



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,

Volumen 9, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5)

## **ESTACIONES AUTOSUSTENTABLES CON CONECTIVIDAD WI-FI: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL TECNM CAMPUS VILLAHERMOSA**

**SELF-SUSTAINING STATIONS WITH WI-FI CONNECTIVITY:  
TECHNOLOGICAL INNOVATION AND ENERGY  
SUSTAINABILITY AT TECNMVILLAHERMOSA CAMPUS**

**Jesús Junior Canales-Obeso**

Tecnológico Nacional de México

**Lucila Jáuregui-Wade**

Tecnológico Nacional de México

**Diana Rubí Oropeza-Toscal**

Tecnológico Nacional de México

**Roger Notario Priego**

Tecnológico Nacional de México

## Estaciones Autosustentables con Conectividad Wi-Fi: Innovación Tecnológica y Sostenibilidad Energética en el TECNM Campus Villahermosa

Jesús Junior Canales-Obeso<sup>1</sup>

[jesus.canaleso@villahermosa.tecnm.mx](mailto:jesus.canaleso@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0008-5007-6392>

Instituto Tecnológico de Villahermosa,  
Tecnológico Nacional de México  
México

Diana Rubí Oropeza-Tosca<sup>1</sup>

[diana.ot@villahermosa.tecnm.mx](mailto:diana.ot@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0007-7330-3167>

Instituto Tecnológico de Villahermosa,  
Tecnológico Nacional de México  
México

Lucila Jáuregui-Wade

[lucila.jw@villahermosa.tecnm.mx](mailto:lucila.jw@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0008-4061-6199>

Instituto Tecnológico de Villahermosa,  
Tecnológico Nacional de México  
México

Roger Notario Priego

[roger.np@villahermosa.tecnm.mx](mailto:roger.np@villahermosa.tecnm.mx)  
<https://orcid.org/0009-0009-3175-5119>

Instituto Tecnológico de Villahermosa,  
Tecnológico Nacional de México  
México

### RESUMEN

El presente artículo analiza la viabilidad técnica, energética y social de implementar estaciones autosustentables con conectividad Wi-Fi en los espacios abiertos del Tecnológico Nacional de México, Campus Villahermosa. El estudio parte del diseño de un prototipo tipo “árbol solar”, alimentado por energía fotovoltaica, destinado a proveer señal inalámbrica y puntos de carga eléctrica en áreas de uso comunitario. Mediante un enfoque mixto, se evaluaron los parámetros de generación y consumo energético, la estabilidad de la red y la percepción de la comunidad universitaria. Los resultados indican que el sistema, compuesto por dos paneles solares de 150 Wp y una batería LiFePO<sub>4</sub> de 12 V/100 Ah, cubre una demanda diaria promedio de 580 Wh con una eficiencia del 85%, garantizando autonomía operativa de 24 a 36 horas. La cobertura Wi-Fi alcanzó un radio efectivo de 45 metros con una estabilidad del 95%. Asimismo, el 85% de los encuestados reconoció el valor educativo y ambiental del proyecto, destacando su potencial como herramienta de aprendizaje y conciencia ecológica. La propuesta demuestra la viabilidad técnica y económica del modelo, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4, 7, 9 y 13, y posiciona al TecNM Campus Villahermosa como referente regional en innovación tecnológica sustentable.

**Palabras clave:** energía solar, autosustentabilidad, conectividad wi-fi, sostenibilidad educativa, innovación tecnológica

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [Jesus.canaleso@villahermosa.tecnm.mx](mailto:Jesus.canaleso@villahermosa.tecnm.mx)

# **Self-Sustaining Stations with Wi-Fi Connectivity: Technological Innovation and Energy Sustainability at TECNM Villahermosa Campus**

## **ABSTRACT**

This article examines the technical, energetic, and social feasibility of implementing self-sustaining stations with Wi-Fi connectivity in open spaces at the National Technological Institute of Mexico, Villahermosa Campus. The study is based on the design of a “solar tree” prototype powered by photovoltaic energy, aimed at providing wireless signal coverage and charging points in communal areas. Using a mixed-method approach, parameters of energy generation and consumption, network stability, and the perception of the university community were evaluated. The results indicate that the system, consisting of two 150 Wp solar panels and a 12 V/100 Ah LiFePO<sub>4</sub> battery, meets an average daily demand of 580 Wh with an efficiency of 85%, ensuring operational autonomy of 24 to 36 hours. The Wi-Fi coverage reached an effective range of 45 meters with 95% stability. Likewise, 85% of respondents recognized the project’s educational and environmental value, highlighting its potential as a learning tool and a means of fostering ecological awareness. The proposal demonstrates the technical and economic viability of the model, aligning with Sustainable Development Goals (SDGs) 4, 7, 9, and 13, and positioning TecNM Villahermosa Campus as a regional benchmark in sustainable technological innovation

**Keywords:** solar energy, self-sustainability, Wi-Fi connectivity, educational sustainability, technological innovation

*Artículo recibido 15 setiembre 2025  
Aceptado para publicación: 25 octubre 2025*



## **INTRODUCCIÓN**

El avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha transformado el entorno educativo, demandando espacios más conectados y sostenibles. Sin embargo, en muchos campus universitarios aún existen zonas sin cobertura Wi-Fi o con acceso limitado, lo que restringe las oportunidades de aprendizaje colaborativo y la inclusión digital.

