

Impulso a la producción sostenible mediante soluciones energéticas en comunidades artesanales a través de la Ciencia y Tecnología



Colaboración

Fabiola Colmenero Fonseca <https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>, Universidad Autónoma de Coahuila; Juan Francisco Palomino Bernal <https://orcid.org/0000-0002-5561-7943>, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán; José Manuel Castro Aceves, <https://orcid.org/0009-0009-0671-8199>; Amparo Borell; Rut Benavente, Universitat Politècnica de València

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2025

Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2025

RESUMEN: Este artículo propone un modelo de electrificación limpia para las comunidades artesanales rurales de la Mixteca de Oaxaca mediante la integración de sinterización en frío y baterías de estado sólido con arcillas y biomateriales de origen local. Una encuesta de campo a 120 artesanos reveló que el 55 % está dispuesto a adoptar soluciones solares para reducir costos y emisiones. La aplicación de cerámica técnica y pigmentos conductores mejora los hornos y las herramientas eléctricas sin alterar los métodos tradicionales, preservando así el patrimonio cultural. Nuestros hallazgos muestran una reducción de hasta un 40 % en el consumo de energía y un aumento del 25 % en la productividad. Concluimos que el artículo destaca la necesidad de políticas públicas que fomenten la adopción de energías renovables mediante incentivos económicos, promoviendo la cohesión social y el desarrollo en las comunidades rurales.

PALABRAS CLAVE: Innovación tecnológica, Energía limpia, Materias primas locales, Artesanía sustentable.

ABSTRACT: This article proposes a clean electrification model for rural artisan communities in the Mixteca region of Oaxaca by integrating cold sintering and solid-state batteries with locally sourced clays and biomaterials. A field survey of 120 artisans revealed that 55% are willing to adopt solar solutions to reduce costs and emissions. The application of technical ceramics and conductive pigments improves kilns and power tools without altering traditional methods, thus preserving cultural heritage. Our findings show up to a 40% reduction in energy consumption and a 25% increase in productivity. We conclude that the article highlights the need for public policies that encourage the adoption of renewable energy through economic incentives, promoting social cohesion and development in rural communities.

KEYWORDS: Technological innovation, Clean energy, Community-science collaboration, Local raw materials, Sustainable craftsmanship.

INTRODUCCIÓN

La producción artesanal en las comunidades rurales de México enfrenta diversos desafíos, principalmente vinculados con la sostenibilidad y la eficiencia energética. Tradicionalmente, estos procesos dependen de métodos manuales y fuentes de energía no renovables, lo que contribuye a la alta demanda de recursos naturales y a la emisión de contaminantes. De acuerdo con el INEGI (2018), más

del 40 % de los artesanos en regiones rurales carece de acceso a energías limpias, lo que limita la productividad y encarece los procesos de manufactura.

En este contexto surge la necesidad de incorporar soluciones tecnológicas que promuevan una producción más sostenible sin alterar las prácticas culturales tradicionales. La ciencia y la tecnología ofrecen un abanico de herramientas capaces de transformar la producción artesanal hacia modelos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente [1-3]. Una de las alternativas más prometedoras es la sinterización en frío, un proceso de compactación de materiales cerámicos a bajas temperaturas que reduce de manera significativa el consumo energético en comparación con los métodos convencionales [4 y 5]. Junto con las baterías de estado sólido y los sistemas fotovoltaicos, estas tecnologías pueden optimizar los procesos artesanales, mejorar la calidad de los productos y garantizar eficiencia energética [6 y 7]. Lo anterior permitiría a los artesanos disponer de hornos y herramientas eléctricas más eficientes, conservando a la vez su identidad cultural.

De acuerdo con Martínez-Celorrio [8], La introducción de tecnologías respetuosas con los métodos tradicionales no solo incrementa la sostenibilidad, sino que también fortalece la cohesión social y el desarrollo económico en comunidades rurales. En este sentido, la hipótesis de este trabajo plantea que la integración de soluciones energéticas sostenibles en las comunidades artesanales no solo mejora la eficiencia de la producción, sino que contribuye a la preservación de los saberes ancestrales y a la calidad de vida de los artesanos.

