



Unillanos, Cualificación Académica y Acción Social



Memorias - CICI 2024



Facultad de Ciencias  
Básicas e Ingeniería

# V Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería - CICI 2024

## Comité Organizador:

Presidente: Elvis Miguel Perez Rodriguez - Decano FCBI  
 Vicepresidente: Santiago Sandoval Gutierrez - Dir. Centro de Investigación FCBI  
 Wilson Monroy Moyano - Dir. Centro de Proyección Social FCBI  
 Olga Lucero Vega Marquez - Dir. Escuela de Ingeniería FCBI  
 Beatriz Rojas García - Dir. Departamento de Matemáticas y Física FCBI  
 Jorge Jimenez Montoya - Dir. Departamento de Biología y Química  
 Karol Baquero Borda - Dir. Programa de Ingeniería Ambiental  
 Luis Antonio Gonzalez Montaña - Dir del Museo de Historia Natural Unillanos  
 Miguel Navarro Ramirez - Profesor Departamento de Biología y Química  
 Luis Machado Domínguez - Profesor Departamento Matemáticas y Física  
 Sara Cristina Guerrero - Profesor Departamento Matemáticas y Física  
 Cesar Díaz Celis - Profesor Escuela de Ingeniería

## Comité Científico:

Daniel Aguilera Bulla - Cergy París University  
 Carlos Alberto Niño Sandoval - University of Birmingham  
 Jorge Luis Pimentel Jr - Universidade Federal do Rio Grande do Sur  
 Adelhakim Elmouhawidi - Universidad de Granada - España  
 Paola Andrea Gómez Barreto - Schneider Electric and Capgemini Francia  
 Carmen Elena Barragán - Universidade Federal do Goiás  
 Rafael Gonzalez Martinez - Universidad del Norte Colombia  
 Jaime Alberto Chavarriaga - Itempo SAS  
 Ramiro Miguel Acevedo - Universidad el Cauca  
 Oscar Orlando Melo - Universidad Nacional de Colombia

## Patrocinadores:

Universidad de los Llanos  
 Dirección General de Investigaciones - Unillanos  
 Dirección General de Proyección Social - Unillanos  
 OIRI - Unillanos  
 Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería - Unillanos  
 Cormacarena  
 Enciso Systems  
 Dotaequip LTDA  
 Sasoftco  
 Nuevos Recursos  
 Orinoquía Experiences

## EDITORIAL

A través de la presentación de este libro de memorias, culminamos con éxito el V Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería CICI-2024, esta edición especial se realiza con el apoyo de la revista Punto de Inflexión (ISSN 3028-6425) de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería (FCBI) de la Universidad de los Llanos.

La postulación de más de 150 trabajos y la presentación de reconocidos invitados internacionales en las áreas de INGENIERÍAS: Electrónica, Sistemas, Ambiental, Procesos y afines; CIENCIAS BÁSICAS: Biología, Matemáticas, Química, Física y Estadística y GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÍA, permiten evidenciar la fortaleza y madurez con las que el congreso se ha desarrollado a través de estos años.

Los conferencistas invitados mostraron los avances en sus respectivos campos de conocimiento a través de talleres y conferencias magistrales. En el área de la física el Dr. Jorge Luiz Pimentel, a través de la conferencia “Introducción a la Espectroscopía Raman y sus aplicaciones” demostró la aplicación y puesta en práctica en temas como superconductividad, magnetismo y nanomateriales. A su vez el Dr. Rafael González con la conferencia “Danza Cuántica: Electrones rebeldes y los materiales del futuro”, desarrolló la relación y avances entre la teoría de la física de materia condensada y sus herramientas computacionales.

Por su parte el Dr. Burt Philip Kotler con el taller “A workshop on ecological and evolutionary models” y la conferencia “Disease ecology with the mycoplasma and the cancer mice” y la Dra. Carmen Elena Barragan con el taller “Prospección de marcadores para Biología Molecular” y la conferencia “Genômica de la Conservación: Estrategias para análisis de la Biodiversidad” presentaron los avances y proyecciones en el campo de la ecología, diversidad y evolución.

