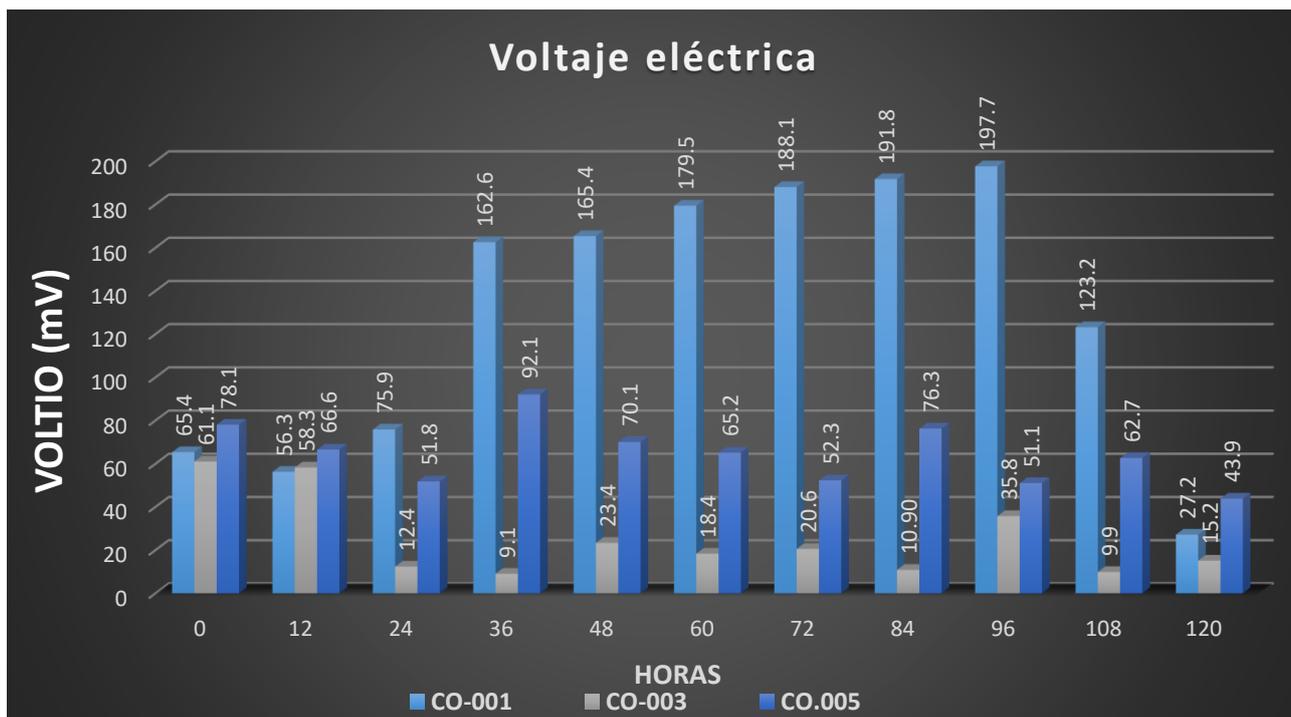


Figura 09: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la tabla 09 y en la figura 09, se realizó la toma de datos del voltaje eléctrico (mV) registrado en la biocelda con el electrodo de cobre, cuyo voltaje máximo se obtuvo del CO-001 a las 96 horas con un valor de 197.7mV y el CO-003 al cabo de las 36 horas se obtuvo una medición mínima de voltaje de 9.1mV; por otro lado, se puede apreciar que el CO-003 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 10. Resultados obtenidos horas - watts (mW)

Fecha de muestra		03 de mayo /17 de mayo /31 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS – WATTS (mW)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	464.3	349.1	493.4	1512.2	1786.3	2674.6	2558.2	2819.5	2945.7	961.0	84.3
CO-003		2755.6	1288.4	32.2	12.7	131.0	75.4	78.3	10.1	290.0	18.8	48.6
CO-005		3272.4	2604.1	227.9	1114.4	567.8	430.3	528.2	717.2	168.6	507.9	215.1

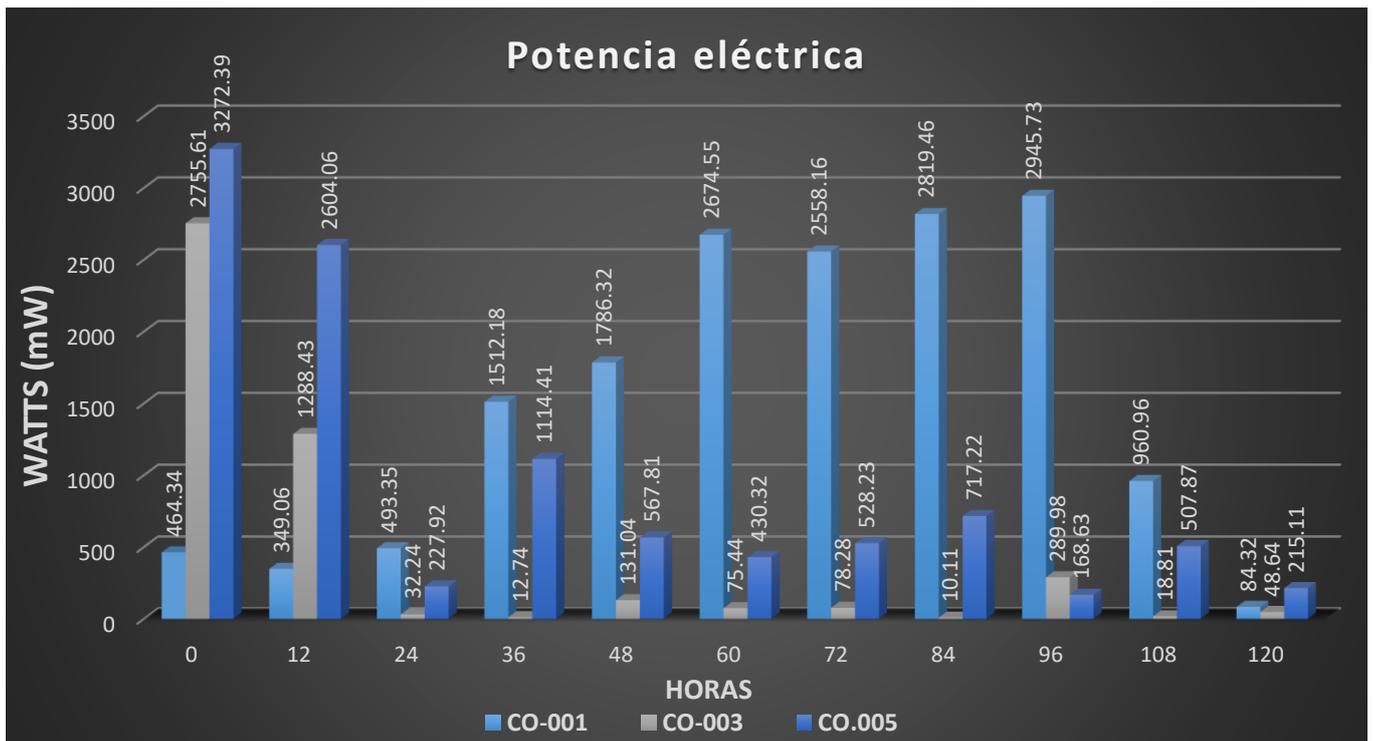


Figura 10: Gráfico de columnas de la potencia eléctrica (mW)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la tabla 10 y en la figura 10, se realizó la toma de datos de la potencia eléctrica (mW) registrada en la biocelda con el electrodo de cobre, cuya potencia máxima se obtuvo del CO-001 a las 0 horas con un valor de 7462.39 (mW) y de la misma manera al cabo de las 84 horas se obtuvo una medición mínima de 10.11 (mW) del CO-003; por otro lado, se puede apreciar que el CO-003 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 11. Resultados finales con el electrodo de cobre.

	CO-001	CO-002	CO-003
Coliformes Totales	1700 NMP/100mL	330000 NMP/100mL	490000 NMP/100mL
Conductividad	593 μ S/cm	15500 μ S/cm	1988 μ S/cm
Demanda Química de Oxígeno	79.2 mg O ₂ /L	160 mg O ₂ /L	107 mg O ₂ /L
Escherichia coli	1700 NMP/100mL	1100 NMP/100mL	130000 NMP/100mL
pH	7.41 pH	6.69 pH	7.79 pH
Sólidos Totales Disueltos	355 mg total disuelto Sólidos / L	9325 mg total disuelto Sólidos / L	1198 mg total disuelto Sólidos / L
Turbidez	2.15 NTU	152 NTU	102 NTU

INTERPRETACIÓN:

- Se puede observar en la tabla 06 y 11 iniciales y finales simultáneamente para los resultados del CO-001 se ve un aumento de los coliformes totales de un valor de 1600 NMP/100 mL, con una conductividad incrementada de 83 μ S/cm, a sí mismo para DQO en 61,8/L, donde la escherichia coli también se ve aumentada en 910 NMP/100 mL, siendo el pH neutro, donde los STD hay un mínimo incremento de 37 mg/L con una diferencia de turbidez de 3.65 NTU.
- Se puede observar en la tabla 06 y 11 iniciales y finales simultáneamente para los resultados del CO-001 se ve un aumento de los coliformes totales de un valor de 328300 NMP/100 mL, con una conductividad incrementada de 14004 μ S/cm, a sí mismo para DQO en 72.1 /L, donde la escherichia coli también se ve aumentada en 310 NMP/100 mL, siendo el pH neutro, donde los STD hay un mínimo incremento de 8457 mg/L con una diferencia de turbidez de 132 NTU.

- De las mismas tablas 06 y 11 iniciales y finales simultáneamente de los resultados del CO-003 se ve un aumento de los coliformes totales de un valor de 360 mil NMP/100 mL, con una conductividad incrementada de 563 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a sí mismo para DQO en 87,8 mgO₂/L, donde la escherichia coli también se ve aumentada en 51 mil NMP/100 mL, siendo el pH neutro, donde los STD hay un incremento de 352 mg/L con una diferencia de turbidez de 84 NTU.

DATOS OBTENIDOS CON EL ELECTRODO DE GRAFITO

Se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras de agua del río Lurín relacionados con los electrodos de grafito.

Tabla 12. Resultados iniciales electrodo de grafito.

	GA-001	GA-002
Coliformes Totales	7900 NMP/100mL	230000000 NMP/100mL
Conductividad	1410 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1771 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Demanda Química de Oxígeno	643.4 mg O ₂ /L	110.5 mg O ₂ /L
Escherichia coli	7900 NMP/100mL	<1.8 NMP/100mL
pH	7.48 pH	7.9 pH
Sólidos Totales Disueltos	872 mg total disuelto Sólidos / L	1070 mg total disuelto Sólidos / L
Turbidez	22.50 NTU	32 NTU

Tabla 13. Resultados obtenidos horas – ohmio ($m\Omega$)

Fecha de muestra		10 de mayo /24 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - OHMIO ($k\Omega$)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
GA-002	GRAFITO	3.6	9.8	11.2	9.9	3.18	9.3	9.1	11.4	10.3	11.6	11.1
GA-004		63.6	28.3	4.6	5.8	6.7	8.1	14.8	12.3	15.4	11.4	18.3

