

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

2025 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2025 Os autores
Copyright da Edição © 2025 Editora Artemis



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M.ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M.ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
Imagen da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

- Prof.º Dr.º Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.º Dr.º Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.º Dr.º Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.º Dr.º Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.º Dr.º Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.º Dr.º Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.º Dr.º Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.º Dr.º Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.º Dr.º Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.º Dr.º Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.º Dr.º Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.º Dr.º Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.º Dr.º Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.º Dr.º Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.º Dr.º Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Elio Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.º Dr.º Elvira Laura Hernández Carballedo, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.º Dr.º Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste / Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá
Prof. Dr. Gabriel Diaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramón Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Lívia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª M³ Graça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, Universidad de Guadalajara, México
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del País Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, Saint Petersburg State University, Russia
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, Universidad de León, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico VII [livro eletrônico] / Organizador Xosé Somoza Medina. – Curitiba, PR: Artemis, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-76-5

DOI 10.37572/EdArt_091225765

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

El presente volumen de **Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Ambiental, Cultural y Socioeconómico** reúne investigaciones que, aunque diversas en métodos, contextos y objetos de estudio, convergen en un propósito común: comprender y transformar las realidades socioambientales mediante la ciencia aplicada, la innovación tecnológica y el diálogo interdisciplinario. Para orientar esta pluralidad, como en ediciones anteriores, los capítulos se organizan en dos grandes ejes temáticos: Ciencia y Tecnología. No obstante, que nadie piense que los trabajos del primer bloque carecen de visión y aplicaciones tecnológicas o que los del segundo no nacen del más sincero rigor científico, es simplemente una forma de organizar los saberes, como en la antigüedad clásica que diferenciaban entre Artes Mayores y Menores.

La primera parte, **Ciencia**, agrupa trabajos que examinan procesos históricos, sociales y productivos vinculados al desarrollo regional, en los que está presente, en todos ellos, las características propias de los lugares como elemento fundamental. Incluye la caracterización de tecnologías constructivas en sitios arqueológicos del Periodo Formativo andino, el análisis del bovino criollo mixteco como recurso zoogenético estratégico y motor potencial de desarrollo comunitario, la caracterización del sector frutícola en provincias clave de Argentina y la aplicación de técnicas geoestadísticas combinadas con el concepto C4 para el mapeo objetivo de biomasa que ayude a mitigar la plaga de los incendios forestales. Aunque provenientes de campos distintos, estos trabajos comparten una visión amplia de sostenibilidad, en la que convergen la preservación cultural, la innovación social, la valorización de recursos locales y la aplicación de metodologías experimentales con impacto directo en la gestión ambiental.

La segunda parte, **Tecnología**, reúne estudios que abordan el uso de la inteligencia artificial en diagnósticos médicos, la seguridad alimentaria, fenómenos fisicoquímicos y sistemas inteligentes. Los capítulos aquí incluidos muestran cómo la ingeniería, la física aplicada, la química y las ciencias de los materiales pueden ofrecer soluciones concretas a problemas actuales. Este eje integra estudios sobre la evaluación comparativa de arquitecturas de inteligencia artificial aplicadas al diagnóstico temprano de diabetes tipo 2, el encogimiento del chícharo en secadores de lecho fluidizado para mejorar su conservación, el uso de aplicadores de microondas para un más eficiente tratamiento térmico de suelos y el diseño de sistemas domóticos alimentados con energía fotovoltaica. Se trata de contribuciones que destacan la relevancia de la investigación aplicada para avanzar en la eficiencia energética, la mejora de la salud y el desarrollo de prácticas sostenibles de alta precisión.

De este modo, el volumen VII reafirma el espíritu interdisciplinario de la colección *Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Ambiental, Cultural y Socioeconómico*. Aquí, la tecnología dialoga con el territorio, la modelización científica se entrelaza con saberes tradicionales y la innovación se presenta como puente entre los desafíos ambientales y el bienestar colectivo. Confiamos en que esta obra inspire nuevas investigaciones, motive lecturas críticas y contribuya al fortalecimiento de prácticas orientadas hacia un futuro más sostenible, justo e integrado.

Xosé Somoza Medina

SUMÁRIO

CIÊNCIA

CAPÍTULO 1.....1

TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO BUENAVISTA (LA PAMPA, CORONGO – ÁNCASH) DURANTE EL PERÍODO FORMATIVO

Efraín Vidal Espinoza

Elsa Celina Sánchez Cacha

Cesar Augusto Serna Lamas

Fredy Osvaldo Loli Natividad

Leopoldo Enrique Neglia Valderrama

Victor Alberto Pocoy Yauri

José Yovera Saldarriaga

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257651

CAPÍTULO 2.....17

REVALORIZACIÓN Y CONSERVACIÓN GENÉTICA ANTE LAS DEMANDAS ECO-SALUDABLES Y ESTRATEGIAS DE VALOR AGREGADO COMUNITARIO

Martín Reyes García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257652

CAPÍTULO 3.....27

CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR FRUTÍCOLA EN LAS PROVINCIAS DE BUENOS AIRES, SANTA FE Y ENTRE RÍOS (REPÚBLICA ARGENTINA)

Victorina Mariana Rivera Rúa

Violeta Riolfo

Rubén Marcelo Coniglio

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257653

CAPÍTULO 4.....40

CONCEPTO CONDICIONAL DE CARGAS COMBUSTIBLES -C4- PARA LA SELECCIÓN DE MODELOS DE COMBUSTIBLES FORESTALES

José German Flores-Garnica

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257654

TECNOLOGIA

CAPÍTULO 5.....	54
-----------------	----

COMPARACIÓN DE ARQUITECTURAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO GENERADAS POR IA (COPILOT VS. DEEPSEEK) EN LA CLASIFICACIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS PIMA INDIANS DIABETES

