



**NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO**

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Diseño de una red de estaciones de servicio para recarga de vehículos eléctricos (electrolineras) usando un sistema de energía fotovoltaica en los Llanos Orientales

Jairo Andrés Carmona Rivera, Aldair Sebastián Fernández Aragón, Alben Melo Vega

**Corporación Universitaria del Meta
Villavicencio, Colombia**

Resumen

En la actualidad, está ocurriendo un cambio en el tipo de energía que usan los vehículos, es por esto que la electrificación de los medios de transporte está aumentando a pasos gigantes y será una total realidad en muy poco tiempo.

Pero para conseguir esta transición de automóviles con combustibles fósiles a los automóviles eléctricos se requiere garantizar la recarga de los vehículos, entonces hay que implementar una red de puntos de Recarga eléctrica que sustituyan las actuales estaciones de gasolina (gasolineras), por eso, este punto de cargadores eléctricos es llamado Electrolinera.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la elaboración del diseño de una red de electrolineras fotovoltaicas a nivel de los llanos orientales, las cuales estarán distribuidas a largo de las vías nacionales, y zonas urbanas, ya que, a la exponencial demanda de vehículos eléctricos, se prevé la necesidad de mejorar la cobertura de estaciones eléctricas en esta región e incentivar de esta manera el uso de vehículos eléctricos. Y de poder aportar a la sociedad con este servicio, teniendo así una relación sociedad y ambiente, de esta manera generar un impacto positivo. Con este trabajo se busca presentar una alternativa a las estaciones convencionales a través del diseño de una estación autosostenible, y de tal manera se está realizando la respectiva investigación donde se conocerá la aplicación de los sistemas fotovoltaicos, la normatividad pertinente, consumo energético, la posible inyección hacia la red pública de energía de la estación y otras temáticas necesarias para abordar el diseño final.

Uno de los retos del automóvil eléctrico es su autonomía, la cual en la actualidad dependiendo según su modelo oscila entre los 180 y 230 km. Es considerable denotar que esta autonomía está aumentando con cada nuevo modelo de baterías, pero teniendo claro que para los desplazamientos de trayecto largo sean viables, es necesario contar que la recarga esté disponible y sea rápida, En la actualidad, se cuenta con cargadores ultrarrápidos, donde se consiguen tiempos estimados de recarga entre los 20 y 35 minutos. El objetivo de este proyecto de investigación es crear el diseño de una Primera electrolinera en un punto intermedio entre las ciudades de Villavicencio y Yopal para poder hacer posible el desplazamiento en automóvil eléctrico y así conectar ambas ciudades con este medio de movilidad, el diseño de la electrolinera estaría ubicada a 111 km de Villavicencio y a 132 km de Yopal lo que se podría considerar posible el viaje con las actuales autonomías de las baterías.

Además, esta electrolinera podrá suplir cualquier medio de transporte eléctrico ya sea bicicleta, moto, patineta y automóvil. También la electrolinera fotovoltaica será autosostenible es decir la estación se proveerá de energía eléctrica para la alimentación de la iluminación y diferentes circuitos que van a componer el diseño. Al final se realiza un estudio presupuestal y de retorno de inversión donde se podrá evidenciar el valor de inversión del alcance propuesto y cuánto tiempo tardará en ser rentable.

Palabras clave: electrolinera; fotovoltaica; recarga

Abstract

Currently, a change is taking place in the type of energy used by vehicles, which is why the electrification of means of transport is increasing by leaps and bounds and will be a complete reality in a very short time.

But to achieve this transition from cars with fossil fuels to electric cars, it is necessary to guarantee the recharging of the vehicles, so it is necessary to implement a network of electric Recharging points that replace the current gasoline stations (petrol stations), for this reason, this point of electric chargers is called charging station.

