



# PROYECTO ECOTEA

**DESARROLLO DE UNA  
EMBARCACIÓN ELÉCTRICA  
ECOAMIGABLE, EN EL MARCO DE  
LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA PARA EL  
TRANSPORTE FLUVIAL DE CARGA  
Y PASAJEROS EN EL RÍO ATRATO**

Investigador principal: Tn Edwin Giovanny Paipa

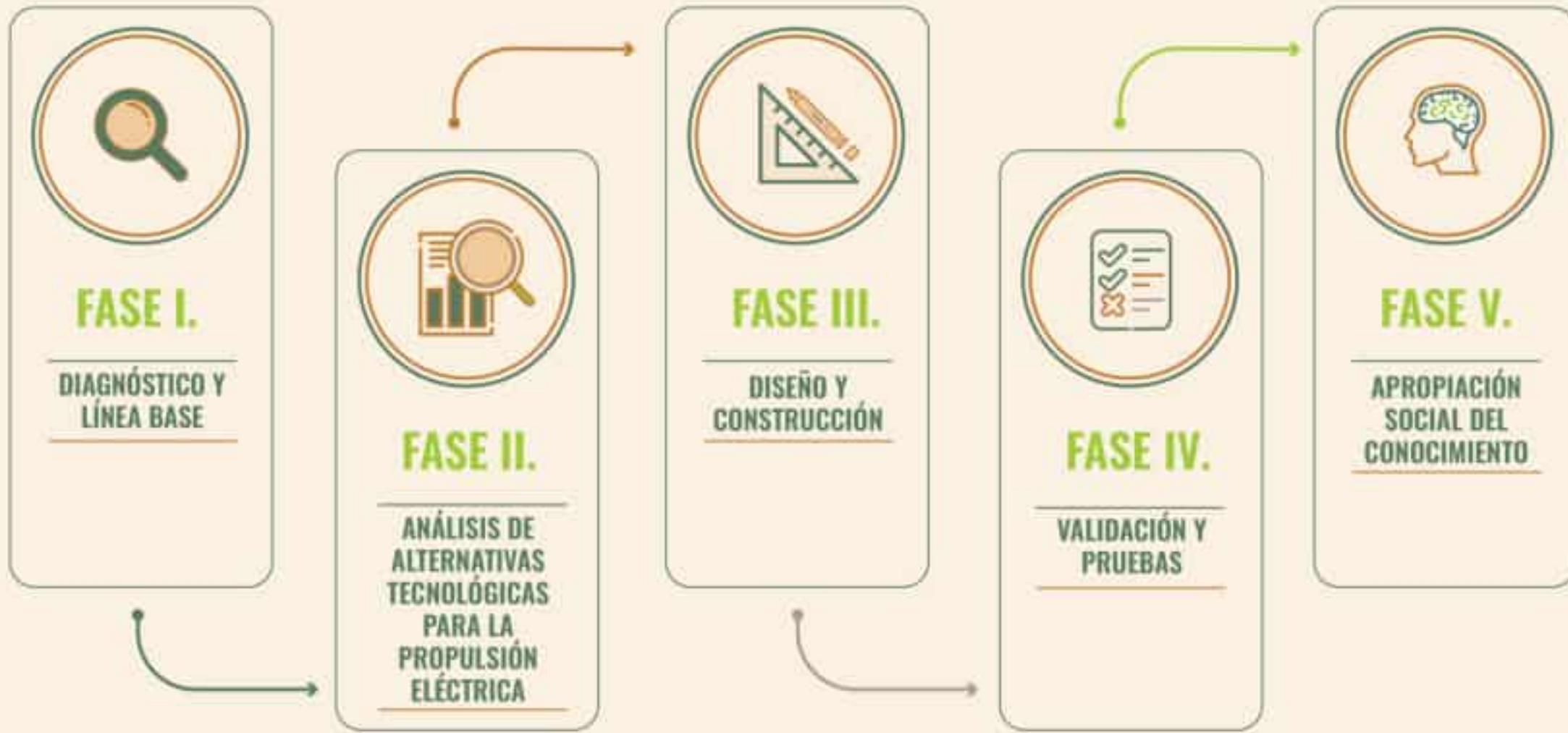


# ENTIDADES



Financiador	Coejecutor	Otros Aliados
 	 Universidad de Cartagena Fundada en 1827	  IAP Instituto de Investigaciones Antioqueñas del Pacífico
Ejecutor		
	 Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**914-2022 Convocatoria Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo**



# PRODUCTOS

## 05

GENERACIÓN DE  
NUEVO  
CONOCIMIENTO



- 03- Artículo de investigación categoría A2
- 01- Artículo de investigación categoría A1
- 01- Libro resultado de investigación categoría B

## 41

APROPIACIÓN  
SOCIAL DEL  
CONOCIMIENTO



- 11- Ponencias
- 04- Foros y talleres participativos
- 02- Presentación de los resultados
- 02- Cursos de capacitación, seminarios y talleres
- 20- Personas Sensibilizadas
- 01- Cartilla o folleto
- 01- Articulación de redes de conocimiento

## 06

DESARROLLO  
TECNOLÓGICO E  
INNOVACIÓN



- 02- Consultorías e informes técnicos finales
- 03- Normas técnicas
- 01- Informe sobre la consultoría realizada

## 04

FORMACIÓN  
RECURSO  
HUMANO



- 01- Estudiantes de doctorado
- 01- Estudiantes de maestría
- 02- Jóvenes investigadores

# OBJETIVOS

## GENERAL

Contribuir al incremento de madurez tecnológica de una embarcación fluvial enfocada en la electromovilidad de TRL (4) a TRL (6) a través de pruebas de puerto (HAT) y pruebas en el entorno pertinente simulado, con el fin de mostrar su potencial aplicación en el río Atrato

## ESPECÍFICOS



Identificar y caracterizar la infraestructura de soporte y nodos para el transporte fluvial en el Río Atrato con el fin de definir los requerimientos técnicos, logísticos y ambientales del sistema a desarrollar