Moisés García Villanueva

Salvador Ramírez Zavala

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257655

CAPÍTULO 6.....	72
-----------------	----

INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE AIRE Y TEMPERATURA EN EL ENCOGIMIENTO DEL CHÍCHARO POR SECADO

Alejandro Díaz Medina

Alexis Marco Antonio Romero Pérez

Miguel Angel Pérez Fajardo

Noe Jardon Romero Pérez

Ivan Vladimir Molina Jaramillo

Francisco Vidal Caballero Dominguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257656

CAPÍTULO 7.....	82
-----------------	----

EXPERIMENTAL STUDY OF MICROWAVE SLOW WAVE COMB AND CERAMIC APPLICATORS FOR SOIL TREATMENT AT FREQUENCY 2.45 GHZ

Grigory Torgovnikov

Graham Brodie

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257657

CAPÍTULO 8.....	93
-----------------	----

SISTEMAS DOMÓTICOS ALIMENTADOS CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Guadalupe García Toribio

Heriberto Hernández Rodríguez

José Luis Gutiérrez García

Román Gutiérrez Marcos

Israel Ildefonso García

Luisa Angelica Viñas Meza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0912257658

SOBRE O ORGANIZADOR.....	109
--------------------------	-----

ÍNDICE REMISSIVO	110
------------------------	-----

CAPÍTULO 8

SISTEMAS DOMÓTICOS ALIMENTADOS CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Data de submissão: 07/11/2025

Data de aceite: 28/11/2025

Guadalupe García Toribio

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en Informática
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0002-2711-9242>

Heriberto Hernández Rodríguez

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en
Sistemas Computacionales
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0009-0000-4889-2181>

José Luis Gutiérrez García

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en Informática
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0003-0930-2083>

Román Gutiérrez Marcos

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en
Sistemas Computacionales
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0009-0008-0572-2463>

Israel Ildefonso García

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en
Gestión Empresarial
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0009-0008-2248-7055>

Luisa Angelica Viñas Meza

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico
Superior de Teziutlán
Academia de Ingeniería en
Gestión Empresarial
Fracción I y II s/n Aire Libre
Teziutlán, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0002-5675-6267>

RESUMEN: La erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible son objetivos clave de la ONU desde 2015. Aunque el crecimiento poblacional aumentará la demanda de

energía accesible, la dependencia mundial de combustibles fósiles está causando crisis climáticas y económicas. Por tanto, se necesita un cambio hacia fuentes de energía alternativas, como la solar y eólica, para lograr una producción energética sostenible y asequible. El proyecto propuesto busca fortalecer la producción eléctrica con dos objetivos: proporcionar energía limpia y renovable para viviendas con servicios básicos, y automatizar estos servicios mediante programación y domótica para optimizar el uso eficiente de recursos. Se utilizarán dispositivos de energía fotovoltaica, sensores y técnicas de aprendizaje automático para ajustarse según los hábitos de los habitantes, beneficiando tanto a comunidades con necesidades básicas como a las viviendas con servicios establecidos. En última instancia, este proyecto contribuirá al logro de los objetivos planteados para el año 2030.

PALABRAS CLAVE: energía; fotovoltaica; renovable; vivienda.

PHOTOVOLTAIC-POWERED DOMOTIC SYSTEMS

ABSTRACT: The UN's 2015 goals of poverty eradication and sustainable development require transitioning from fossil fuels due to climate and economic challenges from population growth. This paper introduces a project to enhance energy production, focusing on clean, renewable power for basic needs and resource-efficient automation. By utilizing devices, solar energy, sensors, and machine learning, the project adapts to residents' habits, benefitting both basic and established services. The initiative aligns with 2030 UN objectives. This project envisions an autonomous, sustainable energy system applicable in rural areas for automated water pumping, lighting, and networking. Its core goal is efficient residential optimization. A photovoltaic renewable energy demotic project can lower costs, promote clean energy, and encourage sustainability. Industries can adopt these systems for controlled resource management, with stages including installation, programming, and testing. Materials like solar panels, inverters, and batteries ensure efficient energy management.

KEYWORDS: energy; photovoltaic; renewable; housing.

1. INTRODUCCIÓN

Existen múltiples motivos para considerar un sistema autónomo y sustentable que utilice energía libre. Este enfoque podría ser aplicado en entornos rurales, donde las condiciones son desafiantes, por ejemplo, para automatizar el bombeo de agua potable o proveer iluminación en ausencia de una red eléctrica convencional como la de la Comisión Federal de Electricidad, especialmente en la noche. Además, podría abarcar servicios mediante dispositivos inalámbricos para llevar internet. En esencia, el propósito de este proyecto es crear un entorno controlado en hogares que optimice recursos de manera automática, adaptándose a diversas situaciones basadas en las necesidades de los residentes.

Un proyecto de energía renovable fotovoltaica de sistemas domóticos ofrece la oportunidad de contribuir al cuidado del medio ambiente mediante energías limpias, al tiempo que ayuda a los ciudadanos a ahorrar en tarifas eléctricas controladas y fomentar nuevas formas de sostenibilidad (Cuesta Ledesma, 2021).