The purpose of this research project is to develop the design of a network of photovoltaic charging stations at the level of the eastern plains, which will be distributed along national roads and urban areas, since, due to the exponential demand for electric vehicles, the need to improve the coverage of power stations in this region and thus encourage the use of electric vehicles is anticipated. And in order to be able to contribute to society with this service, thus having a relationship between society and the environment, thus generating a positive impact. This work seeks to present an alternative to conventional stations through the design of a self-sustaining station, and in this way the respective investigation is being carried out where the application of photovoltaic systems, the relevant regulations, energy consumption, possible injection into the public power network of the station and other issues necessary to address the final design.



One of the challenges of the electric car is its autonomy, which currently, depending on its model, ranges between 180 and 230 km. It is important to note that this autonomy is increasing with each new battery model, but being clear that for long journeys they are viable, it is necessary to ensure that recharging is available and fast. Currently, there are ultra-fast chargers, where estimated re-charge times between 20 and 35 minutes are achieved. The objective of this research project is to create the design of a First charging station at an intermediate point between the cities of Villavicencio and Yopal in order to make it possible to travel by electric car and thus connect both cities with this means of mobility, the design of the electric station would be located 111 km from Villavicencio and 132 km from Yopal, which could be considered possible with the current autonomy of the batteries.

In addition, this charging station will be able to supply any means of electric transport, be it bicycle, motorcycle, skateboard and car. The photovoltaic charging station will also be self-sustaining, that is, the station will be supplied with electricity to power the lighting and different circuits that will make up the design. At the end, a budget and return on investment study is carried out where the investment value of the proposed scope can be evidenced and how long it will take to be profitable.

Keywords: *charging station; photovoltaic; recharge*

1. Introducción

La industria automotriz está cambiando, un vehículo movido por un motor de combustión en la actualidad se está mirando hacia un motor eléctrico, todo esto a las diferentes mitigaciones frente a la contaminación ambiental que se está viviendo a la actualidad, hoy en día se está viviendo un cambio energético, una necesidad que hace que la humanidad busque fuentes limpias de energía y dejar a un lado los combustibles fósiles que contaminan el planeta.

Las energías renovables están dando un paso al cambio energético, es necesario un cambio inmediato en la manera de producir y consumir energía eléctrica y la mejor forma de hacerlo es mediante la generación de energía eléctrica procedente de fuentes de energía renovables, y la integración de estas en la red eléctrica.

El diseño de la electrolinera va regido bajo las normas colombianas que nos rigen en el momento que son las normas IEC 61851-1, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, Artículo 20.7, la Norma Técnica Colombiana NTC 2050.

Los equipos de carga para vehículos eléctricos deben contar con el certificado de conformidad de producto con el RETIE (Numeral 20.7.1 del RETIE). De igual manera, la instalación de las estaciones de carga debe demostrar cumplimiento del RETIE.



2. Objetivos

2.1 Objetivo General

- Diseñar una electrolinera a base de un sistema fotovoltaico para recarga de vehículos eléctricos a lo largo de los llanos orientales.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar investigación del uso y aplicación de los sistemas fotovoltaicos en los llanos orientales.
- Analizar toda la normativa de electrolineras, proyección de consumo energético y venta de kw aportando a la red.
- Diseñar una electrolinera con paneles fotovoltaicos para el abastecimiento de 4 automóviles.
- Planificar una red de electrolineras en los llanos orientales, para la movilidad urbana y vías nacionales.

3. Marco Teórico

3.1 Tipos de paneles

Su función es captar la energía radiante solar y transformarla en energía eléctrica. Un panel solar compuesto por un número variable de células solares, entre 31 y 36, conectadas eléctricamente en serie, de número de células depende el voltaje de salida; el fabricante es el que decide el número mínimo para garantizar la carga efectiva del banco de baterías. La superficie del panel oscila entre 0.5 y 1.3 m², donde las células están ensambladas entre dos estratos, uno superior de cristal de silicio y otro inferior de material plástico. Estos dos productos se colocan en un horno de alta temperatura resultando un bloque único laminado, donde se añaden marcos que normalmente son de aluminio.

