



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE ESMERALDAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD
MENCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Energías Renovables y Redes Inteligentes

MODALIDAD:
Artículos profesionales de alto nivel

TÍTULO:
ANÁLISIS DE IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DE VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS EN CIUDADES DE LA COSTA ECUATORIAL: CASO
DE ESTUDIO ALIMENTADOR PRIMAVERA DE LA SUBESTACIÓN
PRADERA DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS.

**PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD**

AUTOR:
Ing. Álex Geovanny Córdova España
Ing. Cristhian Javier Yépez Macías

ASESOR:
Mgt. Miguel Alberto Dávila Sacoto
Esmeraldas, 25 de octubre del 2023





Análisis de impacto de implementación de vehículos eléctricos en ciudades de la costa ecuatorial: Caso de estudio Alimentador Primavera de la Subestación Pradera de la Ciudad de Esmeraldas.

Impact analysis of implementation of electric vehicles in cities of the equatorial coast: case Primavera Feeder of the Pradera Substation of the city of Esmeraldas.

Alex Geovanny Córdova España,¹ Cristhian Javier Yépez Macías,² Miguel Alberto Dávila Sacoto,³ Manuel Rogelio Nevarez Toledo.⁴

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

³ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

⁴ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

agcordova@pucese.edu.ec; cjyepzm@pucese.edu.ec; madavila@pucese.edu.ec;
manuel.nevarez@pucese.edu.ec.

Resumen.

Ante el inminente cambio hacia la movilidad eléctrica en Esmeraldas, se torna esencial evaluar el sistema eléctrico provincial en función del aumento proyectado en la demanda. Este estudio presenta un método de simulación de carga de vehículos eléctricos enchufables (PEV) para cuantificar su impacto en la infraestructura eléctrica del Alimentador Primavera, partiendo de la Subestación Pradera. Se analizan diversos factores: como hábitos de carga, tasas de adquisición de vehículos, incentivos gubernamentales, autonomía, potencia de carga y capacidad del transformador, mediante distribuciones probabilísticas. Estos modelos se evalúan con simulaciones Monte Carlo en MATLAB y estudios de flujo de carga utilizando CYME - CYMDIST. Aplicando esta

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Maestría en Electricidad, Esmeraldas, Ecuador, agcordova@pucese.edu.ec

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Maestría en Electricidad, Esmeraldas, Ecuador. cjyepzm@pucese.edu.ec

³ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Maestría en Electricidad, Esmeraldas, Ecuador. madavila@pucese.edu.ec

⁴ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Maestría en Electricidad, Esmeraldas, Ecuador. manuel.nevarez@pucese.edu.ec





metodología al Alimentador Primavera, se prevé que, en un escenario de alta adopción de PEV para 2037, las líneas de distribución puedan experimentar aumentos de carga de hasta un 40%, y los transformadores un 20%. Estos incrementos se mantienen dentro de los límites de capacidad esperados, lo que elimina la necesidad de inversiones adicionales en infraestructura.

Palabras claves: Tasa de Crecimiento Anual, Estratos de Consumo, Vehículos Eléctricos, Incentivos Gubernamentales, Autonomía, Recorrido Diario.

Abstract.

Given the imminent change towards electric mobility in Esmeraldas, it becomes essential to evaluate the provincial electricity system based on the projected increase in demand. This study presents a plug-in electric vehicle (PEV) charging simulation method to quantify its impact on the electrical infrastructure of the Primavera Feeder, starting from the Pradera Substation. Various factors are analyzed: such as charging habits, vehicle acquisition rates, government incentives, autonomy, charging power and transformer capacity, through probabilistic distributions. These models are evaluated with Monte Carlo simulations in MATLAB and load flow studies using CYME - CYMDIST. Applying this methodology to the Primavera Feeder, it is expected that, in a scenario of high PEV adoption by 2037, distribution lines may experience load increases of up to 40%, and transformers 20%. These increases remain within expected capacity limits, eliminating the need for additional infrastructure investments.