Las industrias podrían beneficiarse al probar este tipo de sistemas en ambientes similares para contribuir al desarrollo productivo y explotar recursos de manera controlada mediante la domótica. Aunque la industria ya cuenta con algunos mecanismos de este tipo, las tarifas de energía y adquisición son altas. Dado el alto consumo energético en instalaciones industriales, se evidencia la necesidad de alternativas para atender la demanda, y un enfoque investigativo controlado puede ser clave para abordar este problema.

Un sistema básico de energía fotovoltaica podría reducir costos de servicios municipales en ayuntamientos, además de abaratar sistemas de riego, la ganadería, la avicultura, y la electrificación de establos, comercios y servicios. También permitiría llevar electricidad a comunidades remotas y promover su desarrollo.

La construcción de un sistema de energía renovable y automatizado implica familiarizarse con conceptos eléctricos y electrónicos, distribución de señales, medición de voltajes, energía solar, instalación de celdas fotoeléctricas, y la programación de microcontroladores y Arduino. Se requiere comprender la comunicación entre dispositivos eléctricos para automatizar hogares y extraer datos valiosos. La garantía de un sistema siempre activo demanda numerosas pruebas y evaluaciones antes de implementar el proyecto final, que incluye etapas como instalación de equipo, programación de domótica, pruebas y puesta en marcha.

La instalación de equipos requiere conocimientos técnicos en paneles solares, ángulos de inclinación, capacidad de celdas según la demanda energética, configuración de controladores y capacidad de inversores para amplificar el voltaje. Esto garantiza la seguridad de los usuarios y la integridad de los dispositivos utilizados.

La programación de domótica y electrónica separa funciones de los usuarios para cuidar recursos, basándose en ahorro, eficiencia y generación energética. Esta automatización aísla los riesgos de la instalación eléctrica en el hogar y facilita tareas diarias, como la automatización del bombeo de agua, iluminación, seguridad con sensores y alarmas, cierre automático de puertas y optimización energética. Todas estas características de automatización se pueden controlar automáticamente a través de un panel central en lugar de manejarlas dispositivo por dispositivo.

2. METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

En el procedimiento para la energización de sistemas fotovoltaicos en viviendas, se utilizan varios materiales esenciales. Primero se emplea un conjunto de paneles solares adaptados según las necesidades de la vivienda, que pueden variar de 150 a 700 Watts para servicios como iluminación. Complementando el sistema, se utilizan dispositivos inversores de energía y baterías de ciclo profundo para convertir la corriente continua en corriente alterna y almacenar energía. Un regulador de carga solar controla el flujo de energía entre los paneles y las baterías, asegurando su recarga óptima. Además, se implementa un administrador domótico que gestiona los recursos, controlando sistemas de bombeo de agua, luces mediante sensores de presencia y registros de datos en bitácoras basados en Arduino y Raspberry Pi. Los sensores captan información del entorno para su procesamiento en sistemas electrónicos (Gruezo Valencia y Solis Mora, 2022). Estos materiales permiten una gestión eficiente y sostenible de la energía en las viviendas.

2.2. PREPARACIÓN

Se realiza una configuración de sistema fotovoltaico para la energización de los sistemas, compuesto por un conjunto de paneles solares según sea el grado de las necesidades de la vivienda en la producción eléctrica, que puede variar de acuerdo con los servicios que requiera como, por ejemplo: la iluminación básica de los 150 Watts hasta los 700 Watts (Diaz Olivares, 2012).

Este sistema lo complementan dispositivos como inversores de energía, baterías de ciclo profundo, así como fuentes de carga. Los dispositivos domóticos desarrollados se encargan de la administración de este sistema es decir tendrán la función de un administrador de recursos, dependiendo de las necesidades básicas de la vivienda, se realiza la configuración del sistema en las siguientes partes.

3. DESARROLLO

3.1. INSTALACIÓN DEL KIT SOLAR

Un conjunto solar fotovoltaico está compuesto por diversos elementos que le permitan operar como captador de energía. Las células solares son uno de estos componentes, y tienen la tarea de recibir toda la radiación solar posible para convertirla en electricidad de corriente continua (Molina González y Ruiz Gutierrez, 2005).

Es en este instante cuando los inversores, transforman esa corriente continua en corriente alterna lista para ser consumida en el hogar. En el caso de sistemas diseñados para autoconsumo, los inversores están conectados a la red eléctrica de la vivienda, como punto de partida en la distribución de la energía en el domicilio y son los encargados de suministrar energía a los sistemas domóticos, al bombeo de agua, a la refrigeración de alimentos, o a cualquier otro sistema necesario que se esté utilizando.

3.2. EL INVERSOR CA

El inversor de Corriente Alterna (CA) es el encargado de cambiar la corriente continua proveniente de los paneles solares en corriente alterna sinusoidal. Los convertidores pueden manejar tensiones de entrada de 12V, 24V o 48V cuando se utilizan en sistemas aislados, es decir, transforman ese voltaje en tensiones de 110v o 220v. Los que están diseñados para sistemas conectados a la red eléctrica, la tensión de entrada suele ser más alta, ya que se busca alcanzar tensiones más elevadas (Alexander y Sadiku, 2018). Para los propósitos de esta investigación, se optará por el sistema autónomo y sostenible, de modo que no haya dependencia del suministro de la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad.

3.3. CONTROLADOR

El controlador de carga solar es un componente electrónico que se coloca entre los paneles solares y las baterías. Su propósito es regular el flujo de energía que se dirige de los paneles hacia las baterías. Supervisa tanto la intensidad como el voltaje que estas reciben, con el objetivo de asegurar una recarga óptima que no dañe las baterías; también tiene la función de extender su vida útil (Gómez Caro, 2023).

