



Implementación de una electroliner de baja potencia mediante paneles solares

Implementation of a low power electroliner using solar panels

Implementação de uma eletrolinha de baixa potência por meio de painéis solares

Fernando Arbito Chica

p.arbito@alquimia.edu.ec



Francisco Torres Moscoso

f.torres@alquimia.edu.ec



Instituto Superior Tecnológico Alquimia. Cuenca, Ecuador

Recibido: 25 de noviembre 2024 | Arbitraje: 30 de diciembre 2024 | Publicado: 27 de enero 2025

RESUMEN

La generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico que aprovecha la radiación solar es posible abastecer de electricidad a medios de transporte eléctricos. El objetivo es diseñar una electroliner de baja potencia que utilice energía solar para proporcionar servicios a estudiantes que utilizan vehículos eléctricos. El enfoque es cuantitativo, se clasifica como proyectiva. El diseño es no experimental. La recolección de información se realizó mediante técnicas de análisis documental sobre rendimiento energético de las electrolineras existentes. La población está compuesta por diferentes modelos y tipos de vehículos eléctricos. Los hallazgos muestran que, aunque la electroliner representa una solución sostenible al fomentar el uso de energías limpias, también tiene un impacto ambiental asociado a lo largo de su ciclo de vida, desde la fabricación de componentes hasta su eventual reciclaje. Se concluye que el estudio resalta la importancia de adoptar soluciones innovadoras como las electrolineras solares para promover un futuro más sostenible en el transporte.

Palabras clave:

Electrolinera;
Implementación; Paneles;
Solares; Vehículos

ABSTRACT

The generation of electrical energy through a photovoltaic system that takes advantage of solar radiation is possible to supply electricity to electrical transport means. The objective is to design a low-power electroliner that uses solar energy to provide services to students who use electric vehicles. The quantitative approach is classified as proactive. The design is not experimental. The collection of information was carried out using documentary analysis techniques on the energy performance of existing electric lines. The population is made up of different models and types of electric vehicles. The hallazgos demonstrate that, although the electroliner represents a sustainable solution to promote the use of clean energy, it also has an environmental impact associated throughout its life cycle, from the manufacture of components to their eventual recycling. It is concluded that the study highlights the importance of adopting innovative solutions such as solar electrolines to promote a more sustainable future in transportation.

Keywords:

Electrolinera;
Implementation; Panels;
Solar; Vehicles

RESUMO

A geração de energia elétrica por meio de um sistema fotovoltaico que aproveita a radiação solar é possível abastecer a eletricidade dos meios de transporte elétricos. O objetivo é projetar uma linha elétrica de baixa potência que utilize energia solar para fornecer serviços a estudantes que utilizam veículos elétricos. A abordagem é quantitativa, classificada como projetiva. O projeto não é experimental. A coleta de informações foi realizada por meio de técnicas de análise documental sobre o aproveitamento energético das eletrolinhas existentes. A população é composta por diferentes modelos e tipos de veículos elétricos. Os hallazgos mostram que, embora a eletrolínea represente uma solução sustentável para fomentar o uso de energias limpas, também há um impacto ambiental associado ao longo de seu ciclo de vida, desde a fabricação de componentes até sua eventual reciclagem. Conclui-se que o estudo realça a importância de adotar soluções inovadoras como as eletrolíneas solares para promover um futuro mais sustentável no transporte.

Palavras-chave:

Eletrolínea;
 Implementação; Painéis;
 Solares; Veículos

INTRODUCCIÓN

La energía necesaria para el transporte terrestre en el mundo es de 27 900 TWh y corresponde al 81% de la producción mundial. Este sector tiene una demanda del 60% de la producción de petróleo mundial, que para el año 2023 fue de aproximadamente 100 millones de barriles por día. Se estima que para el año 2030 esta demanda alcanzará el 75% (Atabani et al., 2011). Las emisiones de CO₂ equivalente, generadas por el transporte a nivel mundial en el año 1971, fueron de 2,500 MtCO₂ y para el año 2023 en 8,000 MtCO₂, lo que representó un aumento del 220% en 52 años. Las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía aumentaron un 6 % en 2021, hasta alcanzar los 36 300 millones de toneladas, repuntaron el nivel más alto de la historia. (Organización de Naciones Unidas, 2022)