4

Asimismo, la Dra. Paola Andrea Gómez conectó su experiencia en los campos de la arquitectura empresarial, procesos de negocio, desarrollo de software y de consultoría, a través de los talleres “CV skill-based for effective enrollment” y “Ensuring software FCBI) modeling for success” y de la conferencia “Big enterprises, Little steps, Great results”. A la par, el Dr. Jaime Chavarriaga con la conferencia “Soportando múltiples opciones de despliegue Azure en GitHub Actions”, mostró su experiencia en Desarrollo de Software Basado en Modelos y Plataformas de Computación en la Nube.

El área de matemáticas y estadística, estuvo representada por los Doctores Oscar Orlando Melo con la conferencia “Análisis de superficies de respuesta” y Ramiro Miguel Acevedo con la conferencia “An adaptive finite element method for the quasi-stationary Maxwell equations”; quienes mostraron la relación del diseño experimental hacia los modelos lineales y sus aplicaciones en la resolución de problemas de electromagnetismo.

Por su parte el Profesor de física de la Universidad de los Llanos Davian Martínez B. con su conferencia “Identificación de fases cristalinas mediante ajuste de Refinamiento Rietveld en GSAS” conectó la cristalográfica e identificación de fases cristalinas mediante el uso del software GSAS-II. Adicionalmente, realizó un Avistamiento de Aves en el campus Barcelona a cargo de la Profesora Andrea Morales Rozo McSi. lo cual constituye un aporte a la consolidación del congreso y conocimiento de la biodiversidad de la Universidad de los Llanos.

La jornada cerró con la presentación “Buscando la fase de la luz: de Maxwell al microscopio” del Estudiante de doctorado en física aplicada, Daniel Santiago Penagos, la cual se enfocó en la articulación de campos electromagnéticos para microscopía.

Es así como a través de las diferentes presentaciones, talleres y conferencias el V Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería CICI-2024, continúa aportando a la consolidación de los diferentes grupos de investigación; como espacio para la generación y difusión del conocimiento.



Lo anterior, representa los ideales con los que se propuso el I Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería CICI-2016 y genera un motivo más para continuar trabajando en la puesta en marcha del VI Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería CICI-2026, en el cual estaremos contentos de contar con su presencia.

**Santiago Sandoval Gutierrez**

Director

Centro de Investigaciones FCBI

**Miguel Navarro Ramírez**

Profesor

Departamento Biología y Química FCBI

Finalmente, la consolidación de este evento ha sido posible gracias a la participación de los patrocinadores, a los cuales les extendemos un efusivo agradecimiento.

# Contenido

Síntesis De Fibras De Grafeno Oxidado De Cascarilla De Arroz Para Captura De Co <sub>2</sub>	11
Efecto Del Mg Y Zeolita X En La Estructura Del Ni-Mof-74 Para Adsorción De Co <sub>2</sub>	17
Híbridos Mof-Zeolita: Síntesis, Análisis Estructural Y Exploración De Potenciales Aplicaciones	22
Síntesis De Bases De Schiff Del Tipo(2s)-3-Sustituido-2-[(E)-(1-Feniletil En)Amino] Propanoato De Alquilo Derivadas De Acetofenona Y 2-Aminoacidos Y Su Potencial Uso Como Agentes Antifúngicos Frente A <i>Fusarium Oxysporum</i>	27
Influencia De La Temperatura Corporal En El Rendimiento Locomotor En Especies Del Grupo <i>Anolis Fuscoauratus</i>	34
Efectos De Exposición Del Lufenurón Sobre El Desarrollo Espermatogénico En Juveniles De Yamú <i>Brycon Amazonicus</i>	39
Modelación Del Uso De Refugios Urbanos Por Un Murciélagos Neotropical	44
Síntesis Verde De Tiosemicarbazones (Tsc) Y Tiazolidinonas Asistida Por Microondas Y Evaluación De Su Actividad Antioxidante	49
Impacto De Algunos Factores Ambientales En La Actividad De Tres Especies De <i>Saccopteryx</i> (Chiroptera: Emballonuridae)	54