Los objetivos de esta investigación se estructuran en tres dimensiones. En primer lugar, se busca evaluar el impacto de la falta de acceso a energía en comunidades artesanales. En segundo lugar, se plantea mapear las necesidades energéticas de dichas comunidades y determinar cuáles pueden beneficiarse de soluciones sostenibles. Finalmente, se pretende analizar la disposición de los artesanos a adoptar energías renovables y explorar el potencial de la sinterización en frío y las baterías de estado sólido como tecnologías adaptadas al contexto local. Este enfoque permite integrar prácticas tradicionales con innovaciones energéticas, garantizando la preservación cultural y el desarrollo sostenible en el largo plazo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Revisión de la Literatura

La producción artesanal en la Mixteca de Oaxaca enfrenta un desafío crítico: los procesos productivos dependen en gran medida de fuentes de energía costosas e ineficientes, lo que limita la competitividad y genera impactos ambientales negativos. Al mismo tiempo, la migración de jóvenes hacia centros urbanos amenaza la preservación de los saberes ancestrales, pues los talleres artesanales se ven obligados a reducir su escala o cerrar ante la falta de innovación tecnológica. Aunque existen proyectos de electrificación rural en México, pocos han logrado integrar tecno-

logías avanzadas como la sinterización en frío y las baterías de estado sólido con un enfoque sociocultural. La mayoría de las iniciativas se concentran en proveer infraestructura básica, sin atender las necesidades específicas de los talleres artesanales ni considerar la compatibilidad de estas soluciones con las prácticas culturales tradicionales. Por tanto, el problema de investigación que guía este estudio dicta: ¿cómo puede la incorporación de tecnologías energéticas sostenibles (en particular la sinterización en frío, las baterías de estado sólido y la energía solar) mejorar la eficiencia productiva y la cohesión social de las comunidades artesanales rurales, al tiempo que se preservan los saberes ancestrales y se reducen los impactos ambientales?

Este problema refleja tanto la dimensión técnica (optimización energética y eficiencia productiva) como la sociocultural (conservación del patrimonio artesanal y cohesión comunitaria), permitiendo plantear un abordaje integral desde la ciencia y la tecnología.

La integración de tecnologías innovadoras en la producción artesanal para promover la sostenibilidad ha sido ampliamente abordada en la literatura. El concepto de producción sostenible es fundamental en este contexto, con [7] y [8] destacando la importancia de un equilibrio entre lo ambiental, lo social y lo económico a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este enfoque es esencial para la investigación, que busca integrar prácticas sostenibles en la producción artesanal rural.

La integración de tecnologías innovadoras en la producción artesanal también ha sido abordada por [9] Quien destaca la importancia de combinar la ciencia y la tecnología con las prácticas culturales locales para generar soluciones sostenibles. En su estudio, subraya cómo la colaboración entre comunidades rurales y expertos en tecnología permite la adaptación de procesos que respetan los saberes ancestrales, mientras se optimiza la eficiencia y se promueve el uso de energías limpias. Esta visión se alinea con la propuesta de incorporar la sinterización en frío y las baterías de estado sólido en las comunidades artesanales rurales de México, pues ambas tecnologías buscan respetar y enriquecer las prácticas tradicionales, garantizando la sostenibilidad de estas. La autora también enfatiza la relevancia de fortalecer las capacidades locales para superar las barreras económicas y tecnológicas, favoreciendo el desarrollo económico y social de estas comunidades, [9].

En cuanto a tecnologías de materiales, [5] Describen la sinterización en frío como un proceso que optimiza la producción sin requerir altas temperaturas, lo que favorece la eficiencia energética. Esta tecnología es particularmente relevante para las comunidades rurales, ya que reduce el consumo de energía, lo que respalda la idea de incorporar tecnologías limpias en la producción artesanal.