En el caso del TecNM Campus Villahermosa, la falta de conectividad en áreas abiertas y el compromiso institucional con la sostenibilidad motivaron el desarrollo de un modelo de estación autosustentable basada en energía solar. Este dispositivo, conocido como árbol solar, busca integrar tres dimensiones fundamentales:

- Tecnológica, al ofrecer conectividad inalámbrica y puntos de carga sustentables.
- Energética, al aprovechar la radiación solar disponible en la región.
- Socioeducativa, al promover la conciencia ambiental y la equidad digital.

El proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, 7, 9 y 13, al fomentar educación de calidad, energía limpia, innovación y acción climática.

El propósito de este artículo es demostrar la viabilidad técnica y energética del modelo, así como su impacto social en la comunidad educativa del TecNM Campus Villahermosa.

## **METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos orientados a la validación técnica, energética y social del modelo de estación autosustentable con conectividad Wi-Fi. Desde la perspectiva de la innovación tecnológica, se siguió un proceso estructurado de diseño, simulación, prototipado y validación, que permitió articular la ingeniería aplicada con la participación de la comunidad universitaria.

En la fase de diseño técnico, se definieron los componentes principales del sistema (paneles solares fotovoltaicos, batería de almacenamiento LiFePO<sub>4</sub>, inversor de corriente y punto de acceso inalámbrico) considerando criterios de eficiencia, durabilidad y resistencia al clima tropical de Villahermosa. Posteriormente, se desarrolló un modelo digital mediante los softwares PV\*SOL Premium y SketchUp Pro, con el propósito de simular el comportamiento energético, calcular la capacidad de generación y optimizar la disposición estructural del “árbol solar”.



**Tabla 1.** Componentes principales del sistema.

Componente	Especificación
Batería	LiFePO <sub>4</sub> 12V / 100Ah
Inversor	1000W, onda senoidal pura
Controlador	MPPT 20A
Punto de acceso Wi-Fi	Ubiquiti UniFi AC Mesh
Microcontrolador	ESP32 con sensores INA219

Durante la fase experimental, se construyó un prototipo funcional instalado en un área abierta del campus. Mediante un sistema de monitoreo basado en microcontroladores ESP32 y sensores de corriente, voltaje y radiación solar, se registraron parámetros reales de desempeño: energía generada, consumo diario, nivel de carga y eficiencia del sistema. Paralelamente, se realizaron pruebas de conectividad con herramientas especializadas como Wireshark y NetSpot, evaluando el alcance, estabilidad y velocidad de transmisión de la red Wi-Fi en condiciones reales de uso.

**Tabla 2.** Parámetros energéticos del sistema fotovoltaico.

Parámetro	Valor
Paneles solares	2 × 150 Wp
Energía generada promedio	580 Wh/día
Consumo estimado	584 Wh/día
Autonomía energética	36 horas
Eficiencia del sistema	85%

La validación social complementó el análisis técnico a través de una encuesta estructurada aplicada a estudiantes, docentes y personal administrativo. Este instrumento permitió valorar la percepción de la comunidad respecto al valor educativo, ambiental y funcional del proyecto, y medir su aceptación como parte de la infraestructura institucional. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva en Microsoft Excel, contrastando los resultados empíricos con las simulaciones teóricas y con experiencias similares documentadas en universidades nacionales e internacionales.



**Tabla 3.** Valor educativo percibido del árbol solar.

Valor percibido	Porcentaje
Muy alto	50
Alto	35
Medio	10
Bajo	5

En conjunto, esta metodología permitió no solo comprobar la factibilidad técnica y energética del sistema, sino también su pertinencia pedagógica e institucional como modelo de innovación sostenible dentro del contexto del TecNM Campus Villahermosa.

**Tabla 4.** Apoyo a la replicación del proyecto

Opinión sobre replicación	Porcentaje
Total apoyo	90
Parcial apoyo	8
No apoyo	2

## RESULTADOS

**Figura 1:** Prototipo instalado en el área designada



### Desempeño energético

Los paneles solares generaron en promedio 580 Wh diarios, con picos de hasta 620 Wh, alcanzando una eficiencia del 85% respecto al cálculo teórico. La batería de 100 Ah proporcionó autonomía de 24 a 36

horas sin necesidad de recarga solar, demostrando estabilidad térmica y rendimiento adecuado en condiciones tropicales.