- Policristalino
- Monocristalino
- Monocristalino alta eficiencia
- Silicio amorfo
- Silicio amorfo semitransparente

3.2 La luz solar

El Sol es una fuente inagotable de energía. Gracias a las reacciones nucleares que en él se llevan a cabo, nuestro planeta recibe un flujo de energía muy grande. Este llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, con un espectro que abarca longitudes de onda, desde 0.2 mm hasta 2.6 mm; la que comúnmente se le llama luz solar. Es importante establecer que la luz solar que nuestros ojos observan, llamado el espectro del visible, solo abarca un intervalo muy pequeño del espectro de las ondas electromagnéticas, siendo su rango desde 0.4 mm hasta 0.7 mm. (6th Engineering, Science and Technology Conference, 2018)



3.3 Movilidad eléctrica

El incremento de los vehículos eléctricos significa que cada vez hay más centrales eléctricas dedicadas a estos vehículos. Son las llamadas estaciones de carga y son un elemento clave del desarrollo del transporte sostenible. Las electrolineras son estaciones de carga para vehículos eléctricos o híbridos enchufables. Igual que en una gasolinera convencional repostamos un coche con motor de combustión interna, en una electrolinera podemos recargar un coche eléctrico. Electrolinera no es un simple punto de recarga donde poder enchufar un coche eléctrico o híbrido enchufable, sino una instalación más completa con diferentes puntos de recarga y, cada vez más, otros servicios para amenizar la espera: Cafetería, zona de descanso, aseo, etc. Además, algunas estaciones de carga tienen varios adaptadores de enchufe de carga, junto con recomendaciones en el proceso.

Los vehículos eléctricos presentan una gama superior a los vehículos con motor de combustión interna en términos de eficiencia energética, como en el objetivo de cero emisiones de contaminantes locales, además de enorme potencial de integración con la energía renovable, produciendo muy bajas emisiones en análisis de ciclo de vida. Los vehículos eléctricos están llegando cada vez más a las calles de Colombia a medida que el mercado automotriz abastece estos vehículos. En los últimos años, los colombianos han preferido comprar automóviles eléctricos e híbridos para estar a la vanguardia de las nuevas tendencias y cambios ambientales que quieren lograr. Sin embargo, a la hora de comprar un vehículo eléctrico hay que decidir dónde cargar la batería. De acuerdo con la app “electromaps” en Colombia hay en total 183 puntos de carga y 420 conectores para los conductores que están en búsqueda de estos puntos que son clave para la movilidad. Siendo Bogotá la ciudad principal que cuenta con más sitios de carga, y teniendo presente que la ciudad de Villavicencio y el meta no cuenta con un punto de carga, y es aquí donde se quiere iniciar con las electrolineras acordes al sistema de carga, y complaciente con el cliente, ya que es importante y cabe resaltar los tipos de conectores que puede encontrar en las electrolineras de su ciudad, de igual manera no está demás revisar qué puntos hay en su ciudad y qué tan cerca está a su hogar o lugar de trabajo. En Colombia hay locaciones para los tipos de conectores: Type 2, Type 1 (SAE J1772), Schuko (EU Plug), NEMA 5-15 (US Plug) y chademo.