Los países de Norte América son los que mayores emisiones generaron para el año 2023, con aproximadamente 2 300 MtCO₂; seguidos de Europa, con 1 700 MtCO₂; el Este de Asia, con 900 MtCO₂ y América Latina, con 800 MtCO₂. China se considera individualmente, como uno de los países de mayor emisión para el año 2023, alcanzó 600 MtCO₂ (Expansión, 2023). Los vehículos de transporte de pasajeros a nivel mundial en el año 2000 emitieron 2 500 MtCO₂, y para el año 2020 ya han emitido 3 600 MtCO₂, provocando un aumento del 44% de emisiones en 20 años y para el transporte de carga para el año 2000 emitieron 1 800 MtCO₂, y para el año 2020 emitieron 2 400 MtCO₂ evidenciando un aumento del 33%. (Fatih, et al., 2020)

Asimismo, en el año 2020 se emitieron a nivel global un total de 34.221 millones de toneladas de CO₂ eq.4, según datos de la Agencia Internacional de la Energía, lo que supuso un crecimiento del +59,8 % respecto a las emisiones de 1990. Este importante aumento no se ha producido de manera lineal, sino que varía en función del periodo analizado, observándose en los últimos años una ralentización en la tendencia al alza de las emisiones. En particular, mientras que entre 2015 y 2019 el crecimiento interanual se situó en el +0,8 %, durante la primera década del siglo XXI la tasa de crecimiento interanual fue del +2,9 %. (Gobierno de España, 2023)

De esta manera, la tendencia para la utilización de vehículos eléctricos se genera principalmente para disminuir el consumo de energía y los países a nivel mundial presentan como políticas de Estado incentivos para la utilización de vehículos eléctricos, dichos incentivos son disminución de aranceles e impuestos para la compra de estos, disminución o gratuidad en las tarifas de parqueo.

El proceso de desarrollo de una nueva tecnología como el vehículo eléctrico no está exento de tener un impacto medioambiental en todo su ciclo de vida, desde la construcción de los distintos componentes, su uso como medio de transporte, hasta la fase última de destrucción y reciclaje. (Frías y De Miguel, 2019)

Sobre el tema Ariza, et al., (2024) realizaron una investigación para el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre el transporte de bajas emisiones. El estudio fijó su atención al sector transporte siendo uno de los

principales responsables de las emisiones GEI a nivel global, lo que lo convierte en un área de oportunidad que ofrezcan soluciones más claras y de alto impacto para alcanzar los objetivos propuestos en las NDC. En América Latina y el Caribe (ALC), el sector transporte es también el principal generador de CO₂ por combustión con un 37,7% del total, seguido en importancia por el sector industrial con un 28,2% y el sector residencial con un 13,6%.

Por lo expuesto, este estudio sugiere la implementación de electrolineras que permitan cargar los vehículos y generar mayor autonomía en la movilidad. Puesto que, existen electrolineras de carga normal y carga rápida con la finalidad de que los usuarios seleccionen la forma de carga, existiendo en algunos países la oferta de una carga gratuita por una hora y el resto de carga se cobra mediante pago con tarjeta de crédito.

En referencia a las electrolineras, son estaciones de carga para vehículos eléctricos, donde los propietarios pueden recargar las baterías de sus autos eléctricos. Estas estaciones pueden ser de diferentes tipos, desde las domésticas que se instalan en hogares particulares hasta las públicas ubicadas en lugares estratégicos como estacionamientos, centros comerciales o áreas urbanas.

Cabe mencionar además que, los beneficios de las electrolineras son diversos y se extienden a diferentes aspectos:

Reducción de emisiones: Al promover el uso de vehículos eléctricos, las electrolineras contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes nocivos para la salud y el medio ambiente.

Menores costos operativos: Los vehículos eléctricos suelen ser más eficientes en cuanto al consumo de energía en comparación con los vehículos de combustión interna. Además, el costo de la electricidad es generalmente más bajo que el de la gasolina o el diésel, lo que puede traducirse en menores costos de operación para los propietarios de vehículos eléctricos.