Keywords: Annual Growth Rate, Consumption Strata, Electric Vehicles, Government Incentives, Autonomy, Daily Trip.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Miguel Alberto Dávila Sacoto

- **Nombre de la revista científica:** Ingenius
- **Enlace (URL) de la revista:** <https://ingenius.ups.edu.ec/index.php/ingenius/>
- **ISSN de la revista:** 1390-650X
- **Medio(s) de indexación:**
 - SCOPUS
 - Scielo Ecuador
 - Emerging Source Citation Index





- Base Search
- Google Scholar
- Copernicus Index
- Trueserials
- EBSCO. Fuente Académica Plus
- EBSCO. Applied Science & Technology Source Ultimate
- Latam+
- Scientific Indexing Services
- Europub
- ScienceGate
- MIAR
- QOAM
- I2OR
- Infobase Index
- REDIB
- **Nombre del editor de la revista:** John Calle Sigüencia, PhD
- **Correo electrónico del editor de la revista:** revistaingenius@ups.edu.ec
- **Fecha de envío del artículo a la revista:** 24 de octubre del 2023

Evidencias de envío a medio científico.

- Certificado de Aprobación por el asesor





ANEXO 8: CERTIFICADO DE APROBACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Yo, Miguel Alberto Dávila Sacoto certifico que los maestrantes ALEX GEOVANNY CORDOVA ESPAÑA y CRISTHIAN JAVIER YEPEZ MACIAS, de la Maestría en Electricidad, Mención Eficiencia Energética y Energías Renovables, han finalizado satisfactoriamente el TRABAJO DE FIN DE MAESTRÍA, y por tanto se encuentran aptos para su presentación.

El porcentaje de plagio obtenido en el informe es de cero por ciento (0%)



Escaneado electrónicamente por:
MIGUEL ALBERTO
DAVILA SACOTO

Docente asesor/a





BORRADOR.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 5%

- Carta al editor por medio del asesor





Cover Letter

UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DEL ECUADOR
INGENIUS
Revista de Ciencia y Tecnología

Análisis de impacto de implementación de vehículos eléctricos en ciudades de la costa ecuatorial: Caso de estudio Alimentador Primavera de la Subestación Pradera de la Ciudad de Esmeraldas.

Impact analysis of implementation of electric vehicles in cities of the equatorial coast: Case Primavera feeder of the Pradera Substation of the City of Esmeraldas.

Alex Geovanny Córdova España ¹, Cristhian Javier Yépez Macías ², Miguel Alberto Dávila Sacoto ³, Manuel Rogelio Nevarez Toledo ⁴

Resumen

El presente trabajo analiza el posible escenario de inclusión de vehículos eléctricos en la red de distribución del alimentador Primavera para poder conocer la capacidad de carga de los transformadores conectados a la red eléctrica, las variaciones de tensión y la capacidad de las líneas de distribución ante la implementación de estaciones de carga residenciales en un periodo de 5, 10 y 15 años. Mediante la utilización de los programas CYME-CYMDIST y MATLAB, se llevó a cabo un análisis probabilístico y estadístico empleando herramientas como la Simulación de Monte Carlo. Además, se trabajó con los datos históricos de 8 años de consumo de 4740 clientes pertenecientes a este segmento de la red de distribución de Esmeraldas, dividiéndolos en estratos de consumo y proyectando la demanda en el periodo antes mencionado. Al obtener información sobre los picos de demanda en este alimentador, se identificó la situación más crítica que surgiría al incorporar vehículos eléctricos en las redes de distribución, lo que resultó en la necesidad de considerar modificaciones en la distribución de energía a partir del año 2030. Esto implica la segmentación de circuitos y la sustitución de transformadores monofásicos por transformadores trifásicos, ya que estos últimos ofrecen una mayor capacidad de potencia, eficiencia energética, equilibrio de carga y estabilidad en sistemas de distribución eléctrica, lo que contribuirá significativamente a facilitar la integración exitosa de vehículos eléctricos a gran escala.

Keywords (Spanish): Tasa de Crecimiento Anual, Estratos de Consumo, Vehículos Eléctricos, Incentivos Gubernamentales, Autonomía, Recorrido Diario.

Abstract

The present paper analyzes the potential scenario of integrating electric vehicles into the distribution network of the Primavera feeder to understand the load capacity of transformers connected to the electrical grid, voltage variations, and the capacity of distribution lines following the implementation of residential charging stations over a period of 5, 10, and 15 years. Using software tools such as CYME-CYMDIST and MATLAB, a probabilistic and statistical analysis was conducted, utilizing techniques such as Monte Carlo Simulation. Additionally, historical consumption data from 8 years for 4740 clients within this distribution network segment were employed, stratifying them by consumption levels and projecting demand over the aforementioned time frame.