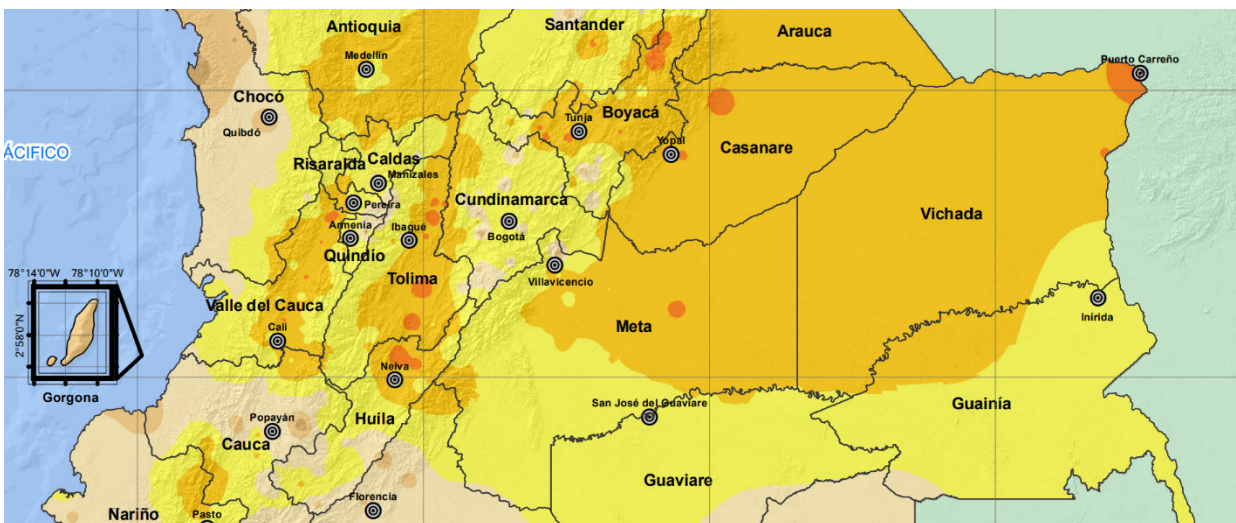
Gráfica 1. Conectores de recarga de vehículos.

3.3.1 Cifras importantes

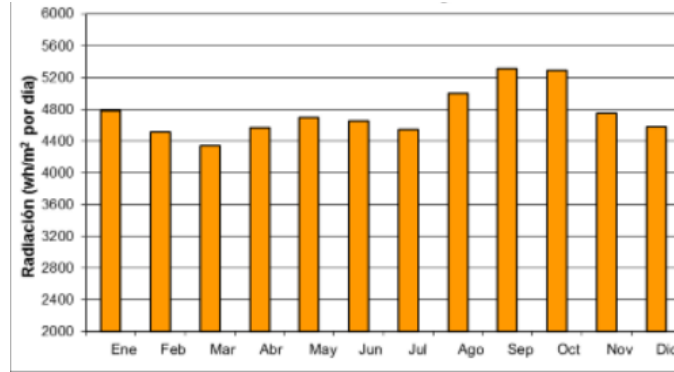
En 2021, América Latina registró 118.145 vehículos híbridos y eléctricos, un aumento del 107,1% respecto a los 57.078 registrados en 2020. El segmento de mayor crecimiento fue el de los híbridos enchufables (PHEV) y los híbridos no enchufables (HEV), que aumentaron un 110,1 %, mientras que los vehículos totalmente eléctricos (BEV) aumentaron un 57,3 %. Según cálculos de andemos basados en datos proporcionados por asociaciones nacionales de concesionarios de automóviles, existen 6.011 vehículos eléctricos puros (BEV), 7.887 vehículos híbridos enchufables (PHEV) y 104.293 vehículos híbridos eléctricos (HEV). Por países, la lista con más matriculaciones de vehículos eléctricos e híbridos es México con 44.783, seguida de Brasil con 34.990 y Colombia con 17.702. (Petro, 2022)

3.4 Radiación Solar en la Meta

Con los datos de la radiación solar en el departamento del Meta se evidencia que se encuentra entre 4.0 a 4.5 KWh/m² por el IDEAM 2014, la cual la convierte potencialmente factible para una implementación de energía solar por medio de paneles solares, situación que puede una alternativa de investigación y puesta en marcha de proyectos de esta índole. De acuerdo a la ubicación geográfica tomada para obtener estos datos, y con factible ayuda de un sensor, el cual es el sistema de captura de los datos y lo compone de un panel solar de 10W, ubicado en la universidad nacional abierta y a distancia UNAD acacias, a su vez, la ubicación geográfica exacta de la universidad es mostrada por medio del Google Maps, Latitud 4.006848 y longitud: -73.771098. (IDEAM, 2014). Como se menciona anteriormente el sensor está dispuesto por un panel solar fijo, el cual se instala con una inclinación de 30° con respecto a la horizontal. (Rodriguez et al., n.d.)