Menor dependencia de los combustibles fósiles: Al utilizar electricidad como fuente de energía, los

vehículos eléctricos reducen la dependencia de los combustibles fósiles, lo que puede contribuir a la seguridad energética y a la diversificación de las fuentes de energía.

Promoción de la movilidad sostenible: Las electrolineras son una parte importante de la infraestructura necesaria para fomentar la adopción de vehículos eléctricos y promover una forma de transporte más sostenible.

Innovación tecnológica: El desarrollo de electrolineras y la infraestructura relacionada impulsan la innovación en tecnologías de carga rápida, almacenamiento de energía y gestión inteligente de la red eléctrica, lo que puede tener beneficios adicionales para la sociedad en términos de eficiencia energética y desarrollo tecnológico.

Estímulo a la economía: La creación y expansión de la red de electrolineras puede estimular la economía al crear empleos en sectores relacionados con la energía limpia y la movilidad eléctrica, así como al fomentar la inversión en infraestructura y tecnologías relacionadas.

En resumen, las electrolineras desempeñan un papel fundamental en la transición hacia una movilidad más sostenible y limpia, ofreciendo una serie de beneficios que van desde la reducción de emisiones y costos operativos hasta la promoción de la innovación tecnológica y el estímulo económico. Ahora bien, la introducción de un elevado número de vehículos eléctricos, correspondiente a previsiones de largo plazo, podría requerir de numerosos refuerzos en la red de distribución para permitir su recarga. Por lo tanto, la adopción de una estrategia de gestión temporal de la recarga podría minimizar los refuerzos necesarios. (Ceballos et al., 2016)

Atendiendo lo anterior, el funcionamiento de las electrolineras, o estaciones de carga para vehículos eléctricos, es relativamente sencillo y sigue un proceso básico:

Conexión eléctrica: Las electrolineras están conectadas a la red eléctrica o pueden contar con sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, para suministrar electricidad a los vehículos.

Identificación y selección: El usuario del vehículo eléctrico suele identificarse a través de una tarjeta de Radio Frequency identification o identificación por radio frecuencia (RFID), una aplicación móvil o mediante un pago directo en la electrolinera. Luego, selecciona el tipo de conexión que necesita (normal, rápida o ultrarrápida) según la capacidad de carga de su vehículo.

Conexión al vehículo: Una vez seleccionada la opción de carga adecuada, el usuario conecta el cable de carga del vehículo a la toma correspondiente en la electrolinera.

Inicio de carga: Dependiendo del tipo de conexión y del estado de carga del vehículo, se inicia el proceso de carga. Algunas electrolineras requieren que el usuario inicie la carga a través de un botón o una interfaz en la propia estación.

Supervisión y finalización: Durante el proceso de carga, tanto el usuario como la electrolinera pueden supervisar el progreso y el estado de carga. Una vez que la batería del vehículo alcanza el nivel deseado o el usuario decide finalizar la carga, se detiene el suministro eléctrico y se desconecta el cable del vehículo.

Facturación y finalización: En muchos casos, el usuario recibe una factura por la energía consumida durante la carga, la cual puede ser calculada según la cantidad de energía suministrada o a través de una tarifa plana. Después de la finalización de la carga, se libera el espacio para que otros usuarios puedan utilizar la electrolinera.

Es importante destacar que, el tiempo de carga puede variar significativamente según el tipo de electrolinera y la capacidad de carga del vehículo. Las electrolineras de carga rápida y ultrarrápida pueden proporcionar una carga significativa en un corto período de tiempo, mientras que las de carga normal pueden requerir más tiempo para cargar completamente la batería del vehículo.

Sobre esto, Casa y Rodríguez (2023) afirman que, el promedio para los tiempos de carga de las baterías de 100Ah es estimado de 12 a 13 horas, mientras que para las baterías de 12Ah es de 1.5 a 2.2 horas, esto asegura que el prototipo estaría siendo un cargador de tipo semi rápido para potencias de vehículos de hasta 800 W.