Durante el proceso de carga de las baterías, se atraviesan tres etapas –bulk, absorción y flotación– de acuerdo con los niveles de carga. Este dispositivo se encarga de equilibrar y sincronizar estas fases en los momentos apropiados, todo esto para garantizar que la batería, un elemento delicado, no se deteriore prematuramente.

Otras funciones que tiene el regulador son:

- 1) Prevenir la descarga de las baterías durante la noche, cuando no reciben energía de los paneles solares.
- 2) Suministrar información completa sobre el sistema fotovoltaico, como el voltaje de las baterías, la cantidad de energía generada y el nivel de carga, entre otros datos.

- 3) Actuar como un mecanismo de protección contra descargas profundas cuando hay dispositivos que consumen corriente continua directamente de las baterías.

3.4. BATERÍAS DE CICLO PROFUNDO

Las baterías de ciclo profundo para sistemas solares almacenan energía para ser recargadas por fuentes de corriente eléctrica a través de instalaciones fotovoltaicas. Acumulan esta energía para su uso durante la noche o en ausencia de otras fuentes de energía (Villao Miranda et al., 2021). La principal diferencia entre las baterías de ciclo profundo para sistemas solares y las de ciclo corto radica en su aplicación.

En sistemas de iluminación, las cargas aplicadas a las baterías suelen ser pequeñas en comparación con su capacidad total. Aquí se utiliza energía por debajo de la capacidad del acumulador. Por ejemplo, una batería de 65 amperios consume 6 amperios en 10 horas. Esto es por lo que se llaman baterías de ciclo profundo, ya que pueden descargarse hasta un 90%. Están diseñadas para descargarse casi por completo y perder regularmente entre el 50% y el 80% de su capacidad. Estas baterías son las que alimentarán los sistemas de iluminación y servicios básicos en el hogar, cargadas por los paneles solares a lo largo del día.

3.5. ADMINISTRADOR DOMÓTICO RASPBERRY PI

Una Raspberry Pi es un dispositivo del tamaño de una tarjeta de crédito, compuesto por una placa base que integra diversos componentes de una computadora como un procesador ARM de hasta 1500 MHz, una unidad gráfica y una memoria RAM de hasta 8 GB (Silvente Niñirola et al., 2019). Este equipo brinda versatilidad al proyecto ya que, además de ser un ordenador compacto, ofrece la capacidad de supervisar otros dispositivos inteligentes, al igual que Arduino, pero desde la perspectiva de una interfaz de usuario.

Este dispositivo es una selección de herramientas que supervisará la residencia, su objetivo es gestionar los recursos generados por el sistema solar, administrar la energía eléctrica según las necesidades del hogar, como ejemplo, supervisar el sistema de bombeo de agua en base a mediciones del indicador de almacenamiento, controlar la iluminación nocturna y diurna; será programado de acuerdo con las condiciones de luminosidad de la casa usando sensores de presencia (Sarmiento Montenegro, 2019).

3.6. BITÁCORAS

Cuando el sistema esté operando, será necesario tener un registro capaz de recolectar información de diversos usos de los dispositivos y permitir la visualización de los perfiles de la residencia y sus habitantes (López Pérez y Méndez Díaz, 2023). Para lograr esto, se creará un aparato basado en Arduino que, a su vez, capturará todos los datos recopilados por los sensores y los almacenará en una base de datos de código abierto.

3.7. ARDUINO Y MICROCONTROLADORES

Arduino se emplea como un microcontrolador cuando posee un programa cargado desde una computadora y opera de manera autónoma, dirigiendo y alimentando dispositivos específicos y tomando decisiones conforme al programa descargado, mientras interactúa con el entorno físico mediante sensores y actuadores (Silvente Niñirola et al., 2019).

Los microcontroladores son el núcleo del sistema de automatización del hogar. Se utilizan para programar y controlar dispositivos, sistemas y procesos en el hogar, como la iluminación, la climatización, las persianas, la gestión de energía y otros dispositivos domésticos. Permiten automatizar tareas diarias y crear escenarios personalizados para mejorar la comodidad y eficiencia del hogar. Actúan como el procesador del sistema domótico, permitiendo la comunicación y coordinación entre diferentes dispositivos y sensores. Esto facilita la creación de un ecosistema de dispositivos interconectados que pueden trabajar juntos de manera inteligente y eficiente, también se encargan de recopilar datos de sensores de temperatura, luz, movimiento y el sensor de corriente. Luego, estos datos se pueden procesar, almacenar y transmitir a través de redes de comunicación como Wi-Fi o Ethernet, para que los usuarios puedan monitorear y controlar el sistema de forma remota a través de dispositivos móviles u ordenadores.

3.8. SENsoRES

Es un dispositivo diseñado para captar una señal de su entorno y traducir esa información que recibe. Esta información captada se transforma normalmente en un impulso eléctrico que luego es procesado por una serie de circuitos que generan una acción previamente establecida en un aparato, sistema o máquina (Silva Montero, 2019). Es un artefacto que en algunas aplicaciones convierte un tipo de información en otro que se desea medir o controlar.

Los sensores utilizados en la instalación son versátiles, respondiendo a cambios en las condiciones físicas alterando sus propiedades eléctricas. Como resultado, estos dispositivos industriales dependen en gran medida de sistemas electrónicos para capturar, analizar y transmitir información sobre el entorno doméstico.