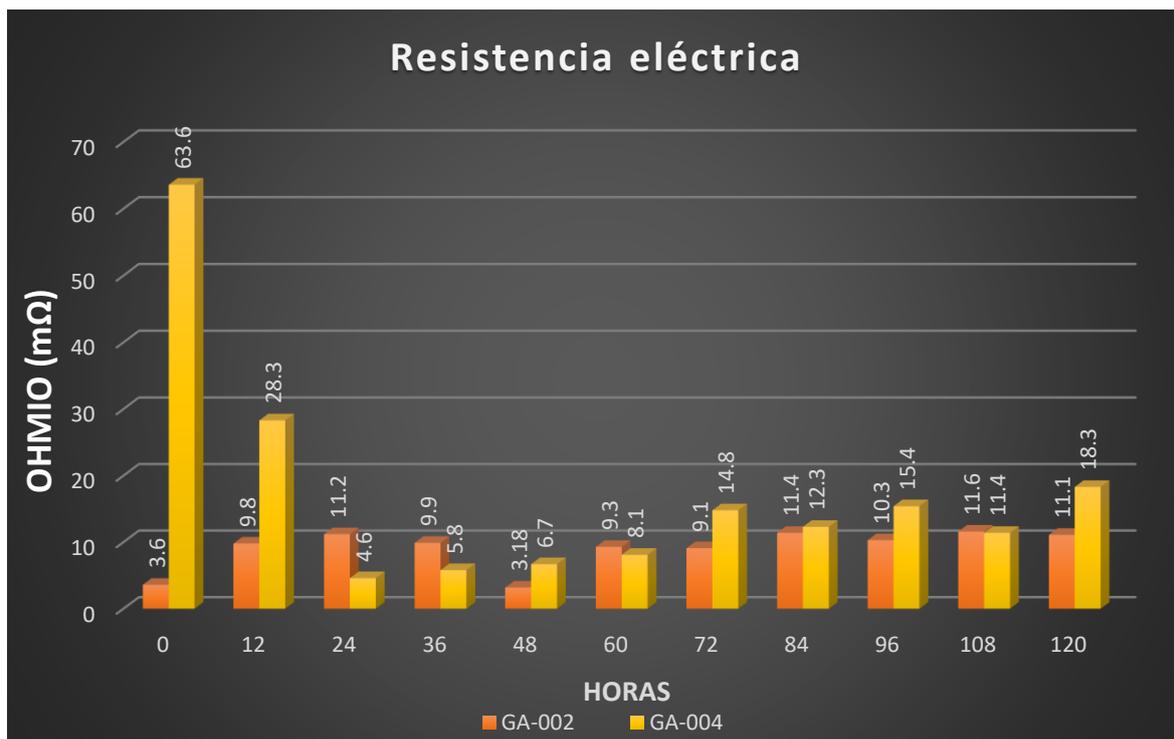


Figura 11: Gráfico de columnas de la resistencia eléctrica (mΩ)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en las tablas 12 y 13 y en la figura 11, se realizó la toma de datos de la resistencia eléctrica (mΩ) registrada en la biocelda con el electrodo de grafito, donde la resistencia máxima se obtuvo del GA-004 a las 0 horas con un valor de 63.6mΩ y de la misma manera a las 0 horas se obtuvo una medición mínima de 3.6mΩ del GA-002; por otro lado, se puede apreciar que el GA-002 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 14. Resultados obtenidos horas – amperio (mA)

Fecha de muestra		10 de mayo / 24 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS – AMPERIO (mA)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
GA-002	GRAFITO	10.9	19.7	17.1	19.5	17.3	15.2	13.5	16	14.8	8.1	6.7
GA-004		77.1	53.5	21.1	24.2	13.1	13.8	14.2	13.7	10.3	8.7	9.1

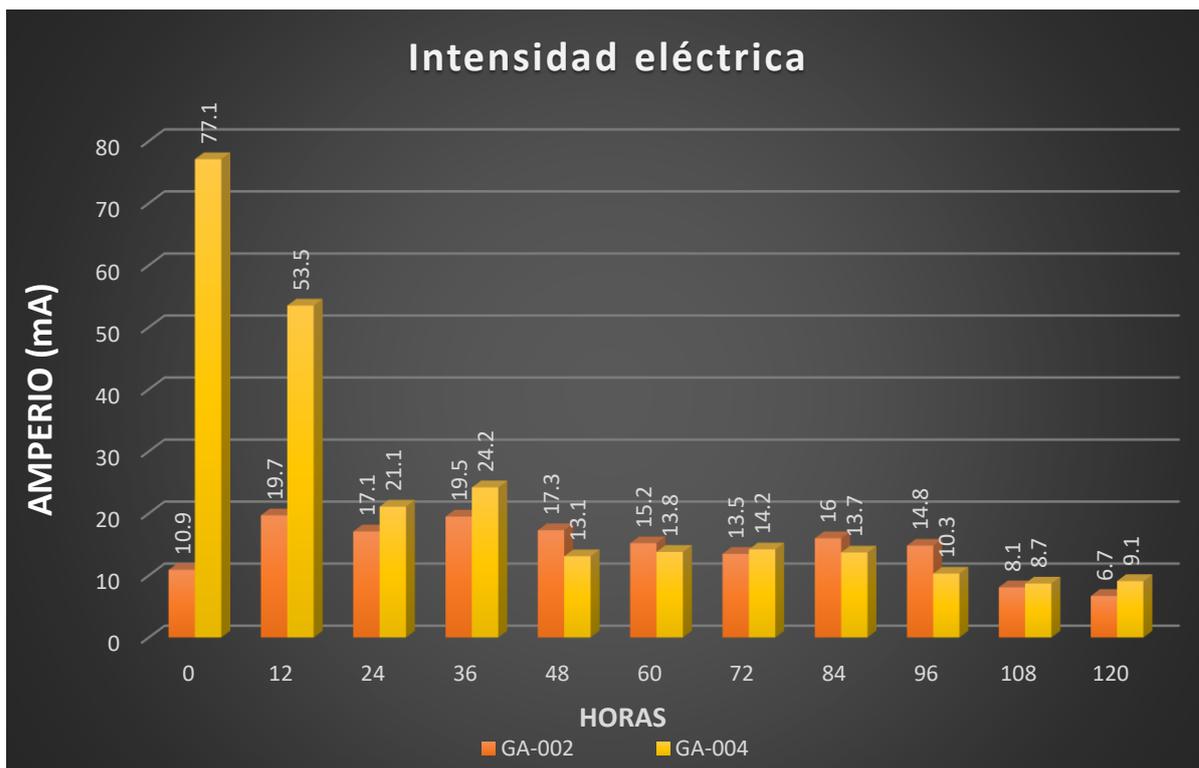


Figura 12: Gráfico de columnas de la intensidad eléctrica (mA)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la tabla 14 y en la figura 12, la toma de datos de la intensidad eléctrica (mA) registrada en la biocelda con el electrodo de Grafito, cuyo amperaje máximo se obtuvo del GA-004 a las 0 horas con un valor de 77.1 (mA) y de la misma manera al cabo de las 120 horas se obtuvo una medición mínima de 9.1 (mA) del GA-002; por otro lado, se puede apreciar que el GA-002 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 15. Resultados obtenidos horas – voltio (mV)

Fecha de muestra		10 de mayo /24 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS – VOLTIO (mV)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
GA-002	GRAFITO	24.8	58.8	43.5	49.9	46.7	49.3	43.7	36.8	31.2	29.3	24
GA-004		1	11.43	8.4	4.6	13.8	24.2	37.9	32.8	51.3	34.2	40.8

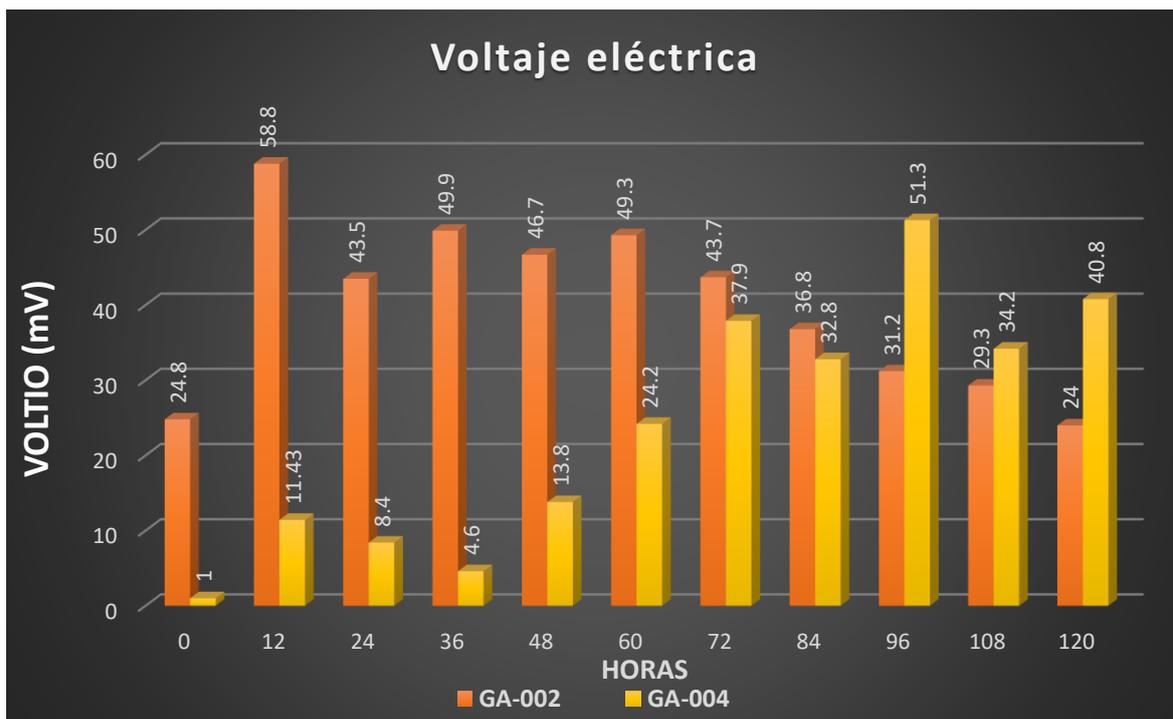


Figura 13: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la figura 13, se realizó la toma de datos de voltaje eléctrica (mV) registrada en la biocelda con el electrodo de grafito, donde el voltaje máximo se obtuvo del GA-004 a las 12 horas con un valor de 58.8mV y a las 0 horas se obtuvo una medición mínima de voltaje de 1 mV del GA-004; por otro lado, se puede apreciar que el GA-002 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 16. Resultados obtenidos horas – watts (mW)

Fecha de muestra		10 de mayo /24 de mayo										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - WATTS (mW)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
GA-002	GRAFITO	270.3	1158.4	743.9	973.1	807.9	749.4	590.0	588.8	461.8	237.3	160.8
GA-004		77.1	611.5	177.2	111.3	180.8	334.0	538.2	449.4	528.4	297.5	371.3

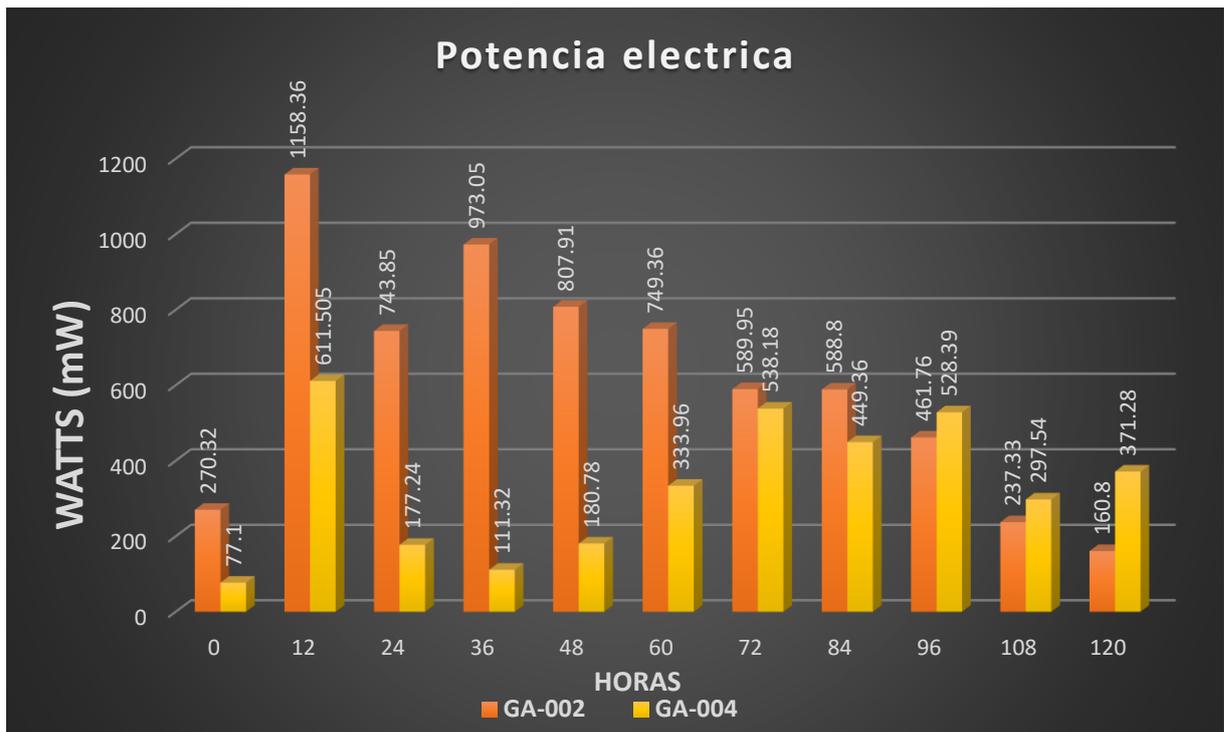


Figura 14: Gráfico de columnas de potencia eléctrica (mW)

INTERPRETACIÓN:

Se puede observar en la tabla 16 y en la figura 14, se realizó la toma de datos la potencia eléctrica (mW) registrada en la biocelda con el electrodo de grafito, donde la potencia máxima se obtuvo del GA-002 a las 12 horas con un valor de 1158.36 mW y de la misma manera a las 0 horas se obtuvo una medición mínima de 77.1 mW *del* GA-004; por otro lado, se puede apreciar que el GA-004 fue ligeramente más estable durante las 120 horas que duró la experimentación.