Determinar alternativas tecnológicas para el diseño del sistema de movilidad fluvial eléctrica con base en la caracterización de los nodos de transporte e infraestructura de soporte y las limitaciones geográficas, técnicas y ambientales; aportando al impacto energético y ambiental



Diseñar y desarrollar una alternativa de electromovilidad fluvial incluyendo su infraestructura de recarga a implementar en el Río Atrato



Realizar la validación y protocolos de pruebas de la embarcación fluvial eléctrica en el entorno pertinente, mediante la adopción y/o adaptación de normas técnicas para Colombia



Divulgar los resultados del proyecto con los actores interesados del sector transporte en el modo fluvial

# PRODUCTOS

## GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO

- 03 Artículos categoría A2
- 01 Artículos categoría A1



**energies**

**Article**

**Technological Alternatives for Electric Propulsion Systems in the Waterway Sector**

John E. Candal-Ruiz<sup>1,2</sup>, Lennario Bohórquez Maldonado<sup>3,4</sup>, Edwin Faipa-Santos<sup>2,5</sup>, Hernán Vélez-Petisco<sup>1</sup> and José Jiménez-García<sup>2,6</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Medellín 25800, Colombia; [jpcosta@mines.unal.edu.co](mailto:jpcosta@mines.unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111)) ([Publons](https://publons.com显露/13841/)) ([Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=JPA2A&hl=en&oi=ao)) ([ResearchGate](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Jimenez-Garcia-2))

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de la Costa, Barranquilla 280002, Colombia

<sup>3</sup> Correspondence: [hvelezpetisco@unal.edu.co](mailto:hvelezpetisco@unal.edu.co)

<sup>4</sup> Correspondence: [lennariobohorquezmaldonado@unal.edu.co](mailto:lennariobohorquezmaldonado@unal.edu.co)

<sup>5</sup> CITECMAR, Cartagena 13800, Colombia; [efsaipasantos@unitec.edu.co](mailto:efsaipasantos@unitec.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0009-0002-0000-0000)) ([Publons](https://publons.com显露/13841/)) ([Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=JPA2A&hl=en&oi=ao)) ([ResearchGate](https://www.researchgate.net/profile/Edwin-Faipa-Santos))

<sup>6</sup> Correspondence: [jose.jimenez.garcia@costa.edu.co](mailto:jose.jimenez.garcia@costa.edu.co)

**A1**

**Journal of  
Marine Science  
and Engineering**

**Article**

**Effect of Speed and Hull Length on the Hydrodynamic Performance of a Semi-Planing Hull of a Shallow-Draft Watercraft**

Luis Daniel Losi-Baiz<sup>1</sup>, Clara Paola Camargo-Díaz<sup>1,2</sup>, Edwin Faipa-Santos<sup>1,3,4</sup>, Claudia Castro-Faustett<sup>1</sup> and John E. Candal-Ruiz<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Cartagena, Colombia 13800, Colombia; [ljlbaiz@mines.unal.edu.co](mailto:ljlbaiz@mines.unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de la Costa, Barranquilla 280002, Colombia

<sup>3</sup> Departamento de Energía Mecánica Automática, Escuela de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín 258001, Colombia

<sup>4</sup> Correspondence: [efsaipasantos@unitec.edu.co](mailto:efsaipasantos@unitec.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0009-0002-0000-0000)) ([Publons](https://publons.com显露/13841/)) ([Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=JPA2A&hl=en&oi=ao)) ([ResearchGate](https://www.researchgate.net/profile/Edwin-Faipa-Santos))

**A1**

**Article**

**JIM**  
ISSN: 2024-0366  
(CC BY 4.0)  
Vol. 11, 1 (2024)  
p. 108-119  
Art. No.: JIM-2024-0003  
DOI: [10.3390/jim-11-0003](https://doi.org/10.3390/jim-11-0003)

**Exploring Innovation Capabilities in Organizations through a Scientometric Approach in the Context of Manufacturing Industry**

Edwin G. Puepa-Santos<sup>1</sup>, Felipe S. Escalante-Tirado<sup>2</sup>, Jaime R. Coronado-Hamánika<sup>1</sup> and William Adame<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la Costa, Cartagena, 138001, Colombia; [epuepasantos@unal.edu.co](mailto:epuepasantos@unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

<sup>2</sup> Faculty of Engineering National University of Colombia, Department of Systems and Industrial Engineering, Cartagena; [escalante@unal.edu.co](mailto:escalante@unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

<sup>3</sup> Universidad de la Costa, 280002 Barranquilla, Colombia; [jcoronado@unal.edu.co](mailto:jcoronado@unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

**A1**

**sustainability**

**Review**

**Exploring the Landscape of Eco-Innovation: A Bibliometric Analysis of Concepts and Trends in the Manufacturing and Shipbuilding Industries**

Edwin Puepa-Santos<sup>1,2</sup>, María Belén Ochoa-López<sup>3,4</sup>, Felipe Escalante-Tirado<sup>2</sup>, Clara Paola Camargo-Díaz<sup>1,2</sup> and Julian Andrés Zapata-Córdoba<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup> Cartagena, Colombia 138001, Colombia; [epuepasantos@unal.edu.co](mailto:epuepasantos@unal.edu.co) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

<sup>2</sup> Faculty of Administration, Universidad de la Costa, Barranquilla 280002, Colombia

<sup>3</sup> Department of Systems and Industrial Engineering, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 11123, Colombia

<sup>4</sup> School of Management, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 30001, Peru; [juliand.zapata@pucp.edu.pe](mailto:juliand.zapata@pucp.edu.pe) ([\[ORCID\]](https://orcid.org/0013-8111))

<sup>5</sup> Correspondence: [camarodiaz@unal.edu.co](mailto:camarodiaz@unal.edu.co)

<sup>6</sup> Correspondence: [zapata@unal.edu.co](mailto:zapata@unal.edu.co)

**A2**

# PRODUCTOS

## GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO



- Artículos adicionales publicados

Journal of Technology Innovations in Renewable Energy, 2024, 1(1), 1-6

### Study of Technological Surveillance in Electric River Mobility for Cargo Transport on the Atrato River, Colombia

Edinson Zapata-Campo<sup>1</sup>, Katherine Rico-Carrillo<sup>1</sup>, Fernando Salazar-Arrieta<sup>1,\*</sup>, Edwin Paipa-Sanabria<sup>2</sup> and Julian Zapata-Cortes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla, Cartagena, Colombia