Gráfica 2. Mapa radiación solar en los llanos orientales.



Gráfica 3. Promedio mensual de radiación solar en los llanos orientales.

3.5 El concepto de hora pico

Para la aplicación de recursos de energía solar en sistemas fotovoltaicos, el ingeniero proyectista se ha comprometido a utilizar otra unidad de medida de energía para especificar la irradiación. Si el colector horizontal se considera aceptable irradiación directa de aproximadamente 1.000 W/m² por debajo condiciones de sol, el nivel del mar y el sol en el cenit del captador, luego la cantidad declarada por convención se llama irradiación máxima. Por lo tanto, si suponiendo que el colector recibe una hora de máxima irradiación, la energía recibida se denomina hora solar máxima, o simplemente hora máxima. Esa será toda la conversión de unidades. 1 h-p = 1 hora-pico = 1,000 W/m².

3.6 Electromaps

En Colombia ya existe una app el cual indica el punto de carga más cercano para así mismo lograr cargar el vehículo, y según Electromaps, hay en total 47 estaciones de carga y 114 conectores a nivel nacional. Una suma bastante baja si se tiene en cuenta que hasta septiembre de 2020 ya se encuentran circulando más de 8.000 vehículos híbridos y eléctricos. Además, este año se ha generado una demanda de puntos de carga amigables para el ambiente, a medida que vaya aumentando la demanda de vehículos que dependen de este sistema de carga eléctrica, se irá generando más infraestructura alrededor de ella, pues hoy estos siguen representando 2,5 % de las ventas de autos nuevos en el país. (Gutiérrez & Isaza, 2020)

4. Diseño de una electrolinera

Teniendo presente que el proyecto planea tener un diseño de una electrolinera a base de energía solar, y pertenecientes a la categoría de vehículos eléctricos, se puede encontrar una división, según se presta atención al grado de participación del motor eléctrico y posibilidades de carga.

4.1 Tipos de vehículos eléctricos

4.1.1 Híbrido

Este combina un motor de combustión interna (MCI) con una batería y un motor eléctrico. No necesitan la red para recargarse.

4.1.2 Híbrido Enchufable

El vehículo eléctrico híbrido enchufable (PhEV) permiten un mayor uso del motor eléctrico y se pueden recargar enchufándolos a la red eléctrica.

4.1.3 VE puro

Vehículo eléctrico de batería (BEV). Funciona con un único motor eléctrico que se recarga enchufándolo a la red eléctrica.

4.2 Baterías

En la actualidad la tecnología avanza a pasos agigantados, y las baterías son uno de los mayores retos del vehículo eléctrico, ya que actualmente las baterías poseen de manera limitada su autonomía. Entonces con este enfoque se puede definir como un dispositivo encargado de almacenar energía eléctrica, usando instructivos petroquímicos y que posteriormente la devuelve con ciertas pérdidas, se encuentran limitadas por un determinado número máximo de ciclos y eso dependerá del tipo de batería.

4.3 Tipos de carga

Existen 3 tipos de carga (Arce Millán & Arias López, 2019)

- Recarga convencional: corriente de 16 A y voltaje de 230 V, con potencia de 3,7 kW. El vehículo carga aproximadamente en 8 horas.
- Recarga semi-rápida: corriente de 32 A y potencia 7,3 kW. El vehículo carga en aproximadamente 4 horas.
- Recarga rápida: Potencia de 50kW, pudiendo cargar así el 65% de la capacidad en aproximadamente 15 minutos.