Tabla 17. Resultados finales con el electrodo de grafito

	GA-001	GA-002
Coliformes Totales	330000 NMP/100mL	4900 NMP/100mL
Conductividad	8020 μ S/cm	1898 μ S/cm
Demanda Química de Oxígeno	350.5 mg O ₂ /L	33.7 mg O ₂ /L
Escherichia coli	170000 mg O ₂ /L	220 mg O ₂ /L
pH	7.57 pH	7.73 pH
Sólidos Totales Disueltos	4854 mg total disuelto Sólidos / L	1135 mg total disuelto Sólidos / L
Turbidez	11 NTU	149 NTU

INTERPRETACIÓN:

- Se puede observar en la tabla 12 y 17 iniciales y finales simultáneamente para los resultados del GA-001 se ve un aumento de los coliformes totales de un valor de 328300 NMP/100 mL, con una conductividad incrementada de 6610 μ S/cm, por otro lado, se tuvo una disminución para DQO en 292.9 /L, donde la escherichia coli también se da una disminución en 162100 NMP/100 mL, siendo el pH neutro, donde los STD hay un mínimo disminución de 3982 mg/L con una diferencia de turbidez de 11.5 NTU.
- Se puede observar en la tabla 12 y 17 iniciales y finales simultáneamente para los resultados del GA-002 se ve una disminución dramática de los coliformes totales de un valor de 229995100 NMP/100 mL, con una conductividad incrementada de 127 μ S/cm, a sí mismo para DQO aumentó en 31.8 /L, donde la escherichia coli también se ve aumentada en 218.2 NMP/100 mL, siendo el pH neutro, donde los STD hay un mínimo incremento de 1135 mg/L con una diferencia de turbidez de 117 NTU.

Tabla 18. Resultados de ohmio con los electrodos de cobre y grafito.

Fecha de muestra		03 de mayo – 05 de junio										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - OHMIO										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	14.3	14.7	16.5	29.9	33.5	36.1	48.5	52.3	36.9	28.2	19.8
CO-003		18.1	8.1	4.7	3.5	6.62	4.9	6.54	5.2	7.3	5.1	5.4
CO.005		27.3	23.2	21.4	17.7	15.7	10.7	10.9	16.1	10.6	12.3	13.2
GA-002	GRAFITO	3.6	9.8	11.2	9.9	3.18	9.3	9.1	11.4	10.3	11.6	11.1
GA-004		63.6	28.3	4.6	5.8	6.7	8.1	14.8	12.3	15.4	11.4	18.3

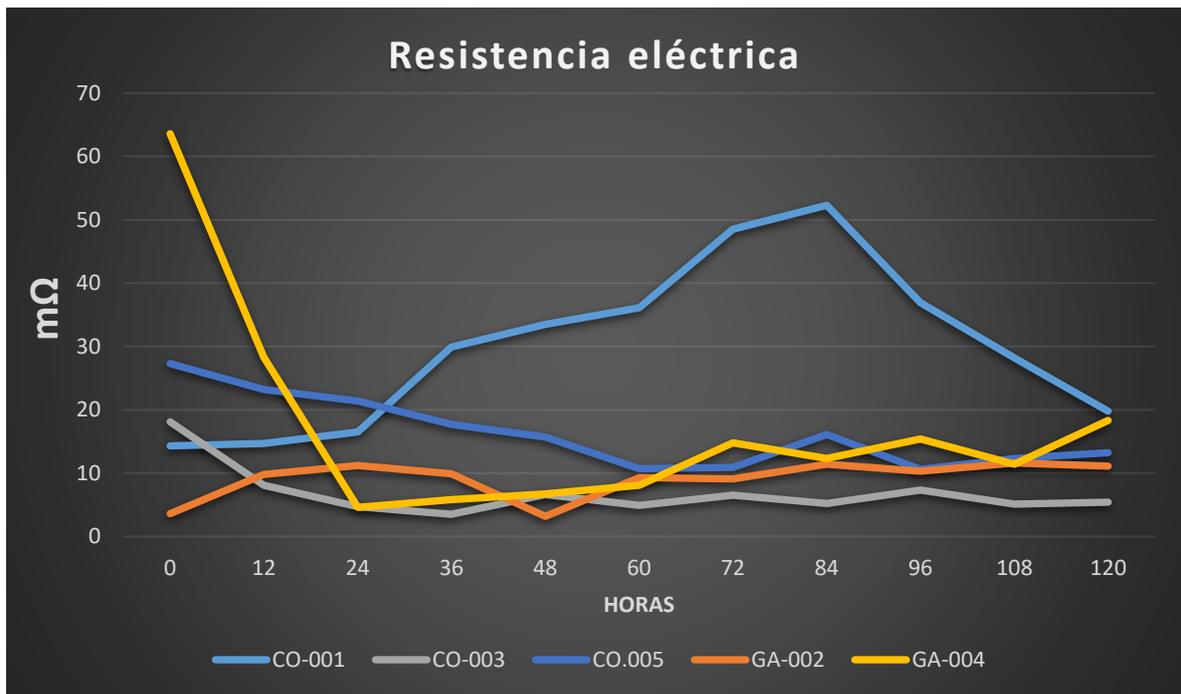


Figura 15: Gráfico de líneas de la resistencia eléctrica (mΩ).

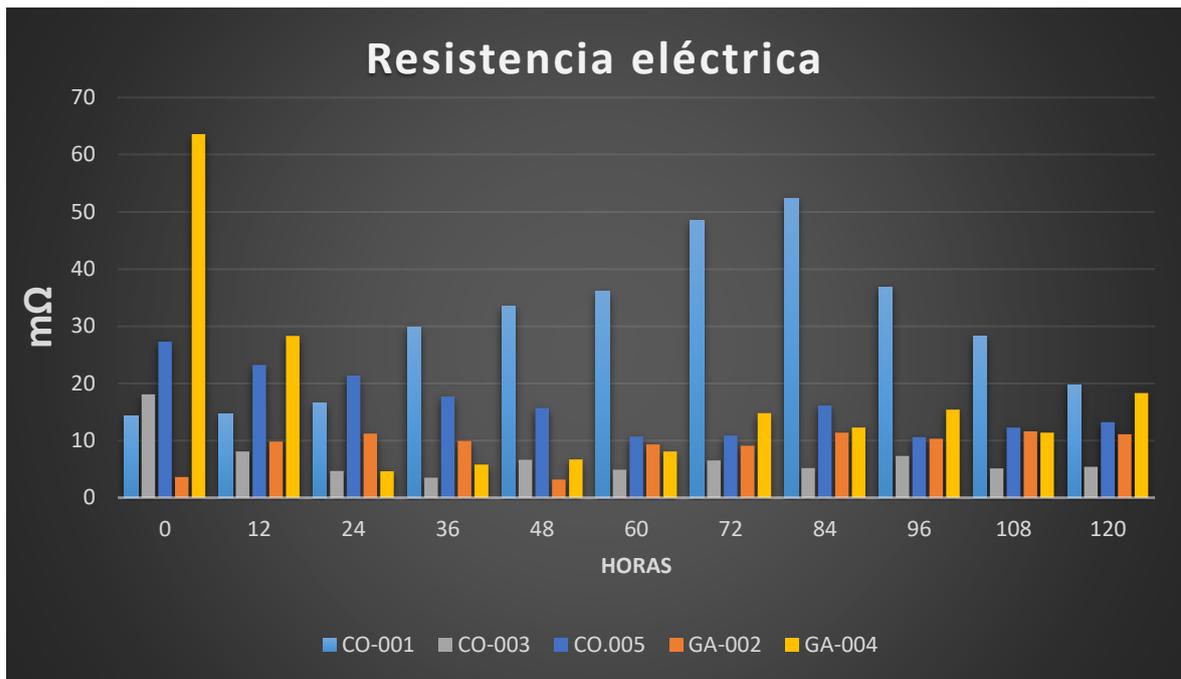


Figura 16: Gráfico de columnas de la resistencia eléctrica (mΩ).

INTERPRETACIÓN:

Como se puede apreciar en tabla 18 y en las figuras 15 y 16, donde se obtuvieron los datos de la resistencia eléctrica (mΩ) registradas en la biocelda donde se aplicaron los dos tipos de electrodos de cobre y grafito durante toda la experimentación, se aprecia que el CO-001 se obtuvieron datos con mayor valor en la medición de la resistencia eléctrica, y en el CO-003 los menores valores obtenidas en la resistencia eléctrica (mΩ) y manteniendo una estabilidad constante el GA-002 durante la experimentación que duro 120 horas.

Tabla 19. Resultados del amperio con los electrodos de cobre y grafito.

Fecha de muestra		03 de mayo – 05 de junio										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - AMPERIO										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	7.1	6.2	6.5	9.3	10.8	14.9	13.6	14.7	14.9	7.8	3.1
CO-003		45.1	22.1	2.6	1.4	5.6	4.1	3.8	1.1	8.1	1.9	3.2
CO-005		41.9	39.1	4.4	12.1	8.1	6.6	10.1	9.4	3.3	8.1	4.9
GA-002	GRAFITO	10.9	19.7	17.1	19.5	17.3	15.2	13.5	16	14.8	8.1	6.7
GA-004		77.1	53.5	21.1	24.2	13.1	13.8	14.2	13.7	10.3	8.7	9.1