El reconocimiento de los saberes ancestrales como patrimonio vivo es clave en la investigación, ya que [10-12] defienden la integración respetuosa de la tecnología con los

métodos tradicionales, subrayando la necesidad de no perder la identidad cultural al adoptar nuevas prácticas. Este enfoque se alinea con el objetivo de preservar las tradiciones mientras se promueven soluciones tecnológicas.

Finalmente, la electrificación rural es otro aspecto clave. Según la [13] Las energías limpias tienen un gran potencial para mejorar las condiciones de vida y la producción en áreas rurales. Las baterías de estado sólido, mencionadas en la investigación, son una solución viable para facilitar el acceso a energía limpia en estas comunidades; los conceptos descritos son resumidos en la tabla 1 mostrada a continuación.

Tabla 1. Resumen de conceptos relacionados.

Concepto	Autor / Año	Enfoque Teórico	Aportes principales	Relación con la investigación
Producción sostenible	[9], [15]	Desarrollo sostenible	Plantea el equilibrio entre lo ambiental, social y económico; introduce los ODS.	Fundamenta la necesidad de integrar sostenibilidad en la producción artesanal.
Sinterización en frío	[4]	Tecnología de materiales	Describe procesos sin altas temperaturas, con eficiencia energética.	Sustenta el uso de tecnologías limpias aplicables a comunidades rurales artesanales.
Saberes ancestrales	[12], [13]	Enfoque socioecológico	Valora el conocimiento tradicional; critica el desarrollo unidireccional occidental.	Justifica la integración respetuosa de la innovación con prácticas tradicionales.
Electrificación rural	[14]	Desarrollo energético	Señala los beneficios de las energías limpias; identifica barreras de adopción.	Apoya la inclusión de baterías de estado sólido y acceso a energía en comunidades rurales.

Fuente: Elaboración propia.

Metodología

El presente estudio emplea un diseño mixto que integra enfoques cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral de los efectos de la electrificación en comunidades rurales de la Mixteca de Oaxaca. Este enfoque permitió la triangulación de datos, aumentando la validez y confiabilidad de los hallazgos [16]. En la figura 1 se muestra de manera gráfica la metodología desarrollada.

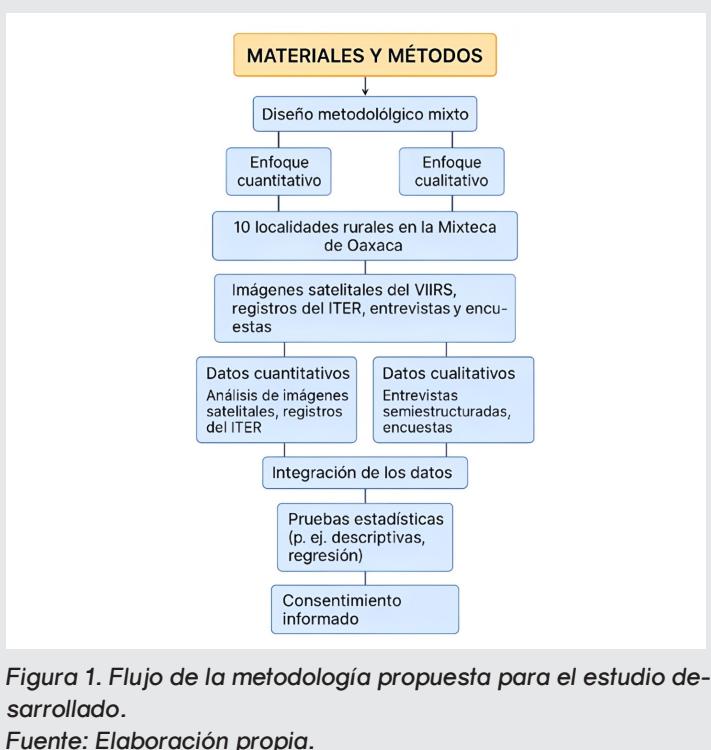


Figura 1. Flujo de la metodología propuesta para el estudio desarrollado.