Mixed Degenerate Parabolic Problems With Application To Transient Eddy Current Problems With Source Data	59
Dinámica De Coberturas En La Amazonía Colombiana Mediante Un Modelo De Competencia	63
Percepción De <i>Didelphis Marsupialis</i> L. En Una Comunidad Rural De Villavicencio (Meta, Colombia)	72
Estudio De Infestación Y Daños Causados Por Moscas En Cultivos Frutales Urbanos De Villavicencio	77
Agentes Patógenos En La Sangre De Los Murciélagos En Un Área Exurbana De Villavicencio: Análisis Preliminar	84
Aproximación Numérica De Un Problema Mixto Proveniente Del Modelo De Corrientes Inducidas	89
Resultados Preliminares De Los Efectos De La Enrofloxacina Sobre Las Branquias De Alevinos De Tilapia Roja <i>Oreochromis Sp.</i>	92
Análisis De Variables Fisicoquímicas En Estaciones Piscícolas En El Departamento Del Meta	97
Estudio Teórico De La Rectificación Óptica De Una Molécula De Puntos Cuánticos Inmersa En Un Campo Magnético Uniforme	103
Evaluación De Aceites Esenciales De <i>Piper</i> Contra <i>Fusarium Solani</i>	106
Determinación De La Ingesta Semanal Recomendable De Bagre Del Río Meta En Personas Vulnerables	111
Hacia La Autonomía Energética Fotovoltaica: Un Estudio De Necesidad	116

## El Diseño De Producto Desde Las Ciencias Básicas E **121** Ingeniería

Modelo De Enrutamiento Para La Recolección De Pedidos En Un Almacén Convencional Con Líneas De Dos Bloques Iguales, Mediante Los Algoritmos Heurísticos S-Shape Y La Brecha Más Grande **126**

A Reconfigurable Partially Decoupled Parallel Robot For R-Stem Education **144**

Starksw4bpmn Generador De Código Para Sistemas De Información Externos Integrados En Un Software Basado En Bpmn **150**

Diseño De Un Sistema Automatizado En Granjas De Engorde De Cerdos **155**

Formalismo Matricial Para La Identificación De Parámetros En Motores De Dc Con Escobillas **160**

Diseño De Un Sistema De Prescripción De Riego Basado En La Medida De La Temperatura De Las Hojas **165**

Sistema Inteligente Para La Detección Y Cosecha En Cultivos De Fresa Con Mantillo **171**

Automatización De Procesos De Gestión Contable En Una Empresa Local Através De Herramientas De Microsoft Y Python **177**

Digital Government Policy Assessment At Local Governments Of Colombia **183**

Metodologías Para La Evaluación De La Sostenibilidad En Proyectos Viales **189**

Selecting A Bpm Platform: Beyond Traditional Evaluation Criteria	196
Una Mirada A La Sostenibilidad De Los Procesos Productivos En La Industria Alimentaria Desde La Dinámica De Sistemas	202
Monitoreo De Material Particulado Con Purple Air En La Universidad De Los Llanos	207
Mejorando El Rendimiento Y Experiencia De Usuario Del Sistema De Información Geográfica Online & 3d De La Universidad De Los Llanos	213
Diseño De Una Plataforma Web Para Un Modelo De Medición Y Análisis De Resultados De Aprendizaje Del Programa Ingeniería De Sistemas De La Universidad De Los Llanos	219
Exploración De Métodos De Aprendizaje Profundo Para La Superresolución De Imágenes De Microscopía	226
Diseño De Una Plataforma De Monitoreo Y Análisis De La Dinámica De Murciélagos Insectívoros	232
Efecto De Los Extractos De Uva Caimarona (Pourouma Cecropiifolia) Sobre El Aceite De Palmaafricana	239

# HACIA LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA FOTOVOLTAICA: UN ESTUDIO DE NECESIDAD

Neyer M. Carvajal<sup>1</sup>[0009-0009-7271-2625], Carlos A. Parada <sup>1</sup>[0009-0003-1670-2795], Jhon H. Díaz<sup>1</sup>[0009-0002-4887-7111], Angie P. Rique.and Jairo C. Gómez<sup>1,2</sup>[0000-0001-5857-8751]