<sup>2</sup>Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial-COTECMAR, Cartagena, Colombia

<sup>3</sup>Fundación Universitaria CEIPA, Sabaneta, Colombia

**Abstract:** Electric mobility is a mobility that has been implemented worldwide; however, the importance of the use of this type of environmentally friendly mobility occupies a space at the top of this list due to provide solutions in this regard. The National Navy through the Corporation of Science and Technology for the development of the maritime and river naval industry (COTECMAR). As part of the project executed, Design of an Eco-Friendly electric vessel (ECOTEA) for cargo transport on the Atrato River, Colombia, the research project was carried out, technological surveillance study to know the advances and state of development in electric river mobility for cargo transport as an applicable alternative in the Atrato River, in Colombia, as part of the Energy Transformation for Environmentally Friendly Eco Transport, carried out by institutions recognized by the Ministry of Science, Technology and Innovation, such as: the National University, Center for Research and Administrative Planning (CEIPA), Technological University of Chocó, University of Cartagena, the Institute of Environmental Research of Chocó and the Colombian Institute of Technical Standards and Certifications (ICONTEC), as co-executors of the project.

The justification for this research project is based on the UN's Sustainable Development Goals, specifically number 7, which seeks to guarantee access to safe, sustainable and modern energy, as well as the commitments assumed by Colombia through the river master plan, which has as its main objective to obtain a more competitive river system, clean, safe and beneficial for national development, with the design and construction of an ecologically friendly vessel (ECOTEA), specifically on the Atrato River, benefiting an estimated population of 370 thousand people in the energy transition program. The development of the research was descriptive with a qualitative approach because it contributed to the planning of the roadmap to be drawn.

**Keywords:** Sustainable, technological surveillance, electric mobility, cargo transportation, electric vessel.

Se encuentran sometidos dos artículos científicos, a la fecha de entrega de este informe:

- **Artículo categoría A1:** "Green Technological Strategies in Vessels: An Analysis of International Regulations and Standards" en la revista Cleaner Engineering and Technology.
- **Artículo categoría A2:** "Understanding Eco-Innovation: A Critical Examination of Theories and Tools for Achieving Societal Sustainability" en la revista Journal of Sustainability Research.

Ademas se han aceptado los siguientes artículos:

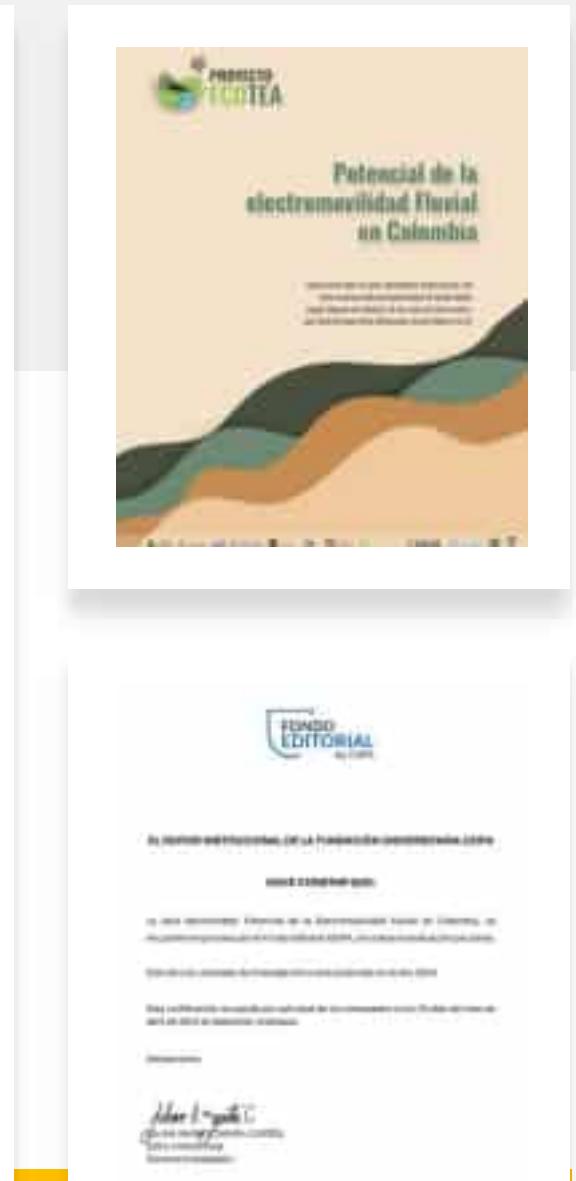
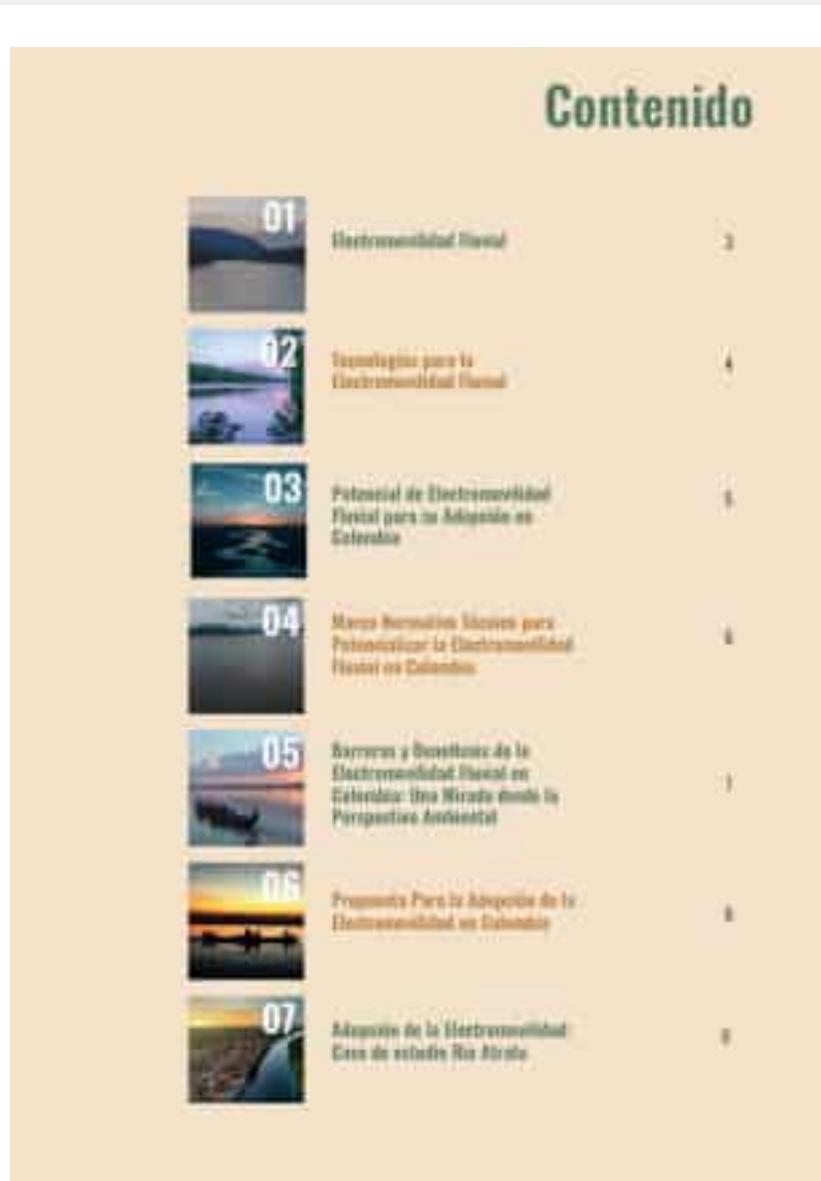
- **Artículo categoría B:** "A life-cycle assessment to evaluate the emissions of different technologies: a battery-powered propulsion in the Magdalena River section of a low-draft passenger ship" en la revista científica International Journal Of environmental studies
- **Artículo:** "Analysis of technical standards for boat design: river electromobility of small boats in Colombia" en la revista de Ciencia y Tecnología para Buques.