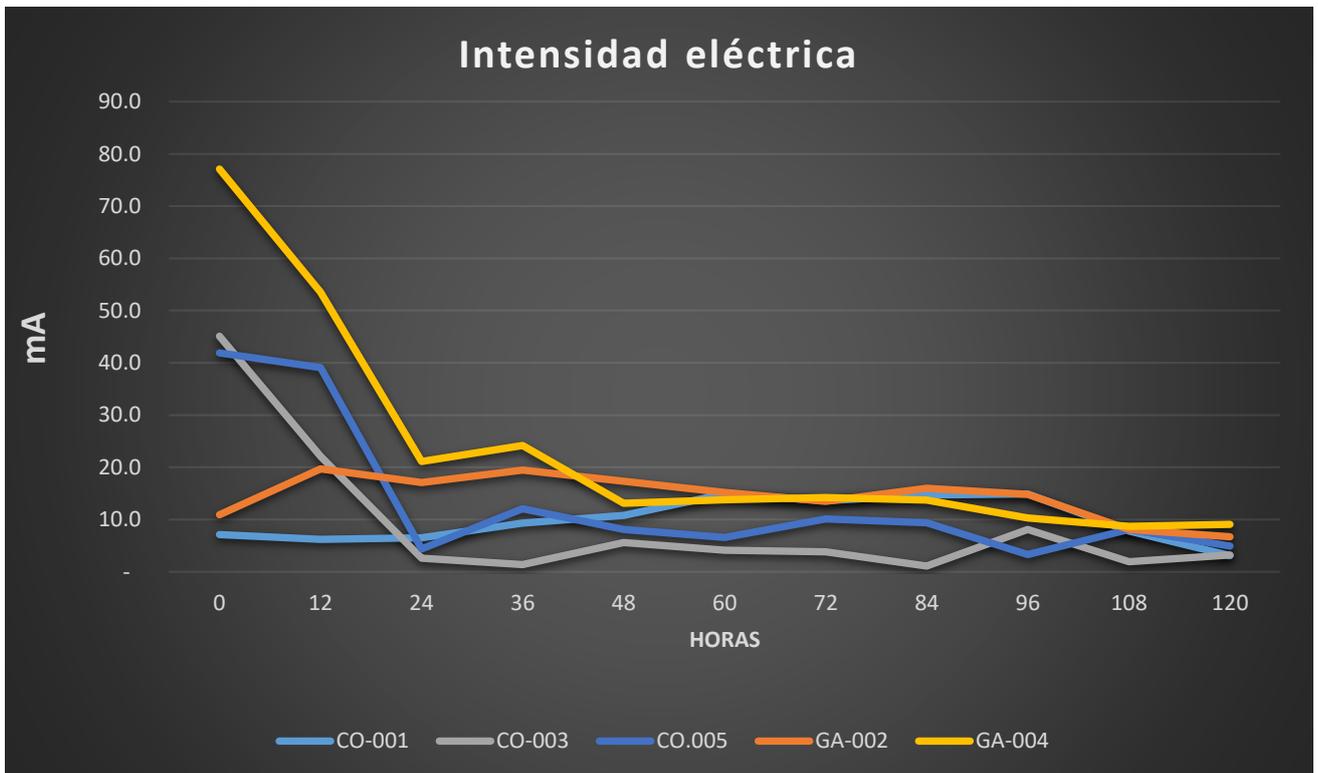


Figura 17: Gráfico de líneas de la intensidad eléctrica (mA)

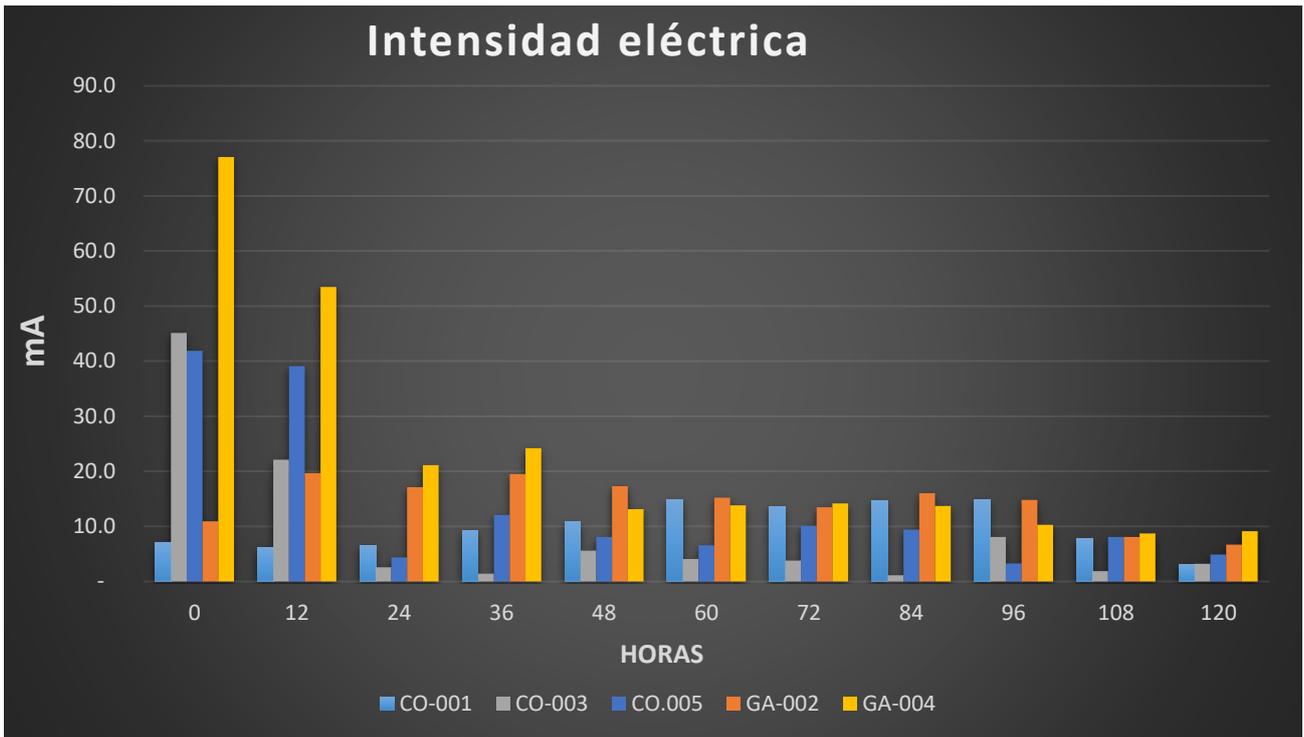


Figura 18: Gráfico de columnas de la intensidad eléctrica (mA).

INTERPRETACIÓN:

Como se puede apreciar en la tabla 19 y en las figuras 17 y 18, donde se obtuvieron los datos de la intensidad eléctrica (mA) registrados en la biocelda donde se aplicaron los dos tipos de electrodos de cobre y grafito durante toda la experimentación, se aprecia que el GA-004 se obtuvieron datos con mayor valor en la medición de la intensidad eléctrica (mA), y en el CO-003 se obtuvieron los menores valores de la intensidad eléctrica o amperaje y manteniendo una estabilidad constante el GA-002 durante la experimentación de 120 horas.

Tabla 20. Resultados del voltaje con los electrodos de cobre y grafito.

Fecha de muestra		03 de mayo – 05 de junio										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - VOLTIO										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	65.4	56.3	75.9	162.6	165.4	179.5	188.1	191.8	197.7	123.2	27.2
CO-003		61.1	58.3	12.4	9.1	23.4	18.4	20.6	10.90	35.8	9.9	15.2
CO.005		78.1	66.6	51.8	92.1	70.1	65.2	52.3	76.3	51.1	62.7	43.9
GA-002	GRAFITO	24.8	58.8	43.5	49.9	46.7	49.3	43.7	36.8	31.2	29.3	24
GA-004		1	11.43	8.4	4.6	13.8	24.2	37.9	32.8	51.3	34.2	40.8

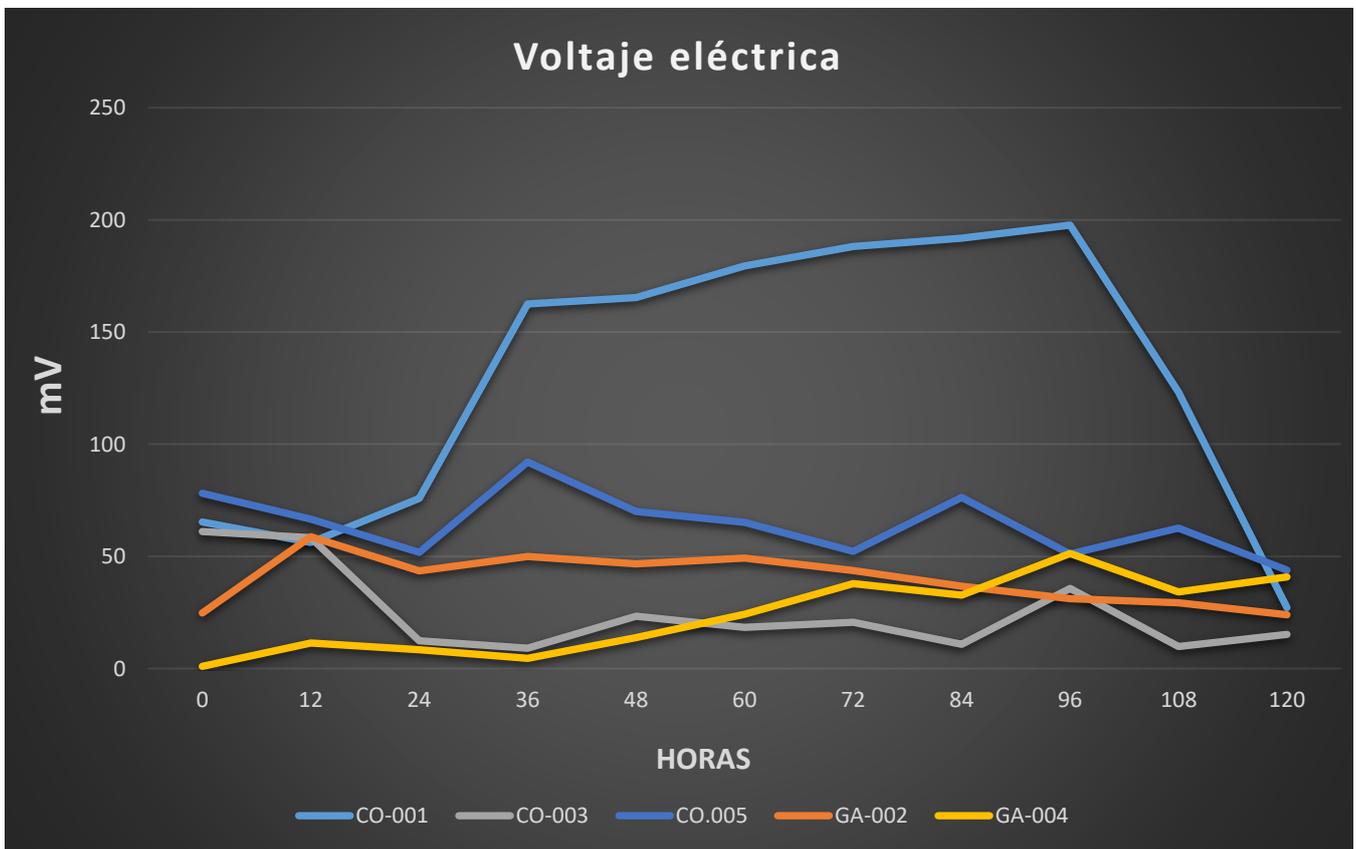


Figura 19: Gráfico de líneas de voltaje eléctrica (mV).

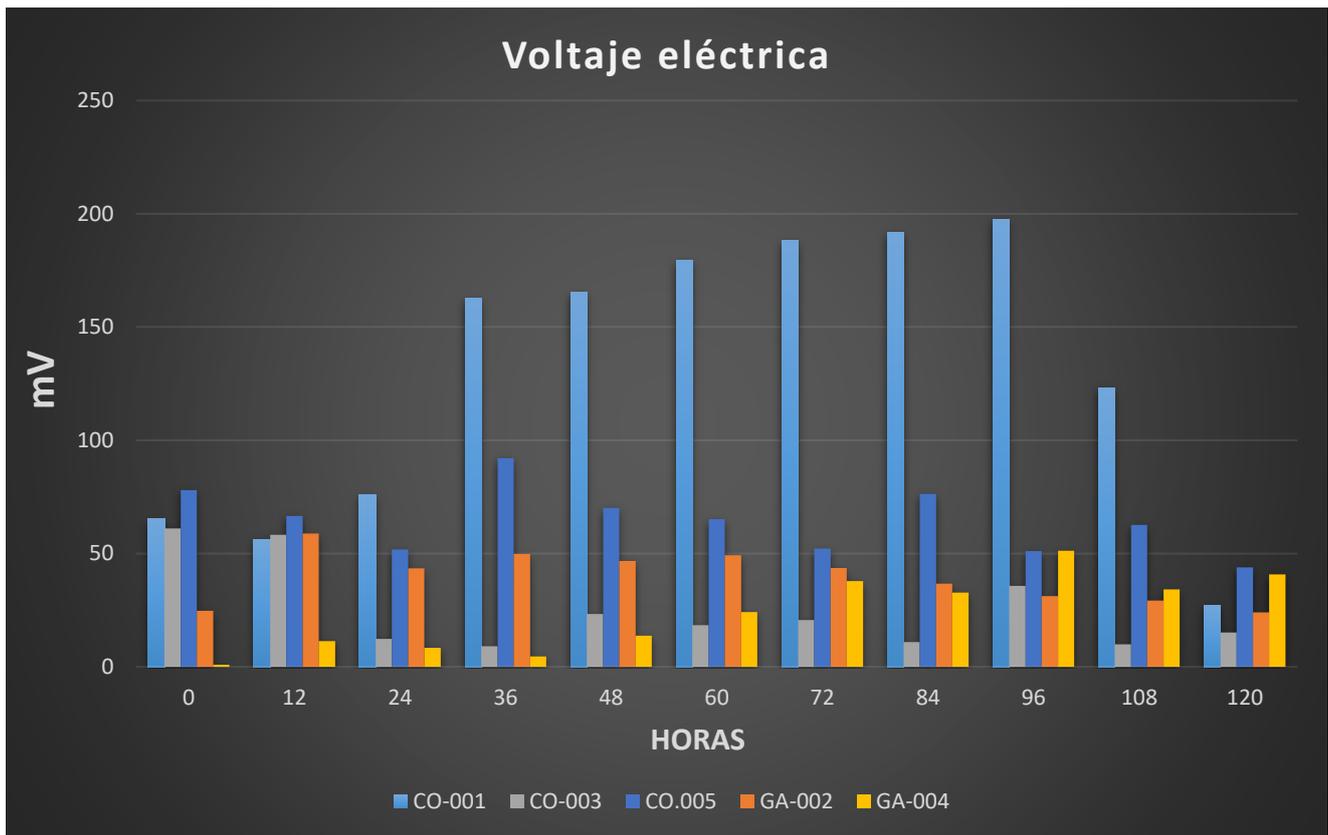


Figura 20: Gráfico de columnas de voltaje eléctrica (mV)