<sup>1</sup> Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo, Bogotá D.C, Colombia <sup>2</sup> Fundación Universitaria Compensar, Facultad de Ingeniería. Grupo de Investigación en Ingenierías GIIS, Bogotá D.C, Colombia

neyer.carvajal862@cide.edu.co

**Resumen.** Este trabajo presenta el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo para la iluminación de la cancha mixta en la sede de Rionegro del Centro Internacional para el Desarrollo Educativo (CIDE). A través de un levantamiento arquitectónico y análisis lumínico, se determinó que cuatro lámparas LED de 100W distribuidas estratégicamente proporcionan la iluminación necesaria. El sistema fotovoltaico, compuesto por paneles solares, baterías, inversores y controladores, fue dimensionado para asegurar una autonomía de 4 horas de iluminación. Más allá de solucionar las deficiencias de iluminación, el proyecto ofrece una valiosa oportunidad de formación práctica para los estudiantes de ingeniería eléctrica, fortaleciendo sus conocimientos en energías renovables y eficiencia energética.

**Palabras clave:** Energías renovables, Formación práctica, Iluminación LED, Sistema fotovoltaico autónomo, Sostenibilidad.

116

## 1 Introducción

La creciente demanda de energía y la necesidad apremiante de reducir la huella de carbono han impulsado a las instituciones educativas a adoptar soluciones sostenibles para sus operaciones[1]. El Centro Internacional para el Desarrollo Educativo (CIDE), consciente de esta realidad, se ha propuesto dar pasos firmes hacia la transición energética en sus sedes. Uno de los principales desafíos que enfrenta CIDE es la iluminación de las instalaciones deportivas, que representan una porción significativa del consumo eléctrico

de la institución. La cancha de fútbol y baloncesto en la sede de Rionegro, en particular, pues debido a la naturaleza formativa inicial de la institución, no se contempló la necesidad de iluminación nocturna; pues es solo se tenía jornada diurna. Contrario al momento actual, pues se tiene jornada nocturna constante. Con el objetivo de abordar esta problemática, CIDE ha emprendido el proyecto “Paneles Solares y Autonomía Energética: Un aporte del CIDE a la sociedad y la educación”. Este ambicioso plan busca lograr la máxima autonomía energética de la institución mediante la implementación de sistemas de energía renovable basados en paneles solares. La fase inicial de este proyecto, objeto de este trabajo, se enfoca en la instalación de un sistema de iluminación LED alimentado por energía solar en las canchas deportivas de la sede de Rionegro.

Más allá de los beneficios energéticos y ambientales, esta iniciativa tiene como objetivo brindar una valiosa oportunidad de formación práctica a los estudiantes de ingeniería eléctrica. Al involucrarse activamente en el diseño, instalación y operación del sistema fotovoltaico, se busca fortalecer sus conocimientos y habilidades en el campo de las energías renovables y la eficiencia energética, preparándolos para los desafíos del mercado laboral actual. Este documento detalla el proceso de análisis del sistema de iluminación LED alimentado por energía solar en las canchas deportivas de la sede de Rionegro, abordando aspectos como el levantamiento arquitectónico, el análisis lumínico, el dimensionamiento del sistema fotovoltaico y la participación de los estudiantes. Además, se presenta un análisis técnico de la solución propuesta, resaltando su viabilidad y los beneficios que aporta a la institución y a la comunidad educativa.

## 2 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto, se llevó a cabo un análisis minucioso de las características técnicas y dimensionales de la cancha deportiva ubicada en la sede de Rionegro del CIDE, con el fin de determinar los requerimientos lumínicos y diseñar un sistema fotovoltaico autosuficiente. En primera instancia, se realizó un levantamiento arquitectónico detallado de la cancha, utilizando herramientas de modelado 3D que permitieron obtener las dimensiones precisas del área a iluminar. La cancha cuenta con un perímetro aproximado de 75 metros y un área total de 237 m<sup>2</sup> (Ver figura 1).