# PRODUCTOS

## GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO

- 01 Libro categoría B
- Actualmente, se encuentra en la fase de sometimiento por parte del Fondo Editorial de la Fundación Universitaria CEIPA.
- Este proceso implica una revisión de la estructura y contenido por parte de pares evaluadores, quienes garantizarán que el libro cumpla con los requisitos editoriales establecidos.

**Concepto de supervisión tercer informe:** En proceso, pendiente respuesta de aceptación, el verificable debe corresponder a “ejemplar del libro resultado de la investigación o carta de aceptación de publicación del libro expedida por el comité editorial”.



# PRODUCTOS

## DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

- Un informe técnico del proceso del diseño básico e ingeniería de Producto ✓
- Un informe técnico de desarrollo y validación de las pruebas.

Concepto de supervisión tercer informe: **Pendiente**

EMBARCACIÓN ELÉCTRICA ECONAMIGABLE

PROYECTO  
ECOTEA

### INFORME TECNICO DEL DISEÑO BASICO

Diseño de la embarcación econamigable con propulsión eléctrica, a partir de los aspectos técnicos, logísticos y ambientales.

Por:

Proyecto Ecotea - Desarrollo de una embarcación eléctrica econamigable, en el marco de la transición energética para el transporte fluvial de carga y pasajeros en el Río Atrato.

Cartagena de Indias

2024

# PRODUCTOS

## DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN



- 03 normas técnicas producto del proceso de adopción y/o adaptación de normas aplicables al diseño, construcción y pruebas de una embarcación menor a 24 metros. ✓

1. NTC-ISO 15084 Embarcaciones menores. Fondeo, amarre y remolque. Puntos de amarre.
2. NTC-ISO 12133 Embarcaciones menores - Sistemas de detección de monóxido de carbono (CO)
3. NTC-ISO 16315 - Embarcaciones menores. Sistema de propulsión eléctrica
4. NTC-ISO TS 23625- Embarcaciones menores. Baterías de ion-litio
5. NTC-ISO 25197 - Embarcaciones menores. Sistemas eléctricos/electrónicos para el control de la dirección, del cambio de marcha y del acelerado.
6. NTC-ISO 8849 Embarcaciones menores. Embarcaciones menores. Bombas de sentina operadas eléctricamente
7. NTC-ISO 17940 Buques y tecnología marina. Puertas estancas con bisagras
8. NTC ISO 16180 Embarcaciones menores. Luces de navegación. Instalación, ubicación y visibilidad