Los sensores de temperatura monitorizan constantemente las variaciones climáticas en el hogar, permitiendo un control preciso del sistema de climatización. Los sensores de la bomba de agua supervisan la disponibilidad de agua y su uso eficiente, garantizando un suministro adecuado sin desperdicio. Los sensores de luz regulan la iluminación de manera inteligente, adaptándola a la luz natural y al horario del día. Por último, los sensores sónicos detectan la presencia de personas en diferentes áreas de la casa, lo que permite activar o desactivar dispositivos y sistemas automáticamente según las necesidades.

Este sistema electrónico opera en base a los principios de los circuitos eléctricos, lo que resalta la importancia de gestionar el flujo de energía eléctrica de manera eficiente. Por lo tanto, un sensor convierte estímulos como el calor, la luz, el sonido y el movimiento en señales eléctricas. Estas señales se transmiten a través de una interfaz que las convierte en un código binario y las envía a una computadora para su procesamiento.

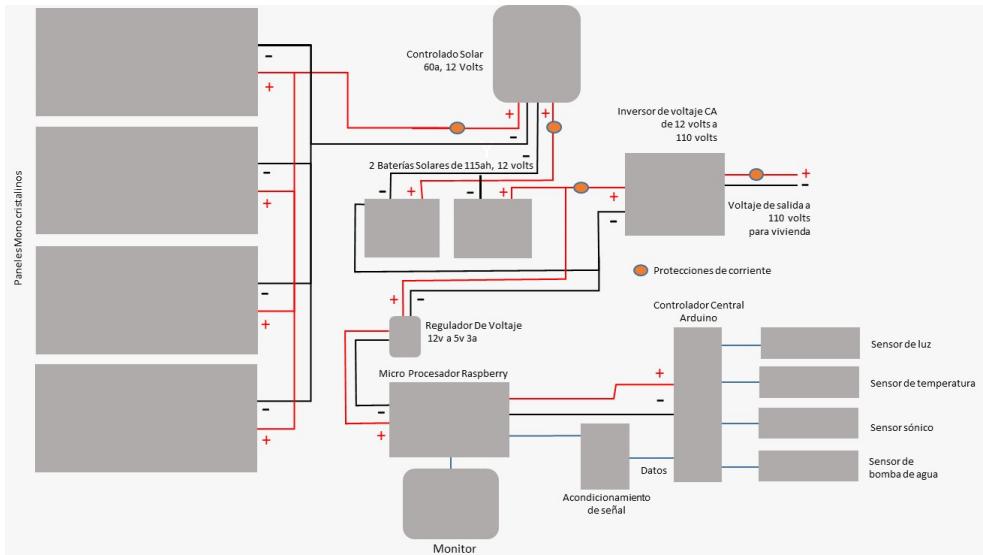
3.9. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

Se utiliza para la adquisición y procesamiento de señales eléctricas o electrónicas, que tiene como objetivo mejorar la calidad y la precisión de una señal antes de su uso. Esto implica ajustar, filtrar, amplificar, atenuar o modificar la señal en función de las necesidades específicas de la aplicación. El acondicionamiento de señal se utiliza comúnmente para eliminar el ruido, amplificar señales débiles, adaptar niveles de voltaje, convertir señales analógicas en digitales, y asegurar que la señal esté dentro de los rangos adecuados para su procesamiento (López Pérez y Méndez Díaz, 2023).

Este proceso asegura que la señal eléctrica cruda, que podría ser ruidosa o inadecuada para su medición directa, sea preparada antes de ser registrada por el Arduino hacia el Raspberry Pi. Los sensores que incluye el acondicionamiento de señal convierten la información eléctrica en una señal que puede ser interpretada por el sistema de adquisición de datos. Se genera una señal analógica proporcional a la corriente eléctrica en el circuito. La medición se realiza a través del Arduino hacia el Raspberry Pi, el Arduino está encargado de acondicionar la señal antes de transmitirla al Raspberry Pi.

A continuación, en la Figura 1, se muestra un diagrama de conexión de los componentes previamente mencionados:

Figura 1. Diagrama de instalación del sistema domótico con energía fotovoltaica.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRIMEROS RESULTADOS

En este estudio, se realizó una comparación mensual del consumo de kWh en dos condominios distintos, uno alimentado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y otro equipado con el sistema domótico de energía fotovoltaica. Esta concentración de datos analiza las diferencias en el consumo eléctrico entre ambas instalaciones y evalúa la eficiencia de la generación de energía solar. La medición del consumo de energía se realizó de manera simultánea en ambos condominios durante el año 2022, abarcando todos los meses del año.

En dicha medición se emplearon medidores de energía eléctrica, en el condominio suministrado por CFE se recopilaron los registros generados por la misma empresa mensualmente. En el condominio con el sistema domótico de energía fotovoltaica se realizó la medición utilizando el acondicionamiento de señal que convierte la información eléctrica en una señal que es interpretada por el sistema de adquisición de datos y que se registra en las bitácoras.

Se efectuaron mediciones mensuales del consumo de energía. Esto implicó registrar el valor total de kWh consumidos en cada condominio al final de cada mes. Se registraron las condiciones climáticas relevantes para evaluar su posible influencia en la generación de energía fotovoltaica. Esto incluyó datos de radiación solar, temperatura y condiciones meteorológicas generales.

Se recopilaron los datos de consumo mensual de kWh para ambos condominios a lo largo del año 2022. Se compararon los datos de consumo mensual entre el condominio alimentado por CFE y el condominio con energía fotovoltaica. Se calcularon las diferencias relativas y absolutas en el consumo de energía eléctrica. Se evaluó el rendimiento del sistema fotovoltaico instalado en el condominio con paneles solares. Esto incluyó el cálculo de la energía generada por el sistema y su comparación con el consumo del condominio. Se consideraron los datos climáticos y meteorológicos para comprender cómo las condiciones ambientales afectaron la generación de energía fotovoltaica. Los resultados específicos de esta medición variarán según las características individuales de cada condominio y su sistema fotovoltaico, así como las condiciones climáticas locales.