INTERPRETACIÓN:

Como se puede apreciar en tabla 20y en las figuras 19 y 20, donde se realizó las tomas de datos de voltaje eléctrica (mV) registrada en la biocelda con los electrodos de cobre y grafito durante toda la experimentación, se aprecia que el CO-001 se obtuvieron datos con valores mayores en la medición de voltaje (mV), y en el GA-004 se obtuvieron menores valores de voltaje (mV) y manteniendo una estabilidad constante el GA-002 durante la experimentación de 120 horas.

Tabla 21. Resultados del Watts con los electrodos de cobre y grafito.

Fecha de muestra		03 de mayo – 05 de junio										
N° de muestra	Electrodo	HORAS - WATTS (mW)										
		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
CO-001	COBRE	464.3	349.1	493.4	1512.2	1786.3	2674.6	2558.2	2819.5	2945.7	961.0	84.3
CO-003		2755.6	1288.4	32.2	12.7	131.0	75.4	78.3	10.1	290.0	18.8	48.6
CO.005		3272.4	2604.1	227.9	1114.4	567.8	430.3	528.2	717.2	168.6	507.9	215.1
GA-002	GRAFITO	270.3	1158.4	743.9	973.1	807.9	749.4	590.0	588.8	461.8	237.3	160.8
GA-004		77.1	611.5	177.2	111.3	180.8	334.0	538.2	449.4	528.4	297.5	371.3

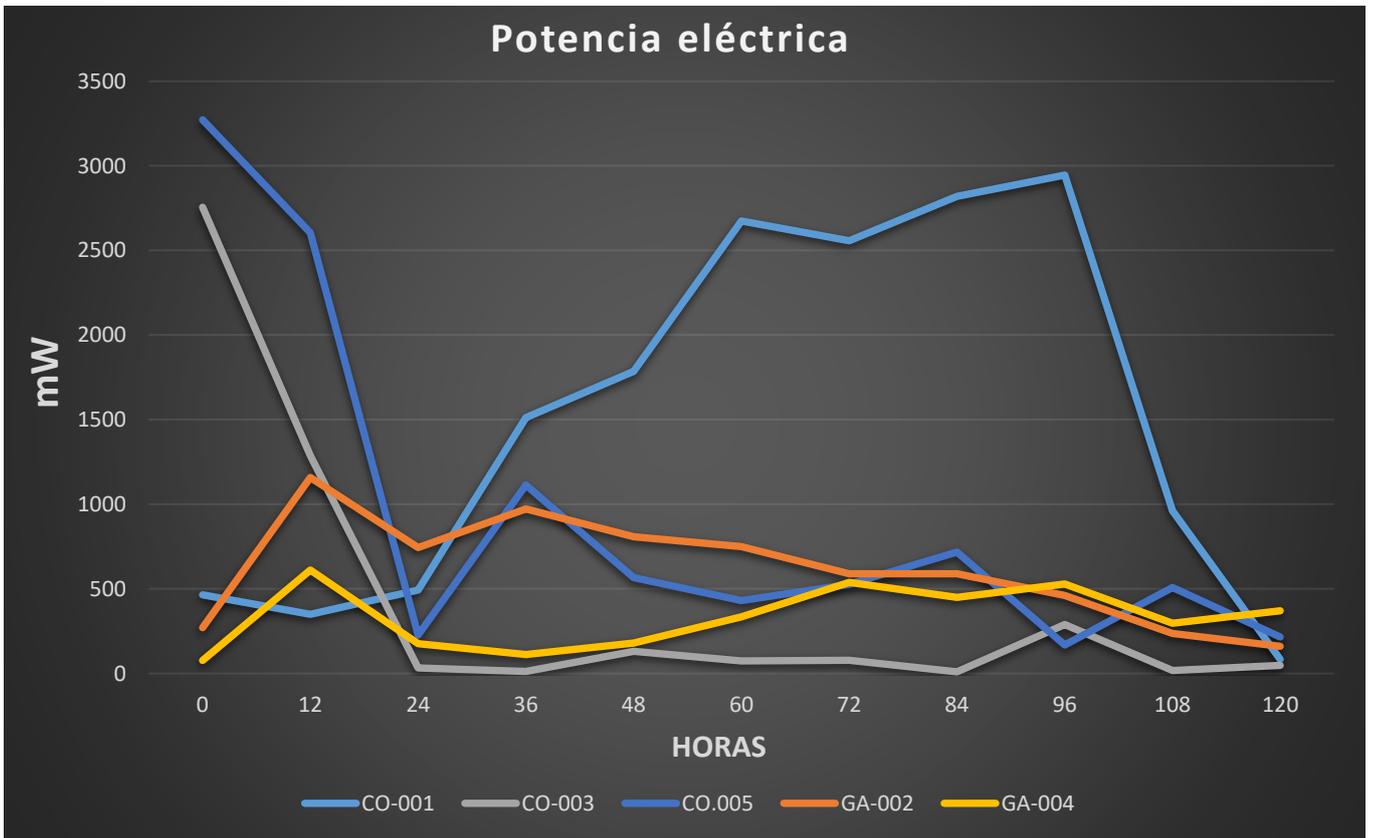


Figura 21: Gráfico de líneas de la potencia eléctrica (mW).

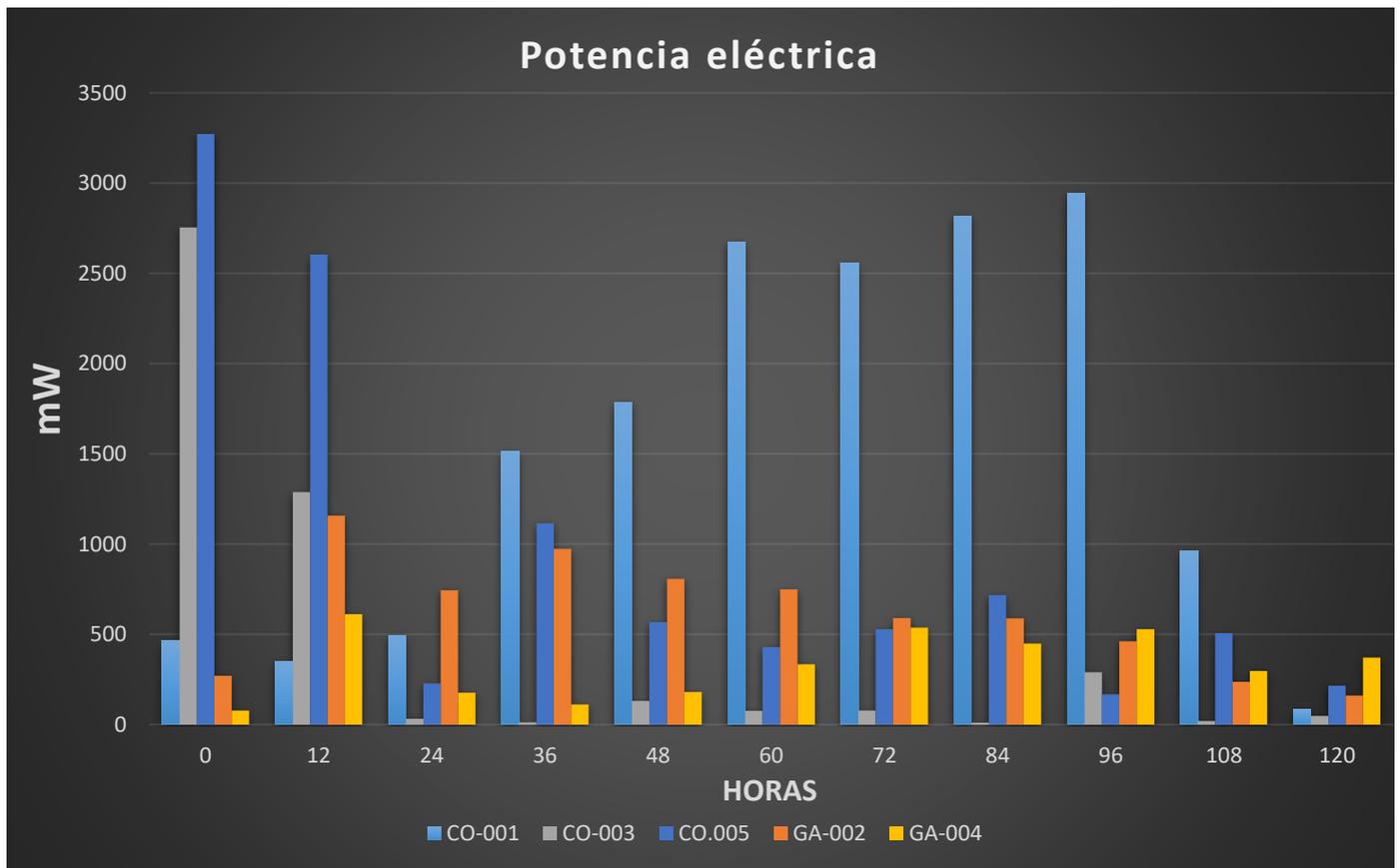


Figura 22: Gráfico de columnas de la potencia eléctrica (mW).

INTERPRETACIÓN:

Como se puede apreciar en tabla 21 y en las figuras 21 y 22, donde se realizó las tomas de datos la potencia eléctrica (mV) registrada en la biocelda con los electrodos de cobre y grafito durante toda la experimentación, se aprecia que el CO-001 se obtuvieron datos con valores mayores en la medición de la potencia (mW), y en el GA-004 los menores valores obtenidas de potencia eléctrica (mW) y manteniendo una estabilidad constante el GA-004 durante la experimentación de 120 horas.

a) Prueba de Hipótesis

H0: La influencia de los ánodos y cátodos no determinan los parámetros de voltaje obtenidas mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín.

H1: La influencia de los ánodos y cátodos determinan los parámetros de voltaje obtenidas mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín.

b) Regla de decisión

Sig. < 0.05 Rechazamos la H0: aceptamos la H1

c) Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La influencia de los ánodos y cátodos determinan los parámetros de voltaje obtenidas mediante las bioceldas en aguas residuales domésticas vertidas al río Lurín (tabla 22).

Tabla 22: Prueba de normalidad del CO-001 electrodos

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CO-001	.192	11	.200*	.885	11	.120

a) Prueba de Hipótesis

H1: la eficiencia de la energía obtenida mediante la biocelda en agua residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021, será mayor de 464 mV.

H0: La eficiencia de la energía obtenida mediante la biocelda en agua residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021, será menor de 464 mV.

b) Regla de decisión

Sig. < 0.05 Rechazamos la H0: aceptamos la H1

c) Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La eficiencia de la energía obtenida mediante la biocelda en agua residuales domésticas vertidas al río Lurín 2021, será menor de 464 mV (tabla 23).