By obtaining information on demand peaks in this feeder, the most critical situation that would arise when introducing electric vehicles into distribution networks was identified. This revealed the necessity of considering modifications to the energy distribution beginning in the year 2030. This entails circuit segmentation and the replacement of single-phase transformers with three-phase transformers. The latter offer greater power capacity, energy efficiency, load balance, and stability in electrical distribution systems, significantly contributing to the successful integration of electric vehicles on a large scale."

Keywords: Annual Growth Rate, Consumption Strata, Electric Vehicles, Government Incentives, Autonomy, Daily Trip.

FINANCIAL SUPPORT OF RESEARCH (Optional)

¹ Pontificia Universidad Católica Ecuador Sede Esmeraldas, Ciudad Esmeraldas, Ecuador, agcordova@pucese.edu.ec

² Pontificia Universidad Católica Ecuador Sede Esmeraldas, Ciudad Esmeraldas, Ecuador, cjepez@pucese.edu.ec

³ Tutor de Maestría, Pontificia Universidad Católica Ecuador Sede Esmeraldas, Ecuador, madavila@pucese.edu.ec, 0000-0001-6318-2137

⁴ Coordinación de Maestría, Pontificia Universidad Católica Ecuador Sede Esmeraldas, Ciudad Esmeraldas, Ecuador, manuel.nevarez@pucese.edu.ec

Cover Letter

Entity:
Country:
City:
Subsidized project:
Code of the project:
«INGENIUS»

UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DEL ECUADOR
INGENIUS
Revista de Ciencia y Tecnología





Cover Letter

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, ECUADOR
INGENIUS
Revista de Ciencia y Tecnología

PRESENTATION
Cover Letter

Mr. Editor of "INGENIUS»

Having read the regulations of the journal "INGENIUS» and analyzed its coverage, thematic area and approach, I consider that this journal is the ideal one for the dissemination of the work that I hereby attach, for which I beg you to be submitted for consideration for publication. This original has the following title "**Impact analysis of implementation of electric vehicles in cities of the equatorial coast: Case Primavera feeder of the Pradera Substation of the City of Esmeraldas**", whose authorship corresponds to Alex Geovanny Córdova España, Crithian Javier Yépez Macías, Miguel Alberto Dávila Sacoto, Manuel Rogelio Nevarez Toledo.

The authors (s) certify that this work has not been published, nor is it under consideration for publication in any other journal or editorial work.

The author (s) are responsible for their content and have contributed to the conception, design and completion of the work, analysis and interpretation of data, and to have participated in the writing of the text and its revisions, as well as in the approval of the version which is finally referred to as an attachment.

Changes to the content are accepted if they occur after the review process, and also changes in the style of the manuscript by the editorial process of "INGENIUS».

TRANSFER OF COPYRIGHT AND DECLARATION OF CONFLICT OF INTEREST

The *Universidad Politécnica Salesiana* of Ecuador preserves the copyrights of the published works and will favor the reuse of the same. The works are published in the electronic edition of the journal under a Creative Commons Attribution / Noncommercial-No Derivative Works 3.0 Ecuador license: they can be copied, used, disseminated, transmitted and publicly displayed.

The undersigned author partially transfers the copyrights of this work to the *Universidad Politécnica Salesiana* of Ecuador, for the printed editions.

It is also declared that they have respected the ethical principles of research and are free from any conflict of interest.

In Esmeraldas city, by the 23 days of the month of october of 2023

Signed. (By the author or in the case, all the authors)

Alex Geovanny Córdova España
0802369611
Signature



Crithian Javier Yépez Macías
0803483320
Signature



Miguel Alberto Dávila Sacoto
0104947692
Signature



Manuel Rogelio Nevarez Toledo
0802490722
Signature

Note: Once saved the completed and signed document, it must be register through the OJS system in the section "Complementary Files".