Fuente: Elaboración propia.

Lugar y procedencia del material.

La investigación se desarrolló en 10 localidades rurales de la Mixteca de Oaxaca (ver Tabla 2), seleccionadas por su diversidad en niveles de electrificación y características socioeconómicas. La selección se realizó mediante un muestreo intencionado, priorizando comunidades con actividad artesanal activa y distintos niveles de acceso a energía. La población de estudio incluyó artesanos y habitantes de estas comunidades. Se aplicaron un total de 120 encuestas validadas, con criterios de inclusión que consideraron: (1) ser mayor de 18 años, (2) participar de manera activa en un taller artesanal, y (3) residir de forma permanente en la comunidad.

Tabla 2: Localidades que se toman en cuenta en el estudio.

Fuente: Elaboración Propia

Localidad	Habitantes	Viviendas con electricidad
Amatán Cerro Brujo	110	14.29%
Fortunata	4	0.00%
Ranchería Sahueachi	99	0.00%
Loma Toro	51	0.00%
La Sanguinaria	26	0.00%
Arroyo Carrizo	81	0.00%
San Miguel Chongos	521	0.00%
Loma Cerezal	64	86.67%
Loma de Conejo	60	100.00%
Santa Cruz Yagavila	64	99.44%

Fuente: Elaboración propia.

Los materiales empleados incluyeron imágenes satelitales de radiancia nocturna del sistema VIIRS [17], datos de electrificación y consumo energético del INEGI [18]. Así como registros primarios obtenidos mediante encuestas y entrevistas semiestructuradas.

Métodos y Técnicas

Se aplicaron dos métodos principales de recolección de datos:

Diseño Experimental y Procedimiento

1. Datos cuantitativos

- Encuestas: El cuestionario fue sometido a una prueba piloto con 15 participantes para verificar claridad y pertinencia. El instrumento alcanzó un índice de confiabilidad Alfa de Cronbach de 0.86, lo que respalda su consistencia interna.

- Imágenes satelitales: Se procesaron imágenes de radiancia nocturna de la NASA (VIIRS), estableciendo un umbral de 0,3 nW/cm²/sr para identificar localidades electrificadas. Este umbral se seleccionó con base en estudios previos que lo utilizan como referencia para diferenciar entre zonas con y sin electrificación efectiva [19].

- Registros oficiales: Se analizaron los datos del ITER (INEGI) para medir el impacto en infraestructura, actividad económica y acceso a la educación.

2. Datos cualitativos

- Entrevistas semiestructuradas a 35 artesanos y líderes comunitarios, orientadas a explorar percepciones sobre cohesión social, bienestar, calidad de vida y preservación cultural.
- Codificación y análisis temático: Se utilizó el software ATLAS.ti versión 23 para organizar las transcripciones y generar categorías emergentes, garantizando transparencia y trazabilidad en el análisis cualitativo.

El diseño fue descriptivo-comparativo, considerando tres momentos temporales (2014, 2019 y 2024) para analizar cambios en radiancia lumínica y condiciones socioeconómicas, y el software QGIS para procesar las imágenes satelitales y calcular los niveles de irradiancia lumínica. Además, se procesaron con IBM SPSS Statistics versión 27, aplicando análisis descriptivos, correlación de Pearson, regresiones lineales y ANOVA de un factor, incorporando el cálculo de η^2 y R^2 para medir el tamaño del efecto y la magnitud de las asociaciones.

Los datos cualitativos se analizaron con un enfoque temático, lo que permitió identificar patrones relacionados con cohesión social, percepción de bienestar y adaptación de tecnologías energéticas.