Tabla 23: Prueba de normalidad del CO-001 eficiencia

Pruebas de normalidad			
	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov ^a	
		gl	Sig.
CO-001	.260	2	0.000

a) Prueba de Hipótesis

H0: Las bacterias Escherichia Coli no producen energía en la biocelda en aguas residuales domésticas.

H1: Las bacterias Escherichia Coli producen energía en la biocelda en aguas residuales domésticas.

b) Regla de decisión

Sig. < 0.05 Rechazamos la H0: aceptamos la H1

c) Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 las Bacteria Escherichia Coli producen energía en la biocelda en aguas residuales domésticas (tabla 24).

Tabla 24: Prueba de normalidad del Escherichia coli

Pruebas de normalidad			
	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov ^a	
		gl	Sig.
Escherichia coli	.260	2	0.000

Con los resultados de las hipótesis se demostró que las Bioceldas con los electrodos de cobre aplicadas en aguas residuales domésticas, que contiene las bacterias Escherichia. coli se obtuvo energía limpia; ohmio, amperio, voltio y watts.

IV. DISCUSIÓN

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, los resultados obtenidos durante la aplicación de la biocelda se determinaron que, la tecnología aplicada nos brinda energía eléctrica, donde primero se realizó la toma de muestra de agua para luego consolidar el estudio físico, químico y biológico de agua del río Lurín, donde la primera toma de muestra es la más representativa CO-001, siendo los siguientes parámetros como los coliformes totales 3300 NMP/100mL, escherichia coli 790 NMP/100mL, sólidos totales disueltos 306 mg/L, turbidez 5.80 NTU, conductividad 510 μ S/cm, demanda química de oxígeno 18 mg O₂/L y conteniendo un pH neutro 7.06. Donde dichos valores son corroborados por Samantha S. y Suresh S. (2020), donde su proyecto de investigación analizó las muestras del río Khan, donde obtuvo un pH de 7.1, STD 650 ppm, turbidez de 22 NTU y con una DQO de 29,2 mg/L, cual se asemeja el estudio físico, químico y biológico de la experimentación.

Por otro lado, Góngora et al. (2017) manifiesta en su investigación que la aplicación de la biocelda tipo H, tiene la finalidad de obtener energía a través de los microorganismos, donde su construcción y aplicación es sencilla, donde los materiales a emplear son libres de elegir de acuerdo al investigador. Por otro lado, Karla et al. (2019) indica que estas tecnologías de la biocelda al ser fusionadas con otras tecnologías resultan ser óptimas en su aplicación. Asimismo, para Condori, P. y Torres, G. (2019) donde construyó y operó (CCM) tipo H para la generación de bioelectricidad. Es por ello que se coincide con los autores que la elección de la biocelda aplicada durante toda la experimentación fue de modelo tipo H, donde el material aplicado fue de vidrio ya que este material no es un buen conductor de energía eléctrica para no tener márgenes de error al momento de hacer las mediciones eléctricas, con un equipo electrónico (multitester digital).

Donde la doctora Shaohua et al. (2020) nos menciona que en la aplicación de las bioceldas es importante el pH debido a que es un indicador para el desarrollo de las bacterias y la obtención de energía, que en su experimentación utilizaron la bacteria *Comamonadaceae*, brindando un pH neutro ya que es mejor en la obtención de energía y se mantiene más estable donde demuestra en su experimentación con un pH 7.0. Así mismo los autores Samantha S. y Suresh S.

(2020) también aplicaron en su experimentación un pH 7.1 para la obtención de energía lo cual indica que la biocelda genera energía prometedora a partir de la fermentación anaeróbica de materia orgánica que este caso nosotros lo llamamos sustrato, para ser más preciso utilizaron microorganismos biocatalizadores, pues a pesar de utilizar un pH adecuado no obtuvieron un adecuado rendimiento para obtener energía y esta falta de rendimiento fue por no utilizar una biocelda y electrodo adecuado para la obtención de energía. Coincidiendo con los autores mencionados los resultados obtenidos del laboratorio nos brinda un pH 7.06 (tabla 07). Donde fue esencial en nuestro experimento ya que, debido al tener un pH neutro, las bacterias presentes en la biocelda pudieron desarrollarse a través de la materia orgánica presentes en la biocelda de esta manera produciendo energía electroquímica.

Por otro lado, los autores Collazos y Montaña (2017) nos menciona que, en su trabajo de investigación el Phylum Proteobacteria es un gran grupo de interés como es el caso de la bacteria *Escherichia coli*, en la aplicación de la biocelda para obtener energía por su gran metabolismo electroquímica. Asimismo, para Paez et al. (2019) en su experimentación aplicó *Escherichia coli* para la obtención de energía limpia donde este parámetro biológico fue primordial en su proyecto. Por otro lado, G. Thenmoshi, J. Sreelatha and S. Gobinaatha (2020) nos menciona que, durante su ensayo aplicó estiércol de vaca con una cantidad de 300 gr siendo homogeneizadas con 500 ml de H₂O, brindándole nutrientes a las bacterias, para que tengan una mayor eficacia en el desarrollo de la experimentación. Coincidiendo con los autores mencionados que, este parámetro biológico fue indispensable en el desarrollo de la experimentación para obtener energía limpia donde se halló a primera instancia 790 NMP/100mL de la bacteria *Escherichia coli* (tabla 06) y al finalizar el experimento se llevó nuevamente la muestra al laboratorio donde los resultados del parámetro biológico fueron de 1700 NMP/100mL de *Escherichia coli* (tabla 11), en el cual se demuestra que el electrodo de grafito es más sensible en la percepción de energía, por el desarrollo de la biopelícula que se forma en las paredes del electrodo y a la rápida oxidación de la materia orgánica presente durante las primeras 12 horas; posteriormente es indiferente en el caso del electrodo de cobre, ya que requiere más tiempo en la formación de biopelícula que es primordial para la generación de la energía eléctrica cuya eficiencia es mayor

que la del grafito. Por el cual se sustenta que esta bacteria gracias a su metabolismo, hubo una creciente poblacional del parámetro para la producción de energía limpia y que a pesar que no se le agregaron más nutrientes (materia orgánica) a las bioceldas donde se llevó con eficiencia la experimentación.

Por otra parte, se define que no hay muchas fuentes que aplican estas tecnologías con el material de cobre en obtener energías limpias. Por ello se rescata a los autores, Samantha S. y Suresh S. (2020) demostraron que, para obtener energía por medio de electrodos, es mejor la aplicación los electrodos de cobre como demuestra en su experimentación, obteniendo como resultado 0,491582 μV con 12 μA . Así mismo para G. Thenmoshi, J. Sreelatha y S. Gobinaatha (2020), aplicaron electrodos de cobre en su ensayo, obteniendo resultados favorables con una medición eléctrica de 111,8 mV. Coincidiendo con los autores, se aplicaron los electrodos con el material de cobre, donde se logró obtener una resistencia de 52.3m Ω , con una intensidad eléctrica de 14.9 mA, con un voltaje eléctrico 197.7 mV y una potencia eléctrica de 2945.7 mW para el CO-001 durante la experimentación, puesto que el material de cobre es un buen conductor de la electricidad.

Por otro lado, existe mayor demanda en con el material de grafito y fusiones con este material como señalan los autores, Wang y Lim (2020) que, en su experimentación empleo electrodos de grafito obteniendo un rendimiento eléctrico de 89,4 μW , con una resistencia de 0,84 Ω y con una corriente máxima de 3,9 mA. Para Sweta Naik y Satya Eswari Jujjavarappu (2020) donde también experimentó con el material de grafito, en el cual obtuvo los siguientes resultados 0,86 V y 75. 1 mA. Sin embargo, para Condori. P y Torres, G. (2019) realizó su experimentación con agua residual aplicados a la biocelda de tipo H, realizando una degradación de la materia orgánica, dando como resultado la generación de bioelectricidad de 290 mV. Es por ello que durante la experimentación también se aplicó los electrodos de grafito, donde se obtuvo unos resultados menores a la del cobre, con una resistencia eléctrica de 11.6 m Ω , con una intensidad eléctrica de 17.3 mA, cuyo voltaje eléctrico de 58.8 mV y una potencia eléctrica de 1158.4 mW para el GA-002, donde se puede apreciar que ambos electrodos se pueden aplicar a la tecnología de la biocelda para la obtención de energía eléctrica.

Según la doctora shaohua et al. (2020) nos menciona que, la aplicación de la tecnología de biocelda se basa en el tiempo que dure la experimentación, donde puso a prueba su experimentación por 13 horas donde obtuvo 130 mV de energía eléctrica. Mientras tanto para Yana Mersinkova et al. (2020) donde la duración de su experimentación duró 96 horas donde obtuvo una resistencia de 1 a 20 kΩ. De la misma manera para Collazos y Montaña (2017) en su experimentación logro obtener energía eléctrica en una duración de 30 días donde logró registrar un valor máxima de 4,85 mW/m² aplicada en agua residual doméstica. Por otro lado, se coincide con Peeva (2020) por qué menciona que, para la aplicación de la tecnología de la biocelda tiene un proceso fermentativo, que se requiere de horas o días para que los microorganismos activen su metabolismo electroquímico para poder generar energía limpia donde la membrana cumple la función de hacer el intercambio catiónico de los electrones.

Es por ello que la experimentación tuvo un alcance de 120 horas o 5 días hábiles, donde se realizó cada 12 horas las mediciones de voltaje como el ohmio (mΩ), amperio (mA), voltio (mV) y watts (mW). Considerando el tiempo de acuerdo a las sugerencias de los autores previstos, que a mayor sea la fermentación o metabolismo de las bacterias presentes como la escherichia coli, la eficiencia de los datos registrados será más viable en la toma de datos para la obtención de energía limpia.

V. CONCLUSIONES

- Según los resultados, se determinó la cantidad de energía limpia de 2945.7 mW en el CO-001 en la biocelda durante 120 horas.
- Se determinaron las variables de voltaje de la energía; el voltio (197.7 mV), el amperio (14,9 mA) y el ohmio (52.3 mΩ), las cuales fueron esenciales para la obtención de energía.
- Se determino la eficiencia de la energía expresada en watts, siendo necesaria para encender una bombilla.
- Se identificó los parámetros biológicos, Coliformes Totales y Escherichia Coli siendo el ultimo parámetro que influye en la obtención de energía.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar periodo más corto en los registros de energía, ya que se pueden estar perdiendo datos importantes durante la experimentación para obtener energía limpia a través de la biocelda.
- Experimentar con electrodos más accesibles y que contengan una mayor conductividad eléctrica.
- Realizar un preanálisis de los parámetros que contenga la muestra de agua para que la experimentación sea viable en la ejecución de la biocelda.
- A los futuros investigadores emplear más volumen de agua residual a las bioceldas considerando sus dimensiones de esta tecnología.
- Almacenar la energía eléctrica que se obtiene en batería, para determinar la eficiencia y rendimiento.
- Considerar las estaciones del año, ya que estas pueden favorecer o no, en las tomas de muestras para la investigación que se requiere.
- Analizar el comportamiento del parámetro biológico del agua residual empleada en la biocelda en las primeras 12 o 24 horas del experimento con respecto a los electrodos empleados.

REFERENCIAS:

ACUÑA Zepeda, Manuel. MORENO Castillo, L. Y VILLANUEVA, C. (2020). Anuario iberoamericano de derecho de la energía - Volumen II: Regulación de la transformación 24 energética [en línea]. Publicaciones@uexternado.edu.co. 1ra edición septiembre del 2019. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=DkHZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
ISBN: 9789587901900.

ALOMÍA, C. A. (2019). Formulación de un plan de manejo ambiental (PMA) para la operación y control de vertimientos en la PTAR del trapiche Lucerna. Disponible en: <caalomiaq.pdf> (unad.edu.co)

ANA (2016). Resolución Jefatura N° 010- 2016 – ANA. Disponible en: <60190132695140460020200426-24009-15puxo.pdf> (www.gob.pe)

ANA (2019). Diagnóstico inicial para el plan de gestión de recursos hídricos en el ámbito de las cuencas chillón, Rímac, Lurín y chilca. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3901>

BAENA, G. (2017). Metodología de la investigación: tercera edición [en línea]. Grupo Editorial Patria. México. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
ISBN: 9786077448.