	<b>NTC-ISO 15084:2003</b>		<b>NTC-ISO 12133:2021</b>		<b>NTC-ISO 16315:2016</b>
Embarcaciones menores. Fondeo, amarre y remolque. Puntos fuertes	<a href="#">Norma ISO 15084:2003</a>	Embarcaciones menores. Sistemas de detección de monóxido de carbono (CO)	<a href="#">Norma ISO 12133:2021</a>	Embarcaciones menores. Sistema de propulsión eléctrica	<a href="#">Norma ISO 16315:2016</a>
<small>• Icotel certificó la norma ISO 15084:2003 en su versión original. La norma ISO 15084:2003 es la norma que establece los requisitos para las embarcaciones menores en lo que respecta a la fondeo, amarre y remolque. Los puntos fuertes se refieren a los sistemas de fondeo, amarre y remolque que cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>		<small>• Icotel certificó la norma ISO 12133:2021 en su versión original. La norma ISO 12133:2021 establece los requisitos para los sistemas de detección de monóxido de carbono (CO) en las embarcaciones menores. Los sistemas de detección de CO cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>		<small>• Icotel certificó la norma ISO 16315:2016 en su versión original. La norma ISO 16315:2016 establece los requisitos para los sistemas de propulsión eléctrica en las embarcaciones menores. Los sistemas de propulsión eléctrica cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>	
	<b>NTC-ISO/TS 23625:2021</b>		<b>NTC-ISO 25197:2020</b>		<b>NTC-ISO 8849:2020</b>
Embarcaciones menores. Baterías de ion-litio	<a href="#">Norma ISO/TS 23625:2021</a>	Embarcaciones menores. Sistemas eléctricos/electrónicos para el control de la dirección, del cambio de marcha y del acelerado	<a href="#">Norma ISO 25197:2020</a>	Embarcaciones menores. Bombas de sentina operadas eléctricamente	<a href="#">Norma ISO 8849:2020</a>
<small>• Icotel certificó la norma ISO/TS 23625:2021 en su versión original. La norma ISO/TS 23625:2021 establece los requisitos para las baterías de ion-litio utilizadas en las embarcaciones menores. Las baterías de ion-litio cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>		<small>• Icotel certificó la norma ISO 25197:2020 en su versión original. La norma ISO 25197:2020 establece los requisitos para los sistemas eléctricos/electrónicos utilizados en el control de la dirección, del cambio de marcha y del acelerado en las embarcaciones menores. Los sistemas de control cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>		<small>• Icotel certificó la norma ISO 8849:2020 en su versión original. La norma ISO 8849:2020 establece los requisitos para las bombas de sentina operadas eléctricamente utilizadas en las embarcaciones menores. Las bombas de sentina cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>	
	<b>NTC-ISO 17940:2015</b>		<b>NTC-ISO 16180:2013</b>		
Buques y tecnología marina. Puertas estancas con bisagras	<a href="#">Norma ISO 17940:2015</a>	Embarcaciones menores. Luces de navegación. Instalación, ubicación y visibilidad	<a href="#">Norma ISO 16180:2013</a>		
<small>• Icotel certificó la norma ISO 17940:2015 en su versión original. La norma ISO 17940:2015 establece los requisitos para las puertas estancas con bisagras utilizadas en los buques y la tecnología marina. Las puertas estancas cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>		<small>• Icotel certificó la norma ISO 16180:2013 en su versión original. La norma ISO 16180:2013 establece los requisitos para las luces de navegación utilizadas en las embarcaciones menores. Las luces de navegación cumplen con los requisitos establecidos en la norma.</small>			

**Concepto del supervisor tercer informe:** Para validar este producto se necesita consolidar en pdf o el formato que aplique las normas técnicas determinadas por el ejecutor.

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO



## • 11 Ponencias ✓

Se han realizado 15 ponencias en el marco del proyecto:

1. "Electrical design for efficiency: Technical and operational measures for optimizing the use of electrical power on ships" en el VIII Internacional ship design & naval engineering congress realizado en Cartagena de Indias del 8 – 10 marzo del 2023.
2. "Proposals for the use of alternative energies in the naval, maritime and river industry" en el VIII Internacional ship design & naval engineering congress realizado en Cartagena de Indias del 8 – 10 marzo del 2023.
3. "Aportes de la Armada Nacional y Cotecmar a la Transición Energética del País" como conferencista magistral en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica y Automatización Cimm 2023 realizado en la ciudad de Cartagena del 26 al 28 de abril de 2023.
4. "Composición de pinturas para embarcaciones y sus potenciales impactos ambientales: perspectiva convencional vs alternativas sostenibles" en el 5° Congreso Nacional e Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Naval, dado en Coveñas – Sucre a los 19 días del mes de octubre de 2023.
5. "River electromobility and its contribution to sustainable development goals"
6. "Análisis de ciclo de vida para una embarcación eléctrica ecoamigable, para la navegación fluvial en el río Atrato"
7. "Technological alternatives for sustainable river mobility in Colombia"
8. "Aportes de la Armada Nacional y Cotecmar en el marco de la transición energética en el sector fluvial"
9. "Efecto de la velocidad y de la longitud del casco en el rendimiento hidrodinámico de una semi-planificación: Casco en aguas poco profundas. Todos para el IV congreso iberoamericano de ingeniería naval"
10. "Análisis bibliométrico sobre facilitadores y barreras a la innovación desde la perspectiva de las empresas manufactureras"
11. "Desarrollo de una embarcación eléctrica, una alternativa de transporte sostenible en el río Atrato"
12. "El transporte fluvial Colombiano y su recambio tecnológico a electromovilidad en el marco de la Estrategia Nacional de Transporte Sostenible. Caso de estudio: Rio Atrato"
13. "Exposición ambiental a metales pesados de baterías empleadas en alternativas de electromovilidad fluvial"
14. "Incidencia de aspectos geográficos y energéticos de la cuenca del río Atrato en la implementación de la electromovilidad fluvial"
15. "Las capacidades de innovación en las organizaciones. Un análisis cienciométrico desde la perspectiva d los estudios en empresas manufactureras"

Concepto de supervisión tercer informe: Producto obtenido

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO



- ## • 11 Ponencias ✓

**Se han realizado 15 ponencias en el marco del proyecto**



# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

- 04 Foros y talleres participativos sobre movilidad eléctrica con pobladores ribereños del Río Atrato

• Ejecución de 04 foros/taller como cumplimiento de productos:

- "Rutas sostenibles: Innovación en Electromovilidad Fluvial y Logística Integral" en el marco del III Congreso Internacional de Planeación y Logística: Retos y Desafíos para la Generación de Valor Compartido y una Logística Sustentable, 2024, con la participación de COTECMAR, la Universidad de Cartagena y la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla".

- Foro/taller en Rio Sucio

- Foro/taller en el Chocó

- Se realizó el taller denominado "Conociendo la Industria Naval" en el cual se contó con la visita de investigadores de la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH) y la Universidad de Cartagena a las instalaciones de COTECMAR.



Concepto de supervisión tercer informe: En proceso

# PRODUCTOS

## APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO



### • 02 Cursos de movilidad eléctrica

- El estudiante de Maestría completó exitosamente el curso de electromovilidad fluvial.
- Posteriormente, se elaboró la primera propuesta de contenido para el curso de electromovilidad fluvial.
- La primera cohorte del curso "Navegando Hacia el futuro: electromovilidad en embarcaciones Menores" finalizó de acuerdo con lo estipulado el día 29 de Abril de 2024



**Navegando Hacia el Futuro: Electromovilidad en Embarcaciones Menores**  
Informe Final del Curso en Línea

**1. Información General**

Título del Curso: Navegando Hacia el Futuro: Electromovilidad en Embarcaciones Menores

Profesor - Investigador principal: TN Edwin Giovanny Palpa Sanabria.