De acuerdo con lo observado en la Figura 2. El consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad se mantuvo constantemente en un nivel similar al promedio de una vivienda residencial. Sin embargo, tras la implementación de un sistema de energía fotovoltaica, se observó una notable reducción de aproximadamente el 25% en el consumo de energía eléctrica. Esta disminución es aún más significativa cuando se analiza desde una perspectiva financiera, ya que mientras el uso de la energía eléctrica generaba costos recurrentes por parte de la Comisión Federal de Electricidad, el aprovechamiento de la energía solar no conlleva ningún costo operativo directo.

Es importante destacar que este análisis se enfoca en la comparación de kilowatts consumidos y su impacto económico inmediato. Sin embargo, es relevante mencionar que esta evaluación no considera los aspectos relacionados con la inversión inicial para la instalación del sistema fotovoltaico ni los gastos de mantenimiento anuales. Estos factores también son esenciales para tener una comprensión completa de los beneficios y costos asociados con la transición hacia el uso de fuentes de energía renovable en lugar de depender exclusivamente de la red eléctrica tradicional. Los resultados específicos de esta medición variarán según las características individuales de cada condominio y su sistema fotovoltaico, así como las condiciones climáticas locales.

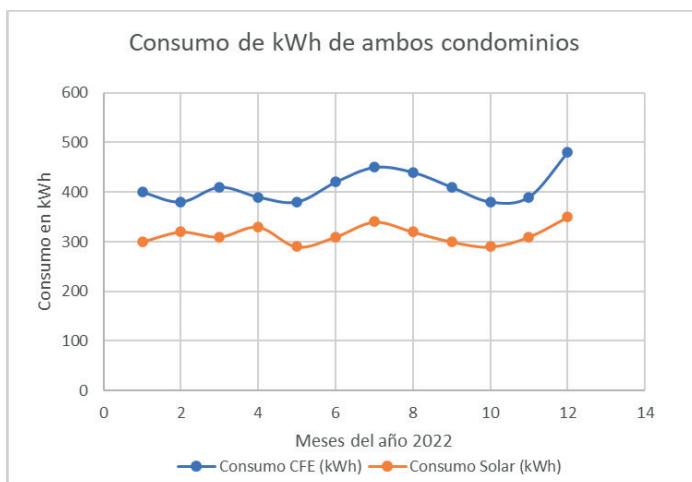
En la Figura 2, se muestra una tabla mostrando el consumo eléctrico mensual de una casa y la generación solar correspondiente a cada mes. Se puede observar que, incluso en los meses de mayor consumo eléctrico y durante eventos climáticos extremos, como enero y agosto, el sistema de energía solar sigue generando energía, lo que demuestra la capacidad de garantizar un suministro continuo de energía para necesidades básicas en momentos de alta demanda o posibles apagones.

Figura 2. Tabla que muestra el consumo de energía eléctrica en una casa habitación donde se realizó la instalación en el año 2022.

Mes	Consumo CFE (kWh)	Costo CFE	Consumo Solar (kWh)	Costo solar
Enero	400	800	300	0
Febrero	380	760	320	0
Marzo	410	820	310	0
Abril	390	780	330	0
Mayo	380	760	290	0
Junio	420	840	310	0
Julio	450	900	340	0
Agosto	440	880	320	0
Septiembre	410	820	300	0
Octubre	380	760	290	0
Noviembre	390	780	310	0
Diciembre	480	960	350	0
Total anual	4930	9860	3770	0

La Figura 3, presenta un análisis visual de los datos obtenidos de la tabla que muestra el consumo de energía eléctrica en una casa habitación donde se realizó la instalación en el año 2022. Esta gráfica ofrece una representación clara de cómo el sistema de energía solar responde a las variaciones estacionales y climáticas a lo largo del año. A través de un periodo de tiempo en el eje X y valores en kWh en el eje Y, permite entender mejor la dinámica de generación y consumo de energía en el hogar analizado.

Figura 3. Consumo de energía eléctrica en kWh en una instalación convencional y una instalación fotovoltaica en el año 2022.



4.2. SEGUNDOS RESULTADOS

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 4. La tabla muestra un desglose del presupuesto en pesos mexicanos para instalar los elementos mencionados en una casa habitación.

Figura 4. Presupuesto para instalar. Los costos son aproximados y pueden variar según la marca, calidad y proveedor de los productos.

Elemento	Unidades requeridas	Costo unitario	Costo en pesos mexicanos
Kit solar e instalación	1	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
Inversor CA	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
Regulador	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
Baterías de ciclo profundo	2	\$ 6,000.00	\$ 12,000.00
Bitácoras	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Arduino	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Raspberry Pi	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Acondicionamiento de señal	1	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
Sensor de temperatura	2	\$ 300.00	\$ 600.00
Sensor de bomba de agua	2	\$ 200.00	\$ 400.00
Sensor de luz	2	\$ 200.00	\$ 400.00
Sensor sónico	4	\$ 100.00	\$ 400.00
Monitor	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Costo del mantenimiento anual	6	\$ 600.00	\$ 3,600.00
Total			\$ 58,100.00

Para calcular el tiempo de justificación de la instalación fotovoltaica, primero se necesita determinar la diferencia de costos anuales entre continuar con el servicio de Comisión Federal de Electricidad (CFE) y utilizar la instalación solar.