BERMUDEZ, M. BERNAL, E. (2018). Implementación de una celda de combustible microbiana a escala laboratorio para generación de energía eléctrica. BOGOTÁ D.C. Disponible en: <6131003-2018-1-IQ.pdf> (uamerica.edu.co)

CAMPANA, E. ZHANG, Y. LUNDBLAD, A. LI, H Y YAN, J. (2017). An open source platform for simulation and optimization of clean energy technologies. Revista ScienceDirect. Disponible en: [An Open-source Platform for Simulation and Optimization of Clean Energy Technologies - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617310032)

CARRANZA, H. (2016). Recursos energéticos y defensa. Revista Cefadigital.edu. Disponible en: [VC 15-2016 CARRANZA.pdf](VC_15-2016_CARRANZA.pdf) (cefadigital.edu.ar)

CARRANZA, L. (2016). Diferencias entre las actitudes proambientales y el consumo de servicios públicos (agua y energía eléctrica) en estratos 2 y 5 de la ciudad de Bogotá. Perspectiva Empresarial, 3(2), 83-94. Disponible en: <https://doi.org/10.16967/rpe.v3n2a7>

CARVAJAL, L. Y MANZANO, D. (2019). Energía alternativa producida por microorganismos, un desafío para la generación de energía eléctrica y remoción de la materia orgánica. Universidad Santiago de Cali. Disponible en: <ENERG;jsessionid=D99E7743445A1657B638E5A7F7F4BC0E> (usc.edu.co)

COLLAZOS, A. Y MONTAÑO, E. (2017). Bacterial diversity associated with anodic biofilm in microbial fuel cells water-feed waste. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [v22n1a08.pdf \(scielo.org.co\)](http://v22n1a08.pdf.scielo.org.co)

CONDORI, P. Y TORRES, G. (2019). Biodegradación de la materia orgánica y producción de Bioelectricidad en Celdas de Combustible Microbiana (CCM) a partir de aguas residuales domestica-Lima. Universidad Peruana Unión. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1655>

DIGESA. Gesta Agua. (2015). Fichas técnicas del grupo de uso 1. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO

FRANCO Rosero, Liseth, RICAURTE Vargas, Sergio, LIZCANO Valbuena, William, y otros. (2018). Evaluación de una celda de combustible microbiana para el tratamiento del agua residual del campus universitario Meléndez. [recurso electrónico]. [en línea] Montevideo: 2018-07-09. [Fecha consulta: 29 de septiembre 2020].

FRANCO, L. Y RICAURTE, S. (2018). Evaluación de una celda de combustible microbiana para el tratamiento del agua residual del Campus Universitario Melendez. Universidad del Valle. Disponible en: [CCM para el tratamiento del agua residual del campus Meléndez. \(univalle.edu.co\)](http://CCM_para_el_tratamiento_del_agua_residual_del_campus_Melendez.univalle.edu.co)

Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Parámetros y características de las aguas naturales 2020. Disponible en: <https://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>

JUCA, F. GARCIA, M. Y BURGO, O. (2017). Los juegos serios y su influencia en el uso responsable de energía y cuidado del medio ambiente. Revista Scielo. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus18117.pdf>

LETON, P (2020). Producción de energía a partir de aguas residuales. Universidad de Alcalá. Disponible en: <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/44119>

LOPEZ del Pino, S. MARTÍN, S. (2017). UF 1666 - Depuración de aguas residuales [en línea]. Editorial Elearning, S.L España. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=9cJWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
ISBN: 9788416360147

MEDINA, A. Y ZAPATA, M. (2017). Evaluación de la producción de energía eléctrica y disminución de dco en agua residual sintética mediante celdas de combustible microbianas a escala laboratorio. Bogotá. Disponible en: http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6032/1/5152236_-2017-1-IQ.pdf

MEJÍA Tapia, J (2018). El nuevo régimen de vertimiento de aguas residuales tratadas en el Perú. Revista SERVINDI.ORG. Disponible en: [El nuevo régimen de vertimiento de aguas residuales tratadas en el Perú | Servindi - Servicios de Comunicación Intercultural](http://El_nuevo_régimen_de_vertimiento_de_aguas_residuales_tratadas_en_el_Perú_Servindi_Servicios_de_Comunicación_Intercultural)

MEKUTO, L. OLOWOLAFE, A. PANDIT, S. DYANTYI, N. (2020). Microalgae as a biocathode and feedstock in anode chamber for a self-sustainable microbial fuel cell technology: A review. Revista: sudafricana de ingeniería química. Disponible en: [Microalgae as a biocathode and feedstock in anode chamber for a self-sustainable microbial fuel cell technology: A review - ScienceDirect](#)

MERSINKOVA, Y. KOLEVA, R. YEMENDZHIEV, H. NENOV, V. (2020). Power Performance of a Microbial fuel Cell. Revista: ResearchGate. Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/21_19-195p1087-1091.pdf](#)

MOHAMMADI, J. FANG, Z. Y YONG, Y. (2021). Recent advances on biomass-fueled microbial fuel cell. Revista bioresources and bioprocessing. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00365-7>

MOLINA, A. OCHOA, J. SOSA, M. VASQUEZ, E. (2017). Energía: celdas de combustible microbianas. Revista académica Ingeniería Mexico-Yucatán. Disponible en: [Energía: celdas de combustible microbianas \(redalyc.org\)](#)

MONTENEGRO, K, FERNÁNDEZ, L. VILLAMAR, C. (2019). Constructure Wetlands and Microbial Fuel Cells as Individual and Combined Systems for Wastewater Treatment: A Review. Revista Disponible en: [\(PDF\) Constructed wetlands and microbial fuel cells as individual and combined systems for wastewater treatment: a review \(researchgate.net\)](#)

MOSTAFA, E. HOSSAIN, M. JUNHUA, Y. GUOYAN, Z. XIANGUI, Q. (2020). Microalgae as a biocathode and raw material in the anode chamber for a cell stack technology sel-sustaining microbial fuel: a review. Revista: sudafricana de Ingeniería Química, Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343473169_Recent_insights_into_microalgae-assisted_microbial_fuel_cells_for_generating_sustainable_bioelectricity

MULYONO, (2020). Generation of bioelectricity from single chamber microbial fuel with various local soil and green bean sprouts as a nutrient. Revista 27IJRED. Disponible en: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijred/article/view/30145/pdf>

NAIK, S. Y ESWARI, S. (2019). Simultaneous bioelectricity generati3n from cost-effective MFC and w3ter treatment using various wastewater samples. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06221-8>

Observatorio del Agua Chill3n R3mac Lur3n. (2019). Diagn3stico Inicial para el Plan de gesti3n de Recursos H3dricos de las cuencas Chill3n, R3mac, Lur3n y Chilca. Lima, Per3. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3901>

OEFA (2014). Fiscalizaci3n ambiental en aguas residuales. Lima, Per3. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=El Per3 genera aproximadamente 2,alcantarillado de las EPS Saneamiento.

OSINERGMIN (2017). La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático [en línea]. Biblioteca Nacional del Perú: N° 2017-02212. Magdalena del Mar, Lima, Perú. Disponible en: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10años.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10años.pdf) ISBN: 9786124735028.

OSORIO, E. VAZQUEZ, J. CARMONA, M. BARBOSA, G. BECERRA, G. CASTILLO, A. ORTEGON, J. (2019). Plant microbial fuel cells-based energy harvester system for self-powered IoT applications. Editorial article sensors. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s19061378>

PAEZ, A. LACHE, A. MEDINA, S. ZAPATA, J. (2019) Production of electrical energy in a microbial fuel cell using *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*, synthetic wastewater as substrate, carbon cloth and graphite as electrodes and methylene blue com mediator. Laboratory scale. Tecnología y ciencias del Agua. Disponible en: file:///C:/Users/HP/Downloads/Electric_power_production_in_a_microbial_fuel_cell.pdf

PAMINTUAN, KATIPUNAN, PALAGANAS Y CAPARANGA. (2020). An Analysis of the Stacking Potential and Efficiency of Plant Microbial Fuel Cells Growing Green Beans (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*). Revista IJRED. Disponible en: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijred/article/view/29898>

PEEVA, G. HUSEIN, Y. KOLEVA, R. NENOV, V. (2020). Catalyst assisted Microbial fuel cells. Revista ReseachGate. Disponible en: https://dl.uctm.edu/journal/node/j2020-4/20_19-192_p_824-830.pdf

PEREZ, S. (2012). Tecnología lítica de la Puna meridional Argentina: estrategias tecnológicas conservadas en la producción de artefactos agrícolas en contexto agropastoriles tempranos. Editorial Dunken. Argentina. ISBN: 9870261035 Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/326/Resumenes/Resumen_32615600005_1.pdf

REVANKAR, S. Y MAJUMDAR, P. (2014). Fuel cells: Principles, design, and analysis [en línea]. London, New York. Editorial CRC Press. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=LkChAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fuel+cells:+Principles,+design,+and+analysis.&ots=sSot6QSZqB&sig=DU2mItLhCFHMcQV15du5xvdm4E#v=onepage&q=Fuel%20cells%3A%20Principles%2C%20design%2C%20and%20analysis.&f=false> ISBN: 978-1-4822- 3541-8.

REVELO, D. HURTADO, N. RUIZ, J. PABÓN, L. ORDÓÑEZ, L. (2019). Bacterial diversity in the Cr(VI) reducing biocathode of a Microbial Fuel Cell sa bridge. Revista Argentina de Microbiología, Disponible en: [Bacterial diversity in the Cr\(VI\) reducing biocathode of a Microbial Fuel Cell with salt bridge - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.arabmb.2019.05.001)

RODRÍGUEZ, A. (2019). Tecnología del Hidrogeno y pilas de combustible. España. Editorial ELEARNING S.L. ISBN: 978-84- 17814-94-6. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/92512/fichero/TFG-2512+RODR%C3%8DGUEZ+BALBOA.pdf>

ROJAS, J. y ANGELATS, M. (2018). Influencia de la disminución de lodo para la obtención de voltaje a partir de Celdas de Combustible Microbiana de bajo costo. Revista ECIPeru. Disponible en: <https://revistaeciperu.com/wp-content/uploads/2018/12/20180014-1.pdf>

SAMATHA, S. SURESH, S. (2020). A novel microbial fuel cell technology for energy generation and comparison of power densities for different electrodes using nanotechnology. Revista Rasayan. Disponible en: https://rasayanjournal.co.in/admin/php/upload/919_pdf.pdf

SÁNCHEZ, R. CASTAÑON, L. GIL, M. TOLEDANO, J. (2017). Proyecto de instalaciones de redes de abastecimiento y distribución de agua y saneamiento [en línea]. Ediciones Paraninfo, S.A. España. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=oHs2DwAAQBAJ&pg=PA83&dq=aguas+negras&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwji2fe3sZvsAhViD7kGHTSNA_QQ6AEwBHoEC_AUQAq#v=onepage&q=aguas%20negras&f=false
ISBN: 9788428396578.

SANTAMARÍA, A. (2020). Producción de energía a partir de aguas residuales industriales Universidad de Alcalá. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10017/44119>

SEDAPAL. (2018). Memoria anual 2018. Lima, Perú. Disponible en: [memoria-anual-2018.pdf \(sedapal.com.pe\)](memoria-anual-2018.pdf (sedapal.com.pe))

SENAMHI. (2016). Vulnerabilidad Climática De Los Recursos Hídricos En Las Cuencas De Los Ríos Chillón, Rímac, Lurín Y Parte Alta Del Mantaro / Resumen Ejecutivo, Ediciones SENAMH. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-38.pdf>

SHAH, S. VENKATRAMANAN, V. Y PRASAD, R. (2019). Microbial fuel cell: Sustainable green technology for bioelectricity generation and wastewater treatment. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2772-8_10

SHAOHUA, C. WENLIANG, C. XIUFANG, W. YI, D. DONGLIN, Z. KIAQUAN, W. (2020). Treating simulated nitrate pollution groundwater with different pH by microbial fuel cell. Revista Original Research. Disponible en: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=e6f63f66-3c5f-4dcf-89e5-66bd6767bd13%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9bmwmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d>

SNEIDEMAN, J. Y TWAMLEY, E. (2016). Renewable Energy: Discover the fuel of the future with 20 projects. Editorial Nomad Press.. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=p2kgDAAAQBAJ&pg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 1619303582

THENMOZHI, G. SREELATHA, J. Y GOBINAATH, S. (2020). Analysis of double chambered single and cascaded microbial fuel cells: Characterisation study based on the enrichment of fuel. Editorial J. Intelligent Enterprise, Vol. 7, Disponible en: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=104649>

Universidad César Vallejo. (2020). Resolución de consejo universitario N° 0262-2020/UCV. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>

VALENZUELA, J. Y FLORES, M. (2018). Fundamento de Investigación Educativa [en línea]. Volumen 1. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=7WxIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
30ISBN: 6075012826.