Durantes: TN Edwin Giovanny Palpa Sanabria, Mireya Terrea González, Perfil Artes Berro Sierra, Edgar Guillermo Bedalos, Yuber Pelecha Torres, Yamileth Aguirre Restrepo, Victor Belja Marroquín, Omar Vásquez Barreto, John Edwin Cárdenas Becerra, Diana Mercedes Ramírez Vilches, Leonardo Bohórquez Maldonado, Edwin Palpa Sanabria, Cesarion Torres Baquero, Luisa Patiño Vilches.

Líder del Diseño y Producción: Edgar Orlando Alierón

Fecha del Informe: Enero de 2024

Período de Avenza: Febrero de 2024 - Marzo de 2024



Concepto de supervisión tercer informe: Completado

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

- 20 Sensibilización a los pobladores de la ribera del Río Atrato en relación a tecnologías de electromovilidad como una alternativa de transporte fluvial en la zona. !

- A través del curso de electromovilidad “Navegando Hacia el futuro: electromovilidad en embarcaciones Menores”, se sensibilizaron 06 pobladores de la ribera del rio Atrato.



Concepto de supervisión tercer informe: En proceso

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

- 01 Folleto alusivo a la electromovilidad fluvial ✓



**IMPACTO AMBIENTAL Y ALIANZA CON LA SENTENCIA T-622/16**

El proyecto ECOTEA se alinea con la Sentencia T-622/16, que obliga a implementar la electromovilidad en el Río Atrato. Los impactos son mínimos.

**ALIANZA ESTRÁTÉGICA**

COLABORADORES:

**SOCIALIZACIÓN PROYECTO**

El equipo de investigación del proyecto ECOTEA ha presentado sus resultados a través de algunas de las autoridades locales del Río Atrato con el objetivo de sensibilizar y sensibilizar a los diferentes actores políticos e institucionales del Río Atrato, así como las comunidades nativas del Río Atrato.

**DESARROLLO DE UNA EMBARCACIÓN ELÉCTRICA ECOAMIGABLE EN EL MARCO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA PARA EL TRANSPORTE FLUVIAL DE CARGA Y PASAJEROS EN EL RÍO ATRATO**

**CONO CON INDUSTRIAS BARRANQUILLA**  
ELECTRICIDAD, VEHÍCULOS HACIA LA ELECTRIFICACIÓN FLUVIAL

**Datos de contacto:**  
Luis Fernando Perea Sandoval  
Investigador principal ECOTEA  
[lfernandoperea@ecotea.com](mailto:lfernandoperea@ecotea.com)

**ELECTROMOVILIDAD**

Se enfoca sobre la promoción de vehículos sostenibles al sistema de transporte, mediante mecanismos eléctricos, siendo una alternativa a las embarcaciones convencionales que generan impactos negativos para el ambiente, contribuyendo así al bienestar de la sustentabilidad ambiental.

**OBJETIVO GENERAL**

Contribuir a incrementar de la manera tecnológica de una embarcación fluvial adecuada a la electromovilidad de RIC (4) a RIC (10) a través de análisis de avances y prácticas en el sector, fortaleciendo así el uso de energía en potencial aplicable en el río Atrato.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**01** Identificar y caracterizar la infraestructura de apoyo y redes para el transporte fluvial en el Río Atrato con el fin de definir las requerimientos técnicos, legales y ambientales para sistemas a desarrollar.

**02** Determinar alternativas tecnológicas para el diseño de sistemas de navegación fluvial eléctrica con base en la característica de los sectores de transporte y infraestructuras de apoyo y las limitaciones geográficas, técnicas y ambientales; apoyando el impacto energético y ambiental.

**03** Diseñar y desarrollar una alternativa de electromovilidad fluvial integrada a la infraestructura de carga y almacenamiento en el Río Atrato.

**04** Realizar la contratación y promoción de avances de la electromovilidad fluvial eléctrica en el sector público, mediante la adopción de estrategias de servicios públicos para Gobernación.

**05** Divulgar los resultados del proyecto con las actores involucrados del sector transporte en el río Atrato.

**RESULTADOS PROYECTO**

**01** Desarrollo de bases tecnológicas  
-Avances de investigación  
-Último resultado de investigación

**02** Desarrollo estrategias de transferencia  
-Convenios e acuerdos bilaterales  
-Reuniones técnicas

**03** Avances y resultados del conocimiento  
-Presentación, tesis y tópicos  
-Presentación de resultados  
-Cursos de capacitación, seminarios e talleres  
-Ponencias científicas  
-Cartillas e folletos  
-Articulación de redes del conocimiento

**04** Transmisión de conocimientos  
-Ponencias, tesis y talleres  
-Presentación de resultados  
-Cursos de capacitación, seminarios e talleres  
-Ponencias científicas  
-Cartillas e folletos  
-Articulación de redes del conocimiento

Concepto de supervisión tercer informe: Pendiente

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

- 01 Fortalecimiento de los grupos de investigación, las instituciones académicas y los centros de investigación participantes de la alianza. ✓

Escuela Naval de Cadetes y  
Armada de Colombia



Universidad Nacional de Colombia



CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACION ENTRE LA CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL - COTECMAR Y EL INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN -ICONTEC - ECOTEC INTERNACIONAL.

Entre los suscritos, el señor Conveniente LUIS FERNANDO MÁRQUEZ VELOSA, mayor de edad, domiciliado en la ciudad de Bogotá e identificado con la cédula de ciudadanía No. 73.144.548 expedido en la ciudad de Cartagena (Bolívar), quien obra en su calidad de Presidente y representante legal de la CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL -COTECMAR- debidamente constituida mediante escritura pública No. 0616 del 21 de julio de 2000 de la Notaría 4º del Circuito de Cartagena e inscrita en la Cámara del Comercio de esta ciudad el 25 de octubre de 2000 en el registro de las entidades sin ánimo de lucro, de conformidad con el certificado de existencia y representante legal expedido por la Cámara de Comercio de Cartagena, con NIT 8000338273-3, en calidad y para efectos de este acuerdo COTECMAR, en una parte, y de otra el señor WILLIAM MALUM CASTELLADO, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía No.