$$\text{Diferencia de costos anuales} = \text{Costo de CFE} - \text{Costo de mantenimiento anual}$$

$$\text{Diferencia de costos anuales} = 9860 \text{ MXN} - 600 \text{ MXN} \text{ (Costo de mantenimiento anual presupuestado)}$$

$$\text{Diferencia de costos anuales} = 9260 \text{ MXN}$$

$$\text{Tiempo de justificación} = \text{Costo de instalación} / \text{Diferencia de costos anuales}$$

$$\text{Tiempo de justificación} = 58,100 \text{ MXN} / 9260 \text{ MXN/año}$$

$$\text{Tiempo de justificación} \approx 6.27 \text{ años}$$

Por lo tanto, la instalación fotovoltaica se justifica en aproximadamente 6.27 años en comparación con el servicio de CFE.

4.3. TERCEROS RESULTADOS

La Figura 5, presenta información sobre el impacto ambiental del consumo eléctrico de una casa habitación utilizando energía de la Comisión Federal de

Electricidad (CFE). Se evidencia que esta fuente de energía conlleva una serie de efectos negativos para el entorno, como la emisión significativa de dióxido de carbono (CO₂), el consumo de recursos fósiles no renovables, el uso intensivo de agua y la generación de residuos. Estos indicadores reflejan una considerable contaminación ambiental y una dependencia de recursos finitos. En contraste, la utilización de energía solar a través de una instalación fotovoltaica en una casa habitación resulta preferible. Las instalaciones fotovoltaicas aprovechan la radiación solar para generar electricidad de manera limpia y renovable, lo que reduce drásticamente las emisiones de CO₂ y minimiza la explotación de recursos no renovables. Además, al requerir poca o ninguna agua en su operación y generar residuos mínimos, las instalaciones fotovoltaicas presentan un enfoque sostenible y responsable hacia la generación de energía, contribuyendo de manera significativa a la preservación del medio ambiente y a la mitigación del cambio climático.

Figura 5. Impacto ambiental del consumo eléctrico de una casa habitación.

Tipo de impacto	Indicador Ambiental	Valor	Unidad de Medida
Emisiones de CO₂	Emisiones de CO ₂ por consumo	1.5 toneladas	Toneladas CO ₂ /año
Consumo de recursos	Consumo de recursos fósiles	1200 litros	Litros de petróleo/año
Uso de agua		9000 litros	Litros de agua/año
Generación de residuos	Residuos generados por embalajes	20 kg	Kilogramos/año
Contaminación del aire	Emisiones de partículas	15 gramos	Gramos/año

4.4. ÚLTIMOS RESULTADOS

En la Figura 6, se muestra una tabla donde se comparan los indicadores ambientales entre el consumo eléctrico proveniente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el uso de una instalación fotovoltaica en una casa habitación. La instalación fotovoltaica elimina por completo las emisiones de CO₂ y el consumo de recursos fósiles, reduciendo drásticamente el impacto ambiental. Además, se necesita muy poca agua para mantener y limpiar los paneles solares en comparación con el consumo de agua asociado a la generación eléctrica tradicional. También se evitan los residuos generados por embalajes y otros procesos asociados a la generación convencional de electricidad.

Figura 6. Beneficios ambientales de utilizar una instalación fotovoltaica en una casa habitación.

Indicador Ambiental	Consumo Eléctrico de CFE	Uso de Instalación Fotovoltaica
Emisiones de CO2 (kg/año)	1500	0
Consumo de recursos (litros de petróleo/año)	1200	0
Uso de agua (litros/año)	9000	100
Generación de residuos (kg/año)	20	0

4.5. TRABAJO A FUTURO

El proyecto representa un paso significativo hacia la eficiencia energética y la adopción de tecnologías sostenibles en entornos urbanos. Sin embargo, queda un trabajo importante por hacer en el ámbito de las comunidades rurales, donde el acceso limitado a la energía eléctrica sigue siendo un desafío. Es importante desarrollar estrategias adaptadas a las condiciones rurales, considerando factores como la infraestructura local, la capacitación comunitaria y la disponibilidad de recursos. Además, se requiere una colaboración cercana con los habitantes de estas comunidades para garantizar la viabilidad, el mantenimiento adecuado y la gestión de las instalaciones fotovoltaicas, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida y fomentar el desarrollo sostenible en estas áreas.

Se requiere un análisis exhaustivo de las necesidades específicas de cada comunidad, considerando factores como la ubicación geográfica, la demanda energética, la educación local y la participación comunitaria. Además, es esencial establecer alianzas con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como con empresas del sector privado, para garantizar el financiamiento, la logística eficiente y la transferencia de conocimientos. La capacitación local en la operación y el mantenimiento de las instalaciones es también un componente crítico para asegurar la sostenibilidad a largo plazo. Llevar estas instalaciones fotovoltaicas a más comunidades rurales no solo promoverá el acceso equitativo a la energía, sino que también impulsará el desarrollo económico, la resiliencia y la mejora en la calidad de vida de aquellos que han estado históricamente excluidos de este recurso fundamental.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, este artículo destaca las múltiples razones para considerar la implementación de un sistema autónomo y sustentable basado en energía renovable,

especialmente en viviendas de zonas rurales con condiciones adversas donde la infraestructura eléctrica es limitada o inexistente. El proyecto propuesto busca proporcionar un ambiente controlado y automatizado, optimizando el uso de recursos según las necesidades de los habitantes.