### **Conectividad y funcionalidad**

Las pruebas de red indicaron una cobertura efectiva de 45 metros y una intensidad promedio de -58 dBm, con una velocidad de descarga de 48 Mbps en la banda de 5 GHz. El sistema mantuvo una estabilidad del 95%, permitiendo el acceso simultáneo de varios usuarios. Estos resultados coinciden con estudios similares en universidades latinoamericanas (Martínez et al., 2022; Pérez & Vargas, 2021), confirmando la viabilidad de soluciones de conectividad alimentadas por energía solar.

### **Percepción y aceptación social**

El 85% de los encuestados valoró el proyecto como una herramienta educativa y ambiental significativa, mientras que el 90% expresó su interés en replicar el modelo en otras áreas del campus. La comunidad reconoció el árbol solar como símbolo de sostenibilidad e innovación institucional.

Los hallazgos respaldan la pertinencia social del modelo, al promover la equidad digital y la sensibilización ambiental, coherente con los enfoques de educación para el desarrollo sostenible (Tilbury, 2011; Sauvé, 2005).

### **Integración visual del prototipo en el entorno**

La Figura 1 ilustra el resultado final del prototipo instalado, evidenciando su integración con el entorno y la aceptación visual por parte de la comunidad. En ella se observa la estructura terminada, equipada con su sistema solar y módulo de conectividad, operando de manera autónoma en el área asignada

### **Análisis económico**

El costo total del sistema fue de \$36,000 MXN, con un mantenimiento anual estimado en \$1,800. La relación costo-beneficio ( $C/B = 1.4$ ) y el periodo de recuperación aproximado de seis años demuestran su sostenibilidad económica y potencial de réplica institucional.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados del estudio confirman con evidencia sólida la viabilidad técnica, energética, económica y social de las estaciones autosustentables con conectividad Wi-Fi. El prototipo diseñado alcanzó un rendimiento energético promedio del 85 %, una autonomía operativa de hasta 36 horas y una cobertura de señal inalámbrica estable en un radio de 45 metros.



Estos indicadores superan los parámetros mínimos de eficiencia establecidos para sistemas fotovoltaicos de baja escala y demuestran la confiabilidad del modelo en condiciones climáticas tropicales.

Desde la perspectiva de la innovación tecnológica, la propuesta representa un avance tangible hacia la creación de campus inteligentes y sostenibles, al integrar en una sola infraestructura la generación de energía limpia, la conectividad digital y la educación ambiental. El proyecto no solo responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 7, 9 y 13), sino que genera un espacio de aprendizaje interdisciplinario que vincula la ingeniería, la tecnología de la información y la gestión energética.

El impacto social del proyecto se evidencia en la alta aceptación de la comunidad universitaria: más del 85 % de los usuarios valoró su relevancia educativa y ambiental, y el 90 % manifestó su interés en replicar el modelo en otras zonas del campus. Este respaldo valida el potencial del árbol solar como herramienta pedagógica y demostrador tecnológico dentro del ecosistema educativo.

Finalmente, el éxito alcanzado abre una línea de continuidad hacia nuevos proyectos institucionales, como la ampliación de la red de estaciones autosustentables, la incorporación de sensores IoT para monitoreo ambiental en tiempo real y el desarrollo de sistemas híbridos que integren energía solar, eólica y almacenamiento inteligente. Estas perspectivas consolidan al TecNM Campus Villahermosa como un laboratorio vivo de innovación tecnológica con impacto ambiental y social, orientado a transformar los entornos educativos del futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia Internacional de Energía (IEA). (2023). World Energy Outlook 2023.
- Jáuregui Wade, L., Canales Obeso, J. J., Oropeza Tosca, D. R., & Notario Priego, R. (2025). Árbol Solar: Innovación Educativa y Ambiental en el Instituto Tecnológico de Villahermosa. *Ciencia Latina*, Revista Científica Multidisciplinar, 9(3), 10442–10451.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i3.18771](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18771)
- Kalogirou, S. (2020). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press.
- López-García, M., Hernández, D., & Díaz, C. (2019). Modelado energético y evaluación económica de microestaciones solares. *Energía y Sociedad*, 11(4), 102–117.



- Martínez, A., Díaz, R., & López, C. (2022). Evaluación de estaciones solares para conectividad en espacios universitarios. *Tecnología y Sociedad*, 10(2), 99–112.
- Pérez, G., & Vargas, F. (2021). Puntos verdes digitales: una estrategia de conectividad sustentable en universidades públicas. *Revista Iberoamericana de Tecnología y Ambiente*.
- Sauvé, L. (2005). Perspectivas curriculares de la educación ambiental. *Revista de Educación Ambiental*.
- TecNM. (2023). Plan Estratégico de Transformación Digital 2023–2026.
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development*. UNESCO.