COTECMAR - ICONTEC



CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACION ENTRE LA CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL - COTECMAR Y LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Entre los suscritos, el señor Conveniente LUIS FERNANDO MÁRQUEZ VELOSA, mayor de edad, domiciliado en la ciudad de Bogotá e identificado con la cédula de ciudadanía No. 73.144.548 expedido en la ciudad de Cartagena (Bolívar), quien obra en su calidad de Presidente y representante legal de la CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL -COTECMAR- debidamente constituida mediante escritura pública No. 0616 del 21 de julio de 2000 de la Notaría 4º del Circuito de Cartagena e inscrita en la Cámara del Comercio de esta ciudad el 25 de octubre de 2000 en el registro de las entidades sin ánimo de lucro, de conformidad con el certificado de existencia y representante legal expedido por la Cámara de Comercio de Cartagena, con NIT 8000338273-3, en calidad y para efectos de este acuerdo COTECMAR, en una parte, y de otra el señor WILLIAM MALUM CASTELLADO, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía No.

COTECMAR - UDC



CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACION ENTRE LA CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL - COTECMAR Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL.

Entre los suscritos, el señor Conveniente LUIS FERNANDO MÁRQUEZ VELOSA, mayor de edad, domiciliado en la ciudad de Bogotá e identificado con la cédula de ciudadanía No. 73.144.548 expedido en la ciudad de Cartagena (Bolívar), quien obra en su calidad de Presidente y representante legal de la CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARITIMA Y FLUVIAL -COTECMAR- debidamente constituida mediante escritura pública No. 0616 del 21 de julio de 2000 de la Notaría 4º del Circuito de Cartagena e inscrita en la Cámara del Comercio de esta ciudad el 25 de octubre de 2000 en el registro de las entidades sin ánimo de lucro, de conformidad con el certificado de existencia y representante legal expedido por la Cámara de Comercio de Cartagena, con NIT 8000338273-3, en calidad y para efectos de este acuerdo COTECMAR, en una parte, y de otra la señora VERÓNICA CATALINA BOTERO FERNANDEZ, mayor de edad, identificada con cédula de ciudadanía No. 41.274.180 de Engativá (Antioquia), en calidad de Doctora en la Facultad de Minas de la

COTECMAR - UNAL

Concepto de supervisión  
tercer informe:  
Completado

# PRODUCTOS APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

- 02 Socialización de los resultados de la investigación ante las autoridades y actores interesados ✓
- Se han realizado 6 socializaciones del proyecto ante diferentes autoridades y partes interesadas del transporte fluvial.
  - Participación Dialogo Social para definir la hoja de ruta de la Transición Energética Justa en Colombia.
  - Participación en la inauguración del primer bote escolar propulsado con motores eléctricos y estación de carga solar en Colombia.
  - Socialización de proyectos de transporte y transición energética a la Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte.
  - 7<sup>a</sup> Rueda de Innovación y Sostenibilidad – INVIA
  - Socialización del proyecto como Estrategia de divulgación de resultados en Colombia Productiva
  - Socialización de capacidades de Cotecmar y el cumplimiento de la hoja de ruta de transición energética



# PRODUCTOS

## FORMACIÓN RECURSO HUMANO



- 01 Vinculación de estudiantes de doctorado ✓

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
NIT: 8000000225-8  
Vicerrectoría de Docencia  
Centro de Admisiones, Registro y Control Académico.  
Teléfono 5441888 - 4444160  
Calle 13, Carrera sexta # 35 - 100  
Cartagena - Colombia

Código: 1001000001	ID: 40108848	Fecha: 08/04/2014	Número Asistente Técnico: MABELTH															
Basas Personales	Suscripción:	00																
Reforma Personas: 1001	Académico Regular:																	
Programa: DOCTORADO EN INGENIERIA																		
<table border="1"><thead><tr><th>Materiales</th><th>Nombre</th><th>Código</th><th>Estado</th><th>Caja</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>ESTRUCTURA</td><td>1001000001</td><td>ACTIVO</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>ESTRUCTURA</td><td>1001000001</td><td>ACTIVO</td><td>0</td></tr></tbody></table>				Materiales	Nombre	Código	Estado	Caja	1	ESTRUCTURA	1001000001	ACTIVO	0	1	ESTRUCTURA	1001000001	ACTIVO	0
Materiales	Nombre	Código	Estado	Caja														
1	ESTRUCTURA	1001000001	ACTIVO	0														
1	ESTRUCTURA	1001000001	ACTIVO	0														

**Concepto de supervisión tercer informe:** En desarrollo de trabajo final de grado para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad de Cartagena

- 01 Vinculación de estudiantes de maestría ✓

UNIVERSIDAD NACIONAL  
Sede Medellín

EL SECRETARIO DE FACULTAD

ESTRUCTURA

Dr. LEONARDO RODRIGUEZ MALLORQUIAS, con Código RP: 1144103789, se inscribe (matriculación) en el Plan de Estudios MAESTRÍA EN INCENDIOS - INGENIERÍA ELÉCTRICA en el primer período académico 2014 que comienza el 04 de agosto de 2014.

Tiene reservados 3 asignaturas, que cursa en jornada diurna de tiempo completo y tienen 22 créditos. Presenta un 37.7 % de avance en los créditos que contempla el plan de estudios (en 4 semestres).

Se requiere ante notificado a solicitud del (la) interesado(a) en la ciudad de MEDELLÍN, a los veinticinco (25) días del mes de abril del año dos mil diecisiete (2017).

**Concepto de supervisión tercer informe:** En desarrollo del trabajo final de grado para optar al título de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cartagena. El producto se avalará una vez se reciban aprobación de la tesis sustentada.