El enfoque de energía renovable fotovoltaica en sistemas domóticos ofrece beneficios significativos, tanto para el medio ambiente como para los usuarios. La utilización de energías limpias contribuye al cuidado del entorno, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y promoviendo un futuro más sustentable. Además, ayuda a la economía de los ciudadanos al amortizar el incremento de las tarifas eléctricas y ofrece una solución asequible para comunidades remotas y zonas rurales.

En el ámbito industrial, el proyecto beneficia a las empresas al permitirles desarrollar y explotar recursos de manera controlada y eficiente. La implementación de sistemas autónomos y automatizados en la industria contribuiría a reducir los altos costos asociados con las tarifas eléctricas tradicionales.

La preparación y construcción de este tipo de sistema requiere un enfoque técnico, que abarca desde la instalación de paneles solares, inversores y baterías de ciclo profundo, hasta la programación de microcontroladores como Arduino y Raspberry Pi para la automatización y el control inteligente de recursos. Es esencial contar con conocimientos en electricidad, electrónica y sistemas fotovoltaicos para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

La metodología propuesta detalla el uso de materiales específicos, como paneles solares, inversores, baterías y controladores, para lograr una gestión óptima y sostenible de la energía en las viviendas. Además, se destaca el papel del administrador domótico, que se encarga de la administración de los recursos y la automatización de tareas como el bombeo de agua, la iluminación y la seguridad mediante sensores de presencia y alarmas.

El uso de bitácoras basadas en Arduino permitiría recopilar y almacenar datos útiles para optimizar el funcionamiento del sistema. Además, se menciona la importancia de sensores, dispositivos que captan estímulos del entorno y los traducen en información útil para el sistema.

6. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento por el valioso apoyo y las contribuciones que han hecho posible la realización de este proyecto y la creación de este artículo. En primer lugar, deseo agradecer al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por proporcionarme el entorno y los recursos necesarios para llevar

a cabo esta investigación. Asimismo, extiendo mi gratitud a mis estimados compañeros de equipo, cuya dedicación y colaboración han sido fundamentales; su compromiso y esfuerzo colectivo han contribuido de manera significativa a cada etapa del proceso.

REFERENCIAS

- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. (2018). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. MC Graw-Hill.
- Cuesta Ledesma, J. B. (2021). *Diseño de solución de energía fotovoltaica para viviendas indígenas del Vaupés*. Corporación Universidad de la Costa.
- Díaz Olivares, J. C. (2012). *La ingeniería en edificios de alta tecnología: criterios de diseño, proyectos y puesta en servicio*. MC Graw-Hill.
- Gómez Caro, D. F. (2023). *Herramienta operativa de instalación y buenas prácticas de equipos y elementos conductores de energía eléctrica en sistemas solares fotovoltaicos distribuidos considerando lineamientos establecidos en la normatividad del sistema eléctrico colombiano*. Universidad Libre de Colombia.
- Gruezo Valencia, D. F., & Solis Mora, V. S. (2022). Inversores inteligentes de energía solar fotovoltaica. *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria*. Casa Editora del Polo.
- López Pérez, E. A., & Méndez Díaz, J. F. (2023). *Propuesta de componentes para un sistema híbrido fotovoltaico interconectado a la red, en pozo agrícola Oriental, Puebla*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.
- Molina González, L., & Ruiz Gutierrez, J. M. (2005). *Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios*. MC Graw-Hill.
- Sarmiento Montenegro, I. (2019). *Desarrollo e implementación de un sistema domótico basado en software libre para una vivienda unifamiliar*. Universidad de Cantabria.
- Silva Montero, J. P. (2019). Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. *Centro de investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas*. Gobierno de España.
- Silvente Niñirola, G., Molina-García, A., & Mateo Aroca, A. (2019). *Sistemas de bajo coste para la monitorización de instalaciones fotovoltaicas: aplicación de Arduino y Raspberry Pi*. 23rd International Congress on Project Management and Engineering.
- Villao Miranda, O. J., Consuegra Mite, E. R., & Silva Becherán, J. M. (2021). *Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico a través de herramientas computacionales en zonas aisladas*. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourensano de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofia), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análisis de variogramas 40
Arquitectura 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 61, 62, 65, 68

C

Ceramic applicator 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91
Chícharo (*Pisum sativum*) 72, 73, 74, 76
Comb applicator 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91
Conservación genética 17, 21, 24
Copilot 54, 55, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 71
Curvas de secado 73, 76, 78, 79

D

DeepSeek 54, 55, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Diabetes Mellitus tipo 2 54, 55, 56

E

Eficiencia productiva 27
Energía 73, 77, 79, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

F

Fotovoltaica 93, 94, 95, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

I

IA en salud 55
Innovación agropecuaria 27

K

Kriging ordinario 40, 45, 46, 49, 50

L

LLMs 55, 57, 61

M

Mapeo de combustibles 40, 49

Microwave 82, 87

P

Periodo formativo 1, 2, 6, 8, 11, 14, 15

Producción extensiva 17, 19, 20, 23, 25

R

Redes Neuronales Convolucionales 55, 65, 70

Región pampeana 27, 28, 29, 30, 38, 39

Renovable 94, 95, 102, 105, 106, 107

S

Secador de lecho fluidizado 72, 73, 81

Sistemas productivos 23, 27

Slow wave 82, 83, 92

Soil microwave treatment 82

T

Tecnología constructiva 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 16

Tecnología frutícola 27

V

Valor agregado comunitario 17

Velocidad mínima de fluidización 73, 75, 77, 78

Vivienda 16, 94, 96, 97, 102, 108