En otro punto, según los indicadores de rentabilidad deducidos, Huayta (2024) afirma que los valores obtenidos superaron las expectativas, lo que sugiere un análisis positivo para la viabilidad del proyecto. El Valor Actual Neto (VAN), que se basa en el flujo de caja efectivo, determina que, si la VAN es mayor que cero, el proyecto de la estación eléctrica es aceptable, considerando su tiempo de vida estimado de 10 años. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR), que representa la tasa de rendimiento esperada de una inversión, alcanza un 62%, lo que indica una alta viabilidad del proyecto, ya que permite reinvertir los flujos de caja generados y, por ende, genera rentabilidad monetaria. Esto significa que la electrolinera es factible para su uso comercial y puede ser mejorada con el tiempo para satisfacer la creciente necesidad de recarga de vehículos eléctricos ligeros en la región.

Asimismo, para aumentar los beneficios de estas nuevas tecnologías, también se ha optado por el uso de métodos de generación eléctrica utilizando sistemas de energía renovable para alimentar las electrolineras. Entre estos, el más popular son los sistemas fotovoltaicos.

En este sentido, el Atlas Solar del Ecuador (CONELEC, 2008) indica que: La producción de energía eléctrica a partir del Sol está basada en el fenómeno físico del efecto fotovoltaico, que a partir de la insolación a un sistema produce energía eléctrica que puede ser aprovechada por el hombre.

Se debe decir también que, dado que los paneles solares no almacenan energía por sí mismos, y los valores de voltaje/corriente no pueden ser aprovechados de manera directa por la mayoría de los dispositivos eléctricos y electrónicos, los sistemas fotovoltaicos necesitan de componentes adicionales como: baterías, regulador de carga e inversor de corriente; teniendo que el costo de estos componentes aumenta con respecto a la cantidad de carga (voltaje/corriente) que estos puedan manejar.

A esto se debe sumar que, de sub dimensionarse el sistema, este no sería capaz de generar la energía necesaria para suplir con energía eléctrica a las cargas. Por estas razones, el dimensionamiento del sistema fotovoltaico es fundamental, de manera que

este cumpla con un correcto funcionamiento manteniendo un costo asequible.

Teniendo en cuenta lo anterior expuesto, se ha considerado el objetivo de diseñar de una electrolinera de baja potencia alimentada con energía solar toma principal relevancia dada la creciente demanda de vehículos de micro movilidad eléctrica en nuestro medio, entre los que se consideran los scooters (monopatines), bicicletas, motonetas y motos eléctricas.

MÉTODO

El diseño de una electrolinera de baja potencia alimentada por energía solar implica una metodología estructurada que garantice la coherencia epistémica, teórica y metodológica del estudio. Para ello, el objetivo es desarrollar un sistema de carga eficiente que satisfaga la creciente demanda de vehículos eléctricos ligeros en la región. Para ello, se adopta un enfoque cuantitativo, que permite la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con el rendimiento y la viabilidad económica de la electrolinera.

La investigación es de paradigma positivista, enfoque cuantitativo, se clasifica como proyectiva, dado que busca no solo describir, sino también prever el impacto de la implementación de la electrolinera en el contexto actual y futuro del transporte eléctrico. El diseño es no experimental, lo que significa que se observarán los fenómenos en su entorno natural sin manipulación de variables. La población del estudio está compuesta por diferentes modelos y tipos de vehículos eléctricos, con una muestra representativa de 9 unidades, incluyendo scooters (monopatines), bicicletas, motonetas y motos eléctricas. La selección de esta muestra permite capturar la heterogeneidad del uso y las necesidades de recarga en la comunidad. Para la recolección de datos, se emplearán técnicas como análisis documentales sobre el rendimiento energético de las electrolineras existentes.

Esta metodología es justificada por su capacidad para generar información relevante sobre el comportamiento real de los usuarios y las condiciones operativas de las electrolineras, lo que puede contribuir a mejorar su diseño y

funcionamiento. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones inherentes a esta metodología. La variabilidad en los hábitos de uso de los vehículos eléctricos puede influir en los resultados obtenidos, así como la posible falta de representatividad si la muestra no abarca adecuadamente todas las categorías de usuarios. A pesar de estas limitaciones, se espera que los hallazgos proporcionen una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en el ámbito de la movilidad eléctrica sostenible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos en el diseño y la implementación de la electrolinera de baja potencia alimentada por energía solar. A lo largo del proceso, se han considerado diversas variables y parámetros técnicos que garantizan la funcionalidad y eficiencia del sistema. Para el diseño de la electrolinera se tomaron las siguientes consideraciones:

Se dispondrá de dos tomas de carga para vehículos de micro movilidad.