- Capturas del envío





7953 / Davila et al. / ANÁLISIS DE IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN CIUDADES DE LA COSTA ECUATORIAL: CASO DE ESTUDIO | Library

Workflow Publication

Submission Review Copyediting Production

Submission Files

| File Name | Date | Type |
|---|------------------|-----------------------------|
| davilamd, INGENIUS sin autores.docx | October 24, 2023 | Article Text |
| davilamd, INGENIUS con autores.docx | October 24, 2023 | Article Text |
| davilamd, Cover_letter_INGENIUS_2023-signed-signed (1)-signed.pdf | October 24, 2023 | Title page and cover letter |
| jcalte, 7953-Texto del artículo-50618-1-2-20231024_anonimizado.docx | October 26, 2023 | Article Text |

Download All Files

Pre-Review Discussions

| Name | From | Last Reply | Replies | Closed |
|----------|------|------------|---------|--------|
| No items | | | | |

7953 / Davila et al. / ANÁLISIS DE IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN CIUDADES DE LA COSTA ECUATORIAL: CASO DE ESTUDIO | Library

Workflow Publication

Status: Unscheduled

Title & Abstract

Contributors

Metadata

References

Galleys

Prefix

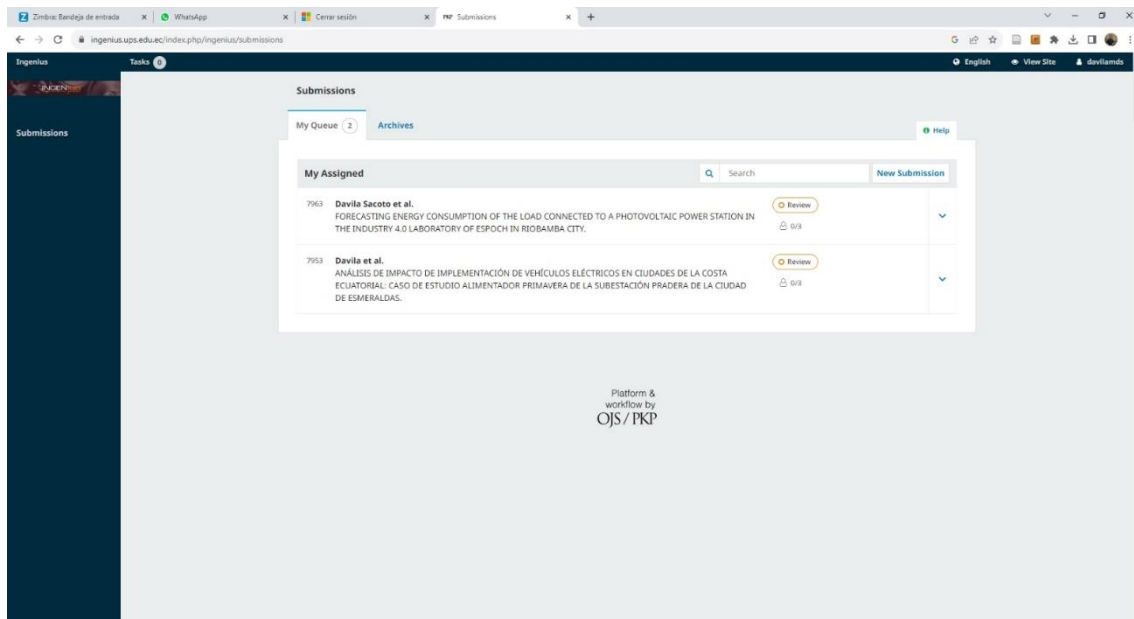
Title

Subtitle

Abstract

Given the imminent change towards electric mobility in Esmeraldas, it becomes essential to evaluate the provincial electricity system based on the projected increase in demand. This study presents a plug-in electric vehicle (PEV) charging simulation method to quantify its impact on the electrical infrastructure of the Primavera Feeder, starting from the Pradera Substation. Various factors are analyzed: such as charging habits, vehicle acquisition rates, government incentives, autonomy, charging power and transformer capacity, through probabilistic distributions. These models are evaluated with Monte Carlo simulations in MATLAB and load flow studies using CYME - CYMDIST. Applying this methodology to the Primavera Feeder, it is expected that, in a scenario of high PEV adoption by 2037, distribution lines ...





- Captura del recibido