4.4 cálculos

Partiendo de la información técnica de un panel

P_{max} : 380 Wp;

V_{mpp} : 39.71 V;

I_{mpp} : 9.57 A;

V_p : 24V;

Eficiencia: 20%;

A: 2m²

Para un automóvil con carga de 5KW

sí 1 panel da 380 W/h de 2m x 1m (2m²)

$5000W / 380W = 13,16$ o sea 14 paneles que serían $14 \times 2m^2 = 28m^2$ de espacio para los paneles





Gráfica 4. Diseño de una electrolinera con energía fotovoltaica.

Con 14 paneles se podrían generar 5KW en 1 hora que estará subiendo o bajando de acuerdo a la capacidad del vehículo a usar este servicio, incluso si llegaran 2 carros de 2.5KW. esto hablando solo de 14 paneles, según la capacidad del sitio a implementar la electrolinera se podría pensar en más capacidad.

5. Resultados

El resultado hasta ahora obtenido se basa en el diseño de una electrolinera y así se plantea este proyecto como un desarrollo y oportunidad para una región como lo es la de los llanos orientales donde muy poco se ha explorado en este recurso y según los estudios preliminares de la investigación tiene un potencial enorme y no es solo por su ubicación geográfica sino también por la altura y la disposición de pie de montaña, el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica se realiza por medio de un semiconductor que transforma parte de la energía recibida en corriente continua. Actualmente se encuentra en el diseño de una electrolinera, la idea es establecer que sea funcional y rentable para implementarlas a lo largo de los llanos orientales. inicialmente será analizada la ruta Villavicencio – Yopal.

Este proyecto está en la etapa de diseño más profundo, así que se espera avanzar elaboración de infraestructura y conexión de elementos eléctricos.

6. Referencias

- Arce Millán, D. M. A. M. D., & Arias López, E. H. A. L. E. (2019). Diseño de estaciones de carga para vehículos eléctricos alimentada por energía fotovoltaica enfocada bajo la línea de desarrollo sostenible para los parqueaderos del conjunto residencial parques de san Joaquín en Bogotá – Colombia.

- Gutiérrez, A., & Isaza, J. (2020). Conozca cuál es la oferta de estaciones de carga eléctrica en el territorio colombiano. LaRepublica.co. Retrieved June 10, 2022, from <https://www.larepublica.co/especiales/movilidad-sostenible/conozca-cual-es-la-oferta-de-estaciones-de-carga-electrica-en-el-territorio-colombiano-3078021>
- Petro, G. (2022). Carros híbridos y eléctricos en América Latina: 107% de nuevas matrículas. KienyKe. Retrieved June 10, 2022, from <https://www.kienyke.com/tendencias/aumento-compra-de-carros-hibridos-y-electricos-en-america-latina>
- Rodríguez, A. R. A., Figueredo, J. A. F. L. J., & Chica, J. A. C. G. J. (n.d.). Análisis del Potencial Energético Solar Basado en Mediciones in Situ en el Municipio de Acacías - Meta | KnE Engineering. KNE Publishing. Retrieved June 10, 2022, from <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/1472/3548>
- IDEAM. (2014). Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia. Recuperado el 2 de junio de 2017, de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Sobre los Autores

- **Jairo Andrés Carmona Rivera**. Técnico en montaje y mantenimiento eléctrico industrial. Técnico en electromecánica industrial. Estudiante de Décimo (X) semestre de Ingeniería eléctrica. Integrante semillero GIEES. jairo.carmonariver@academia.unimeta.edu.co; carmo1996@hotmail.com
- **Aldair Sebastián Fernández Aragón** Técnico profesional en mantenimiento electromecánico industrial. Estudiante de Décimo (X) semestre de Ingeniería eléctrica. Integrante semillero GIEES. aldairsebastian.fernandezaragon@academia.unimeta.edu.co; sebasf12358@gmail.com
- **Alben Melo Vega**. Ingeniero Electrónico, Magíster en Educación. Profesor universitario. Asesor de semillero GIEES. alben.melo@unimeta.edu.co; albenmv@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