Los vehículos no deberán estar conectados a las tomas de la electrolinera por tiempos prolongados. Para la carga de los vehículos se deberá utilizar los cargadores proporcionados por el fabricante (110v-120v alterna con enchufe estándar).

Las tomas de carga brindarán un voltaje alterno de 115v.

La energía será suministrada por un sistema fotovoltaico independiente de la red eléctrica.

Para que la electrolinera cumpla su propósito el sistema fotovoltaico debe ser capaz de entregar la potencia requerida por los cargadores durante la carga. Este dato se obtuvo de manera experimental tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Dado que los cargadores de los vehículos tienen valores de potencia estandarizado, se consideró que la heterogeneidad de la muestra (modelos y tipos diferentes) es más relevante que el tamaño de la misma.

Por consideraciones de diseño los cargadores no van a estar conectados de manera prolongada a la electrolinera, por lo que la posibilidad que estos

funcionen en vacío (se encuentren energizados, pero no cargando el vehículo) se reduce drásticamente, razón por la cual no se realizaron medidas del consumo para este caso.

El valor de potencia consumida durante la carga se calculó con el valor medido del voltaje de la red eléctrica disponible en el lugar que se realizó la carga, multiplicado por el valor de la corriente

Adicionalmente, con el fin de mostrar la heterogeneidad de la muestra, se incluyeron las características más importantes de los vehículos en que se realizaron las mediciones, Tabla 1.

Tabla 1. Consumo de potencia de la red eléctrica durante la carga en vehículos de micro movilidad

Vehículo	Potencia del Motor (W)	Batería		Carga (%)	Compuesto	Voltaje red eléctrica (v)	Corriente de carga (A)	Potencia de carga (W)
		Voltaje (v)	Capacidad (Ah)					
Scooter	350	36	6,5	100	Litio	125	0,20	25,00
Scooter	350	36	10,0	65	Litio	122	1,04	126,88
Scooter	1100 x2	60	26,0	30	Litio	125	1,00	125,00
Scooter	1100 x2	60	26,0	30	Litio	125	2,00	250,00
Bicicleta	250	36	10,0	80	Litio	122	1,20	146,40
Motoneta	1000	72	20,0	95	Ácido	125	3,42	427,50
Motoneta	1500	72	20,0	70	Ácido	122	3,46	422,12
Moto	2000	72	32,0	70	Ácido	122	4,17	508,74
Moto	2000	72	32,0	70	Ácido	122	4,70	573,40

medida con un amperímetro conectado en serie al cargador.

Como se puede observar en la Tabla 1, la potencia máxima de consumo para todos los vehículos es inferior a los 600W, sin embargo, los vehículos más comunes utilizados se encuentran en el rango de 250W a 425W, por lo que se usó el valor de 300W para cada punto de carga de la electrolinera, dándonos un total de 600W para la potencia que deberá suministrar el sistema fotovoltaico.

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, en el que se incluye: el arreglo de paneles fotovoltaicos y del banco de baterías, así como las características del controlador de carga y del inversor; se utilizó el método expuesto en

Diseño de sistemas fotovoltaicos autónomos e interconectados a la red. A continuación, se muestra el proceso utilizado:

Determinación de la carga

Por las consideraciones de diseño expuestas anteriormente, el único tipo de carga que tendrá el sistema será de corriente alterna para los puntos de carga, Tabla 2.

Tabla 2. Determinación de la potencia acumulada y la energía consumida por las cargas de corriente alterna

Determinación de Cargas de Corriente Alterna					
Artefacto	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Acumulada (W)	Horas de uso (horas/día)	Energía (Wh/día)
Estación de carga	2	300	600	4	2400
		Potencia Total (W)	600	Carga Total Diaria (Wh/día)	2400

Donde:

$$Potencia\ acumulada = Cantidad \cdot Potencia$$

$$Potencia\ total = \sum Potencia\ acumulada$$

$$Energía = Potencia\ acumulada \cdot Horas\ de\ uso$$

Determinación de la eficiencia del sistema

Para la determinación de la eficiencia del sistema se procedió a multiplicar la eficiencia de los principales componentes individuales que