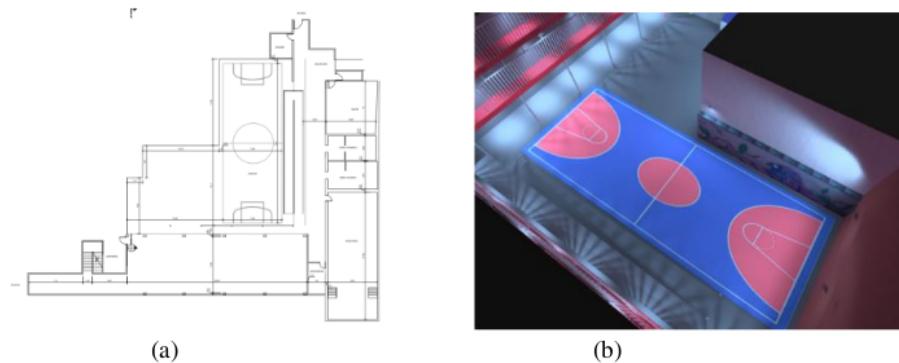


Fig 1. Planos arquitectónicos (a) 2D Planta 1 (b) 3D centrado en la cancha.  
Fuente: Los autores

Posteriormente, se efectuó un análisis lumínico exhaustivo, teniendo en cuenta las normativas locales establecidas en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETI LAP) [2]. Según los requisitos del RETI LAP, la iluminación mínima requerida para canchas de uso deportivo recreativo es de 60 lux (Ver figura 2) [3]. Tras el análisis de las necesidades lumínicas, se seleccionaron lámparas LED de 100 watts como la opción más adecuada. Estas luminarias LED se caracterizan por su alta eficiencia energética, larga vida útil y excelente calidad de iluminación, garantizando una distribución uniforme de la luz en la cancha.

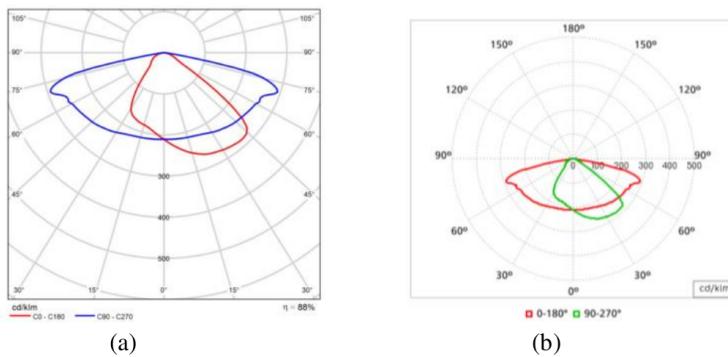


Fig. 2. Diagrama Polar de Intensidad (a) Mediante calculo teórico (b) Philips LED70 - 4S/722

118

Partiendo de los requerimientos de iluminación establecidos, se procedió al dimensionamiento del sistema fotovoltaico necesario para alimentar el sistema de iluminación LED. Considerando que se requieren 4 luminarias LED de 100 watts cada una, la potencia total del sistema de iluminación sería de 400 watts. Teniendo en cuenta un factor de seguridad del 50%, la potencia total del sistema fotovoltaico se estableció en 600 watts.

Además, se estimó un tiempo de funcionamiento diario de 5 horas, lo que

resulta en un consumo energético total de 3 kWh por día. Con base en el cálculo de la demanda energética, se seleccionaron los siguientes componentes para el sistema fotovoltaico: un panel solar monocristalino de 550 watts, un controlador de carga MPPT de 24V a 40A, un inversor monofásico de onda pura de 500 watts, y dos baterías solares de gel de 12V - 100Ah.