WANG Zhe. (2020). Clean energy fuels economic transformation and development. Revista China Today. Disponible en: http://www.chinatoday.com.cn/ctenglish/2018/ln/202008/t20200827_800218865.html

WANG. (2020). Generation of electrical energy from microbial fuel cells of sediments with graphite rod matrix anode. Revista Environ. Disponible en: <http://eeer.org/upload/eeer-2018-361.pdf>

YOSHIDA, N. MIYATA, Y. Y LIDA, K. (2019). Current recovery from sewage wastewater using electrochemically oxidized graphite felt. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/c9ra07671a>

ANEXO

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

Matriz de Operacionalización de variables

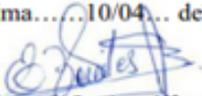
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD/ESCALA
<i>Variable independiente</i> Bioceldas en aguas residuales domésticas	Biocelda "Dispositivo bio-electroquímico capaz de realizar la conversión espontánea o única de la biomasa en electricidad, este proceso se realiza basándose en la actividad metabólica de los microorganismo [...] en especial las bacterias, para degradar u oxidar la materia orgánica e inorgánica" (Bermúdez y Bernal 2018). Agua residual se define "Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone a ella [...] son aquellos líquidos procedentes de las actividades desarrolladas por el ser humano". (López del pino et ad. 2017). De los conceptos definidos de la Biocelda en aguas residuales viene a ser un dispositivo electroquímico que se alimenta de los microorganismos y bacterias que se encuentra en los efluentes residuales oxidando la materia orgánica e inorgánica.	La biocelda en aguas domesticas se determinó a cabo del estudio de los parámetros físico-químicos y biológicos, empleado al tipo y estructura de la biocelda.	Parámetros físicos	pH	0 - 14
				DQO	COD as mg O2/L
			Parámetros químicos	Conductividad	μS/cm
				Sólidos Totales Disueltos	mg Solidos Disueltos Totales/L
				Turbidez	NTU
			Parámetros Biológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL
				Escherichia Coli	NMP/100 mL
Tipo (características)	-Celdas tipo H	Discreta			
Estructura (tamaño dimensión)	-Cámara o celda -Membrana -Electrodo				
<i>Variable dependiente</i> ENERGÍAS LIMPIAS	Energías limpias, también conocidas como energía renovable que "aprovecha los caudales naturales de energía del planeta, constituye una fuente inagotable de flujo energético, renovándose constantemente". (Acuña Zepeda et ad. 2020)	La energía limpia se midió por el voltaje y la eficiencia de uso.	Corriente Eléctrica	- voltaje	Voltios (v)
				-Corriente	Amperios (A)
				-Potencia eléctrica	Ohmio (Ω)
			Eficiencia eléctrica	- Resistencia	Vatios (W)

ANEXO 2: FICHA DEL PUNTO DE MUESTREO DE AGUA

FICHA DE ANALISIS DE LA MUESTRA DE AGUA

Responsable			
Fecha		Hora	
Vol. De muestra para análisis		Tipo	
Parámetros			
	Laboratorio	Resultados	Unidades
Fisico-quimico	Turbidez (NTU)		
	Conductividad (µS/cm)		
	DQO		
	pH		
	Sólidos totales Disueltos		
Biológicos	Coliformes totales		
	Escherichia coli		


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....71998


 LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111111

ANEXO 3: FICHA DE ANALISIS DE LA MUESTRA DE AGUA

FICHA DEL PUNTO DE MUESTREO DE AGUA

Responsable			
Nombre del cuerpo de agua			
Tipo de cuerpo de agua			
Ubicación			
DISTRITO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	
Coordenadas (UTM, WGS84)	N	E	m.s.n.m
Datos			
Punto de muestreo		Volumen de la muestra	
Tipo de muestra			
Fecha		Hora	



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....



LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111111

ANEXO 4: FICHA DE DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE BIOCELDA

FICHA DE DISEÑO Y CONTRUCCION DE LA BIOCELDA

Responsable			
Fecha inicio		Hora	
Fecha de término		Hora	
Material de la celda			
Materiales para el ánodo		materiales catado	
Solución anódica		Solución catódica	
Voltímetro		Membrana	
Dimensiones de la celda			


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....


 LUIS FERMIR
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111011

ANEXO 5: FICHA DEL MONITOREO DE LA BIOCELDA CON LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

FICHA DEL MONITOREO DE LA BIOCELDA CON LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

VOLTAJE (V)

Responsable															
Días de monitoreo															
Volumen total de celda															
N°	Electrodo	HORAS													
muestra		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	MAX	MIN	
		VOLTAJE (V)													
Cobre/grafito	M1														
	M2														
	M3														
	M4														
	M5														


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 CIP. 71998

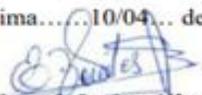

 LUIS FERMIR
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111911

FICHA DEL MONITOREO DE LA BIOCELDA CON LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

Intensidad de corriente (A)

Responsable															
Días de monitoreo															
Volumen total de celda															
N°	Electrodo	HORAS													
muestra		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	MAX	MIN	
		AMPERIO (A)													
Cobre/grafito	M1														
	M2														
	M3														
	M4														
	M5														


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 CIP. 71998


 LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111111

FICHA DEL MONITOREO DE LA BIOCELDA CON LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

Resistencia (Ω)

Responsable															
Días de monitoreo															
Volumen total de celda															
N°	Electrodo	HORAS													
muestra		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	MAX	MIN	
		OHNMIO (Ω)													
Cobre/grafito	M1														
	M2														
	M3														
	M4														
	M5														



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Lima.....10/04... del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....



LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111211

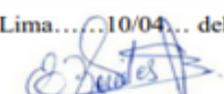
FICHA DEL MONITOREO DE LA BIOCELDA CON LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

Potencia eléctrica (W)

Responsable															
Días de monitoreo															
Volumen total de celda															
N°	Electrodo	HORAS													
muestra		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	MAX	MIN	
		WATTS (W)													
Cobre/grafito	M1														
	M2														
	M3														
	M4														
	M5														

Lima.....10/04... del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 71998


 LUIS FERMIR
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711

ANEXO 6: RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA

Energía limpia mediante bioceldas en aguas residuales



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4378

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-15722
CÓDIGO DEL CLIENTE:				A-001
COORDENADAS:				E:0293916
UTM WGS 84:				N:8644794
PRODUCTO:				Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Superficial (Río)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				I-OPE-1.4
FECHA y HORA DE MUESTREO :				02-05-2021 17:52
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	3 300,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	510,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O ₂ /L	2	5	18
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	790,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,06
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	306
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	5,80

¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

²) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4660
IV. RESULTADOS

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-16651	M-21-16652			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	A-002 Río Lurin	CO-001 BIOCELDA			
COORDENADAS:	E:0294192	NO APLICA			
UTM WGS 84:	N:8645566	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Superficial (Río)	Superficial (Río)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	09-05-2021 20:00	09-05-2021 20:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	7 900,0	1 700,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	1 410,00	593,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2,0	5,0	643,4	79,2
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	7 900,0	1 700,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,48	7,41
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	872	355
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	22,50	2,15

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4906
IV. RESULTADOS

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-17460	M-21-17461			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	BIOCELDA GRAFITO GA-001	RIO LURIN A-003			
COORDENADAS:	NO APLICA	E:0294142			
UTM WGS 84:	NO APLICA	N:8645566			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Superficial (Rio)	Superficial (Rio)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	16-05-2021 18:30	16-05-2021 19:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	330 000,0	1 700,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	8 020,00	1 496,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O2/L)	2,0	5,0	350,5	87,9
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	170 000,0	790,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,57	7,80
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	4 854	868
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	11,00	20,00

(¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(²) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5208

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-18650	M-21-18651			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	A-004 RÍO LURÍN	BIOCELDA CO-002			
COORDENADAS:	E:0294193.52	NO APLICA			
UTM WGS 84:	N:86455571.384	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Superficial (Río)	BIOCELDA			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	23-05-2021 17:06	23-05-2021 17:06			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	230 000 000,0	330 000,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	1 771,00	15 500,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O ₂ /L)	2,0	5,0	110,5	160,5
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	1 100,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,09	6,69
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	1 070	9 325
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	32,00	152,00

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5446
IV. RESULTADOS

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-19398		M-21-19399		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	BIOCELDA GRAFITO GA-002		RIO LURIN A-005		
COORDENADAS:	NO APLICA		E:0294193.52		
UTM WGS 84:	NO APLICA		N:8645571		
PRODUCTO:	Agua Natural		Agua Natural		
SUB PRODUCTO:	Superficial (Rio)		Superficial (Rio)		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	30-05-2021 18:30		30-05-2021 18:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	4 900,0	130 000,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	1 898,00	1 425,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O2/L)	2,0	5,0	33,7	19,2
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	220,0	79 000,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,73	7,44
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	1 135	846
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	149,00	18,00

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, *c*=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Limite de detección del método, *c*=" Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5951
IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-21028
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BIOCELDA CO-003
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Superficial (Rio)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				06-06-2021 18:57
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	490 000,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	1 988,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O2/L)	2,0	5,0	107,0
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	130 000,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,79
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	1 198
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	102,00

(¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(²) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

ANEXO: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del punto de la muestra de agua (Anexo N°02)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima.....10/04... del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 71998
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alvaro Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de la muestra de agua (Anexo N°03)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima.....10/04... del 2021

Dr. Elmer G. Benites Alvaro

FIRMA DEL EXPERTO FORMANTE

CIP.....

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de diseño y construcción de la biocelda (Anexo N°04)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bemal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima.....10/04... del 2021

Elmer G. Benites Alfaro

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No..... Telf.:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del monitoreo de la biocelda con la muestra de agua residual (Anexo N°5)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima.....10/04..... del 2021



FIRMA DE ENTREGA Y ACEPTACIÓN

CIP.....71998.....

DNI No..... Telf.:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: LUIS HOLGUIN ARANDA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del punto de la muestra de agua (Anexo N°02)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima...29 de junio del 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 11114...**

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....111614....
 DNI No...41259267.... Telf.:956749548

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: LUIS HOLGUIN ARANDA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de la muestra de agua (Anexo N°03)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima...29 de junio del 2021


**LUIS FERMIR
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111614**

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....111614....
 DNI No...41259267.... Telf.:956749548

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: LUIS HOLGUIN ARANDA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de diseño y construcción de la biocelda (Anexo N°04)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima...29 de junio del 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111614**

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....111614....
 DNI No...41259267.... Telf.:956749548

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: LUIS HOLGUIN ARANDA
 9.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 9.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del monitoreo de la biocelda con la muestra de agua residual (Anexo N° 5)
 9.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taípe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima...29 de junio del 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 1111411**

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....111614...
 DNI No...41259267.... Telf.:956749548

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del punto de la muestra de agua (Anexo N°02)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima..... del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:
- 1.2. Cargo e institución donde labora:
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de la muestra de agua (Anexo N°03)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taípe Nelson Jesús y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima..... del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No..... Telf:.....

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:
- 1.2. Cargo e institución donde labora:
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de diseño y construcción de la biocela (Anexo N°04)
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima..... del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres:
- 5.2. Cargo e institución donde labora:
- 5.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del monitoreo de la biocelda con la muestra de agua residual (Anexo N°5)
- 5.5. Autor(A) de Instrumento: Huauya Taipe Nelson Jesus y Bernal Avila Roling kelvin

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima..... del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....DNI No..... Telf:.....