El valor de radiación solar corresponde al mínimo anual para la ciudad de Cuenca de acuerdo conformarán el sistema, entre los cuales están: cableado, unidad de control de carga, inversor y la batería. Los valores utilizados se muestran la tabla 3, a continuación:

Tabla 3. Determinación de la eficiencia total del sistema

Determinación de la Eficiencia del Sistema	
Componente	Eficiencia
Cableado	0,97
Unidad de control	0,95
Inversor	0,90
Batería	0,85
Eficiencia Sistema	0,70

Determinación de los módulos fotovoltaicos

Para la determinación del arreglo de módulos fotovoltaicos se realizaron las siguientes consideraciones:

al Atlas Solar del Ecuador. (CONELEC, 2008)

La tensión de corriente continua (CC) del sistema es el mismo que el voltaje nominal de las baterías.

La energía consumida se toma de las cargas de corriente alterna calculadas anteriormente.

La eficiencia se toma de lo calculado anteriormente.

El voltaje, corriente y potencia del módulo fotovoltaico viene dado de acuerdo a la hoja de datos del panel solar marca RESUN modelo RS71-

Los datos anteriores se muestran con fondo blanco, mientras que los datos calculados se muestran con fondo amarillo en la Tabla 4.

Tabla 4. Dimensionamiento del arreglo de módulos fotovoltaicos

Dimensionamiento de los Módulos Fotovoltaicos	
Radiación solar	3,75 kWh/m ²
Tensión CC del sistema	12 v
Energía consumida	2400 Wh/día
Eficiencia	0,70
Energía a generar	908 W
Voltaje del módulo fotovoltaico	41,5 v
Corriente del módulo fotovoltaico	10,85 A
Potencia del módulo fotovoltaico	450 W
Número total de módulos	2 #
Módulos en serie	1 #
Módulos en paralelo	2 #

Donde:

$$Energía\ a\ generar = \frac{Energía\ consumida}{Radiación\ solar \cdot Eficiencia\ del\ sistema}$$

$$Total\ de\ módulos = \frac{Energía\ a\ generar}{Potencia\ del\ módulo\ fotovoltaico}$$

$$Módulos\ en\ serie = \frac{Tensión\ CC\ del\ sistema}{Voltaje\ del\ módulo\ fotovoltaico}$$

$$Módulos\ en\ paralelo = \frac{Total\ de\ módulos}{Módulos\ en\ serie}$$

Dimensionamiento del banco de baterías

Para determinar el arreglo de baterías, se realizaron las siguientes consideraciones:

La eficiencia del sistema se tomó de lo calculado anteriormente.

La potencia de las cargas de corriente alterna se tomó de lo calculado anteriormente.

Para los días de autonomía se consideró las características climatológicas de la zona donde se construirá la electrolinera.

La tensión del sistema es el mismo que el voltaje nominal de las baterías.

Fi es una constante que debe valer 1,35.

La tensión nominal y la capacidad de carga de la batería viene dado de acuerdo a la hoja de datos de la batería marca CSBATTERY modelo HTB12-150 (ProViento, 2023), la misma que será utilizada en la electrolinera.

Tabla 5. Dimensionamiento del arreglo del banco de baterías

Dimensionamiento del Banco de Baterías	
Eficiencia del sistema	0,70
Potencia cargas corriente alterna	2400 W
Potencia cargas corriente alterna corregida	3404,51 W
Días de autonomía	1 días
Profundidad de descarga	0,6
Tensión CC del sistema	12 v
Fi	1,35
Capacidad del banco de baterías	350 Ah
Tensión nominal de la batería	12 v
Capacidad de la batería	150 Ah
Baterías en serie	1 #
Baterías en paralelo	2 #

Donde:

$$Pot. \text{ car gas de CA corregida} = Pot. \text{ car gas de CA} \cdot Eficiencia \text{ del sistema}$$

$$Cap. \text{ del banco de baterías} = \frac{Pot. \text{ car gas de CA} \cdot \text{Días de autonomía}}{Prof. \text{ de descar ga} \cdot Tensión \text{ CC del sistema} \cdot Fi}$$

$$Baterías \text{ en serie} = \frac{Tensión \text{ CC del sistema}}{Tensión \text{ nomi nal de la batería}}$$

$$Baterías \text{ en paralelo} = \frac{Cap. \text{ del banco de baterías}}{Cap. \text{ de la batería}}$$