Según el análisis realizado utilizando la plataforma web de la NASA "Prediction of Worldwide Energy Resources" (POWER), la ciudad de Bogotá, donde se ubica la sede de Rionegro del CIDE, presenta un potencial de radiación solar significativo, con un promedio entre 4.5 kWh/m<sup>2</sup> y 7.5 kWh/m<sup>2</sup> durante el año, siendo los meses de diciembre y enero los más favorables al alcanzar valores de hasta 7.5 kWh/m<sup>2</sup>. Adicionalmente, el estudio determinó que la mejor ubicación para los paneles solares sería con una orientación hacia el sur y una inclinación de aproximadamente 7 grados, configuración que permite aprovechar de manera eficiente la trayectoria solar a lo largo del día y las variaciones estacionales, optimizando así la generación de energía fotovoltaica.

Con base en estos datos, se garantizó que el sistema fotovoltaico diseñado contará con la capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos de iluminación de la cancha deportiva, asegurando una autonomía de 4 horas de funcionamiento.

### 3 Resultados y Discusión

El análisis lumínico realizado demostró que la distribución estratégica de cuatro lámparas LED de 100 watts es suficiente para cubrir la cancha de manera uniforme y cumplir con los requisitos mínimos de iluminación establecidos en el RETILAP. Por otro lado, el sistema fotovoltaico dimensionado, con una capacidad instalada de 600 watts, un controlador de carga MPPT, un inversor de onda pura y dos baterías solares de gel cuenta con la capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos de iluminación de la cancha deportiva, asegurando una autonomía de 4 horas de funcionamiento.

119

Es importante resaltar que, a la fecha, la institución ha logrado adquirir aproximadamente el 50% de los insumos requeridos para la implementación del sistema fotovoltaico, incluyendo el panel solar, el controlador de carga y una de las baterías. Este avance representa un logro significativo y sienta las bases para la continuidad del proyecto. Los componentes faltantes, como el segundo banco de baterías, el inversor y las luminarias LED, se encuentran en proceso de adquisición, con el objetivo de completar la instalación en el corto plazo.

Además del cumplimiento de los objetivos técnicos, este proyecto ofrece una valiosa oportunidad de formación práctica para los estudiantes de ingeniería eléctrica de la institución. Al involucrarlos activamente en el diseño, instalación y operación del sistema fotovoltaico, se fortalecen sus conocimientos y habilidades en el campo de las energías renovables y la eficiencia energética, preparándolos para los desafíos del mercado laboral actual.

## 4 Conclusiones

La implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico para la cancha mixta de la sede de Rionegro del CIDE es una solución viable y beneficiosa en términos energéticos y educativos. El análisis técnico, incluyendo el levantamiento arquitectónico, el estudio lumínico y el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, demostró la factibilidad de la propuesta. El uso de la plataforma web de la NASA "Prediction of Worldwide Energy Resources" (POWER) permitió determinar con precisión el potencial de radiación solar en la zona, respaldando la viabilidad de un sistema fotovoltaico autosuficiente. Además, la orientación e inclinación óptima de los paneles garantiza la máxima captación de energía solar. Este proyecto también ofrece una valiosa oportunidad de formación práctica para estudiantes de ingeniería eléctrica en energías renovables y eficiencia energética.

## References

- [1] R. Aghamolaei and M. Fallahpour, "Strategies towards reducing carbon emission in university campuses: A comprehensive review of both global and local scales," *J. Build. Eng.*, vol. 76, no. March, p. 107183, 2023, doi: 10.1016/j.jobe.2023.107183.
- [2] Ministerio de Minas y Energía, "Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP" LIBRO 1 ASPECTOS GENERALES, no. May. Bogotá D.C, 2024. [Online]. Available: [https://www.minenergia.gov.co/documents/11685/01\\_Libro\\_1\\_RETILAP\\_2024\\_Rev\\_Final\\_WEB.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11685/01_Libro_1_RETILAP_2024_Rev_Final_WEB.pdf).
- [3] Ministerio de Minas y Energías, "Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP" MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA LIBRO 3 INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, no. May. Bogotá D.C, 2024. [Online]. Available: [https://www.minenergia.gov.co/documents/11687/03\\_Libro\\_3\\_RETILAP\\_2024\\_Rev\\_Final\\_WEB.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11687/03_Libro_3_RETILAP_2024_Rev_Final_WEB.pdf).