# PRODUCTOS

## FORMACIÓN RECURSO HUMANO



- Vinculación de jóvenes investigadores mediante becas pasantías a las actividades de CTel ✓

EMBARCACIÓN ELÉCTRICA ECONOMIGABLE



**Síntesis actividades como joven investigador**

Por: Nara Carolina Romero Sierra

Proyecto: Ecotea - Desarrollo de una embarcación eléctrica economigable, en el marco de la transición energética para el transporte fluvial de carga y pasajeros en el Río Atrato.



EMBARCACIÓN ELÉCTRICA ECONOMIGABLE

Anexo XX. Informe parcial de actividades estudiante de maestría.

Por: Leonardo Bahíquez Maldonado

Informe parcial de avance de actividades de estudiante de maestría

Concepto de supervisión tercer informe: Producto obtenido

# PRODUCTOS ADICIONALES

- Capítulos de libro

## Contributions from the Colombian Navy and Cotecmar in the Framework of the Energy Transition in the River Sector



Edwin Gómez Palps Santofimia, Miguel Andrés Garnica López,  
Taniaith Agustín Restrepo, Linda Sofía Almada Uribe,  
and Edgar Eduardo Quilmes Beltrán

**Abstract:** At the global level there are great challenges associated with climate change and energy efficiency, so there is widespread interest in the technological change of transport to decrease dependence on fossil fuels and optimize the energy matrix. Colombia faces challenges from river transport impacts, with poor infrastructure and an absolute fleet dependent on fossil energy sources, generating high operational costs and environmental impacts. The Colombian Navy and Cotecmar have been joining efforts to provide country solutions in relation to the optimization of the energy matrix of river transport, proposing more and less emission solutions, using renewable energy fuels. Among the projects of greatest impact are: (1) Femicircular ARI—Research plan for the prioritization of electromobility technologies and their prioritization in the strengthening of productive chains in Colombia, river and river modes; (2) MRC-EQ Model of the Colombian Energy System for the evaluation of energy transition scenarios towards the hydrogen economy; (3) ECOTEA—Development of an eco-friendly electric boat in the framework of the energy transition for the

## Life Cycle Assessment for an Eco-Friendly Electric Boat for Navigation in the Atrato River, Colombia



Victor Borja Márquez<sup>1</sup>, Yamileth Aguirre Restrepo<sup>2</sup>,  
Edwin Gómez Palps Santofimia<sup>3</sup>,  
and Edgar Eduardo Quilmes Beltrán<sup>4</sup>

**Abstract:** Transportation is one of the economic sectors with the highest energy consumption and high contribution of greenhouse gas (GHG) emissions. Although, river transport is recognized as the most sustainable, with the best environmental performance (lower emissions and greater energy efficiency), its consumption is 2 to 8 times lower than road transport. It continues to be highly dependent on fossil fuels. For this reason, research is being developed in order to implement low-emission river solutions. The objective of this study is to analyze the emission of river propulsion alternatives for the Atrato River, Colombia's third most important river, by means of a life cycle analysis (LCA) using SimaPro software. It was selected for a shallow draft boat (passenger transport) on a 470 km stretch, with three alternatives: conventional (fossil fuel), electric (lithium batteries), and hybrid, obtaining the emissions in kilograms of carbon dioxide equivalent: 225 kg CO<sub>2</sub>eq (conventional), 31 kg CO<sub>2</sub>eq (electric), and 37 kg CO<sub>2</sub>eq (hybrid). The LCA made it possible to estimate a 90% reduction in CO<sub>2</sub> equivalent emissions with the use of the electric alternative compared to the conventional alternative, demonstrating its applicability as an optimal alternative.

## River Electromobility and Its Contribution to Sustainable Development Goals



Taniaith Agustín Restrepo<sup>1</sup>, Miguel Andrés Garnica López<sup>2</sup>,  
Edwin Gómez Palps Santofimia<sup>3</sup>, Julian Andrés Zapata,  
and Edgar Eduardo Quilmes Beltrán<sup>4</sup>

**Abstract:** At a global level, there is interest in the decarbonization of river transportation, as it belongs to one of the economic sectors with the highest energy consumption and a high percentage of emissions, contributing to more than seventy-five percent (75%) of greenhouse gas emissions (GHG), with a greater impact than road transport, and its consequences are evident within the complex context of climate change. The objective of the study was to analyze actions taken by 17 countries related to the innovation of river transportation with clean and emission technologies, and their contribution to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). The implemented actions were categorized in Canada, USA, Germany, Australia, Costa Rica, Peru, Argentina, Norway, France, Spain, Bolivia, China, India, South Africa, Monaco, New Zealand, and Colombia. The study found that the most significant actions to address climate change and energy efficiency challenges in river transportation are associated with Nationally Determined Contributions (NDCs) in each country and the integration of measures with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda, with river electromobility being highlighted as one of the best alternatives due to its efficiency, environmental performance, and its contribution to achieving the SDGs.

## Technological Alternatives for Sustainable River Mobility in Colombia



John E. Caselio Becerra, Leonardo Bohórquez Maldonado,  
Miguel Andrés Garnica López, and Edwin Gómez Palps Santofimia

**Abstract:** It is essential to analyze electromobility technological alternatives in the river sector to contribute to the energy transition in Colombia. This analysis mainly aims to identify technologies that can improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in river transport systems. Therefore, the present study examines sixteen electric and hybrid propulsion systems and five eco-friendly vessels in detail. For this purpose, a qualitative analysis was carried out in which relevant aspects were evaluated, such as propulsive power, type of transport, use of fossil fuels, pollutant emissions, specialized infrastructure, implementation references, and associated costs. Subsequently, the feasibility of implementing these technologies in Colombia was analyzed, considering the technology readiness levels (TRL) and the associated risks in propulsion technologies and support infrastructure. In this way, a clear vision of the viable alternatives to be implemented in the country in the long, medium, or short term is obtained towards more sustainable and environmentally friendly river mobility.

# PRODUCTOS ADICIONALES

Socialización





**PROYECTO  
ECOTEA**

**¡ GRACIAS !**