Dimensionamiento del controlador de carga de la batería

Para el dimensionamiento del controlador de carga se tuvo en cuenta la corriente del panel fotovoltaico y la cantidad de paneles que se vayan a conectar en paralelo. Los valores se indican en la tabla 6:

Tabla 6. Dimensionamiento del controlador de carga del banco de baterías

Dimensionamiento del Controlador de Carga	
Corriente del módulo fotovoltaico	10,85 A
Módulos en paralelo	2 #
Corriente del controlador	27,13 A

Donde:

$$\text{Corriente del controlador} = 1,25 \cdot \text{Corriente del módulo} \cdot \text{Módulos en paralelo}$$

Dimensionamiento del inversor

Para el dimensionamiento del inversor se tuvo en cuenta la potencia de las cargas de corriente alterna multiplicado por un factor de seguridad de 1,20. El dimensionamiento del inversor muestra que la potencia total requerida por las cargas de corriente alterna en la electrolinera es de 600 W.

Para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema, se ha calculado que la potencia del inversor debe ser de 720 W, lo que se logra multiplicando la potencia de las cargas por un factor

de seguridad de 1.20. Este factor se aplica para asegurar que el inversor pueda manejar picos de demanda o variaciones en la carga, lo que contribuye a la estabilidad y fiabilidad del sistema eléctrico. Así, al seleccionar un inversor con esta capacidad, se maximiza la durabilidad y el rendimiento del sistema en su conjunto.

Realizados todos los pasos expuestos en el apartado anterior para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se tiene que los componentes del sistema deberán cumplir con lo expuesto en la Tabla 7,

Tabla 7. Características y observaciones de los componentes del sistema fotovoltaico

Componente	Cantidad	Características	Observaciones
Panel solar RESUN RS71-M	2	41,5 v 10,85 A 450 W	El arreglo de paneles solares se considera 1S2P (1 en serie por 2 en paralelo).
Batería de gel CSBATTERY HTB12-150	2	12 v 150 Ah	El arreglo de baterías deberá ser 1S2P (1 en serie por 2 en paralelo).
Controlador de carga del banco de baterías	1	27,13 A	Deberá proporcionar mínimo la corriente aquí expuesta.
Inversor CD-CA	1	720 W	Deberá proporcionar mínimo la potencia aquí expuesta.

Si bien para el diseño ya se han seleccionado los paneles y las baterías solares a utilizar, ya que sus características se necesitan como parte del diseño, el controlador de carga, el banco de baterías y el inversor CD-CA se tendrán que seleccionar de acuerdo a la tabla.

Discusión

En esta sección se encuentra la discusión de los resultados obtenidos en el diseño e implementación de la electrolinera de baja potencia alimentada por energía solar, de igual forma, y a su vez, se contrastan estos hallazgos con la literatura existente sobre el impacto medioambiental de las tecnologías de vehículos eléctricos.

De esta manera, entre los hallazgos se estableció que la electrolinera contará con dos tomas de carga para vehículos de micromovilidad, y se especificó que los vehículos no deben estar conectados por tiempos prolongados. Además, se determinó que la carga debe realizarse utilizando los cargadores proporcionados por los fabricantes, asegurando un voltaje alterno de 115 V suministrado por un sistema fotovoltaico independiente de la red eléctrica. Este enfoque es fundamental para garantizar que el sistema cumpla con su propósito y sea capaz de entregar la potencia requerida durante la carga.

Al considerar el contexto más amplio del ciclo de vida de los vehículos eléctricos, como lo señalan Frías y De Miguel (2019), es importante mencionar que, aunque la electrolinera representa una solución sostenible al fomentar el uso de energías limpias, también tiene un impacto ambiental asociado a lo largo de su ciclo de vida, desde la fabricación de componentes hasta su eventual reciclaje. Por ello, la implementación del sistema fotovoltaico debe ser evaluada no solo en términos de eficiencia energética y funcionalidad, sino también en relación con las implicaciones ambientales derivadas del uso y desecho de las tecnologías involucradas. Por lo tanto, es crucial que el diseño y operación de la electrolinera consideren estos aspectos para contribuir efectivamente a un futuro más sostenible.

CONCLUSIONES

Dado el impulso que está teniendo el uso de vehículos eléctricos, motivado por factores como el elevado valor de los combustibles convencionales, la concientización sobre los problemas derivados de la quema y combustión de derivados del petróleo, entre otros, hace necesario considerar las fuentes de generación de energía eléctrica con las cuales se vaya a realizar la carga de estos vehículos, ya que un vehículo eléctrico que se cargue con energía generada desde una central de carbón pierde todo su valor ambiental agregado.

En este sentido, las electrolineras solares emergen como una solución viable y fácil de implementar a corto plazo, permitiendo un uso eficiente de la energía solar para la carga de estos vehículos.

Así, en el presente artículo, se ha mostrado un método eficaz de cálculo para el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico orientado a este propósito, necesitándose la potencia de las cargas que se va a necesitar, la irradiación solar de la zona donde se vaya a instalar y el tipo de paneles solares y baterías a utilizarse.

En conclusión, el estudio resalta la importancia de adoptar soluciones innovadoras como las electrolineras solares para promover un futuro más sostenible en el transporte. Esta investigación no solo contribuye al conocimiento sobre el diseño y funcionamiento de sistemas fotovoltaicos para carga de vehículos eléctricos, sino que también refuerza la necesidad urgente de transformar nuestra matriz energética hacia fuentes más limpias y renovables. La coherencia epistémica del tema se mantiene al vincular los hallazgos con las realidades ambientales actuales y las oportunidades que ofrecen las energías renovables en la mitigación del cambio climático.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Atabani, E., Badruddin, A., Mekhilef, S., y Silitonga, S. (2011). *A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4586–4610.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.092>
- Ariza K., Moreno, J. y Yory, N. (2024) Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2024). Transporte de bajas emisiones para cumplir con el Acuerdo de París en América Latina y el Caribe Progreso y recomendaciones. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-12/transport_ndc_stocktake_lac_spanish-16122024.pdf
- Casa, A. y Rodríguez, A. (2023). *Diseño de un prototipo de electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos usando energía fotovoltaica*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10406/1/PI-002457.pdf>
- Ceballos, J., Caicedo, E., y Ospina, S. (2016). Una Propuesta Metodológica para Dimensionar el Impacto de los Vehículos Eléctricos sobre la Red Eléctrica. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.2.a03>
- Consejo Nacional de Electricidad. (2008). *Atlas solar del Ecuador. Con fines de generación eléctrica*.
- Expansión. Datos Macro (2023) China sube sus emisiones de CO2. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/china>
- Fatih, B., Sadamori, K., y Wordorsdorfer, M. (2020). *Transport Improving the sustainability of passenger and freight transport*. <https://www.iea.org/topics/transport>
- Frías, P. y De Miguel, C. (2019). Aspectos medioambientales del vehículo eléctrico. Comillas Universidad Pontificia. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/36741>
- Gobierno de España (2023) Descarbonización del transporte (julio 2023). https://otle.transportes.gob.es/monografico/descarbonizacion_transporte_julio_2023/2emisiones-actuales-y-futuras-de-la-actividad-del-transporte/22-emisiones-de-gei-del-transporte-
- Huayta, F. (2024). Propuesta de una estación de carga eléctrica o Electrolinera para vehículos eléctricos personales y redes Eléctricas de baja tensión y solares. Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstreams/c7bdbb46-3893-4aa6-ba7d-c575a68c3f70/download>
- Organización de Naciones Unidas (2022) Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia. <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>
- ProViento. (2023). *Batería solar de GEL vida útil prolongada 150Ah/12VDC*. <https://proviento.com.ec/baterias-solares/200-bateria-solar-de-gel-vida-util-prolongada-150ah12vdc.html>
- Regulación CONELEC (2008) No. CONELEC - 008/08. <https://www.elecgalapagos.com.ec/lotaip/2013/regulaciones-y-procedimientos/Ferum.pdf>
- Resun Solar. (2022). *RS7I-M 425-460M Datasheet*. <https://www.resunsolar.com/wp-content/uploads/2022/09/RS7I-M-425-460M-min.pdf>