Pruebas Estadísticas

Para el análisis de los datos cuantitativos se emplearon diversas herramientas estadísticas utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 27. Se realizaron análisis descriptivos (media, desviación estándar) para caracterizar las variables principales del estudio. Asimismo, se aplicaron pruebas de correlación de Pearson para identificar relaciones lineales entre variables, y modelos de regresión lineal para determinar el grado de asociación entre la electrificación y cambios en las condiciones sociales y económicas de las comunidades.

Además, se utilizó la prueba ANOVA de un factor para comparar diferencias significativas entre los grupos experimentales y el grupo control. Estas pruebas permitieron evaluar el impacto de la electrificación desde un enfoque cuantitativo riguroso.

Ética de la Investigación

Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes, obteniendo consentimiento informado antes de la recolección de datos. Se respetaron los principios de autonomía, transparencia y participación comunitaria en todas las etapas del estudio.

RESULTADOS

El análisis de radiancia nocturna en el estado de Oaxaca, procesado con el software QGIS a partir de datos

del sistema VIIRS, permitió elaborar mapas de electrificación correspondientes a los años 2014, 2019 y 2024. Los resultados mostraron que localidades como San Gerónimo Tlacochohuaya experimentaron un aumento significativo de radiancia, mientras que Emiliano Zapata mantuvo valores bajos durante todo el periodo analizado. En términos generales, ocho de las diez comunidades mejoraron su acceso a energía en la última década, aunque se registraron casos de retroceso atribuibles a apagones, migración y problemas locales de infraestructura a partir de lo descrito se desarrolló un mapa para mostrar de manera gráfica lo descrito anteriormente como se muestra en la figura 2.

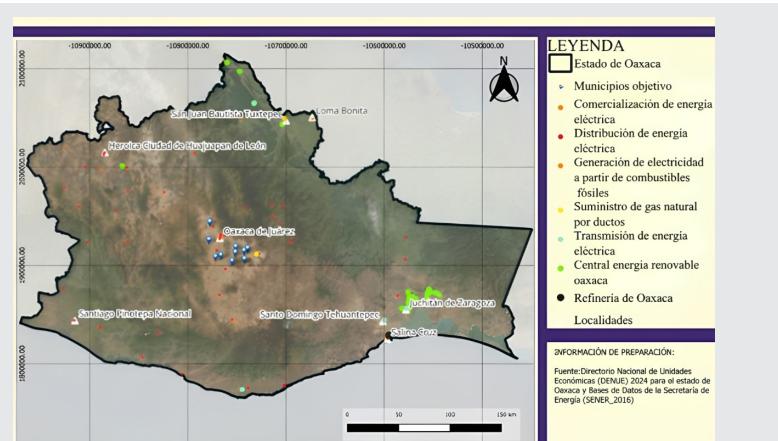


Figura 2. Distribución de la infraestructura eléctrica en el municipio de Oaxaca para el análisis de 10 comunidades.

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, se desarrollaron tres mapas de radiancia lumínica como se muestra en la figura 3 correspondientes a los años 2014, 2019 y 2024. El análisis reveló que la comunidad de San Gerónimo Tlacochohuaya mostró el mayor aumento en radiancia lumínica, mientras que Emiliano Zapata presentó los valores más bajos desde 2015. En general, ocho de las diez localidades han mejorado su electrificación en los últimos 10 años, aunque algunos municipios, como Rancho Valle del Lago, mostraron una disminución reciente. Los descensos en la radiancia podrían estar relacionados con apagones, crisis energética local, migración, desastres naturales o contaminación.

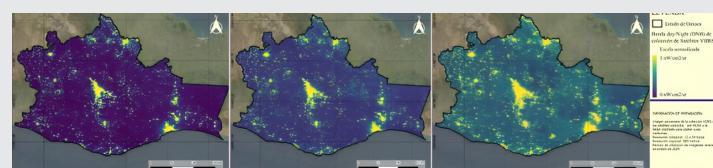


Figura 3. Radiancia lumínica en función del tiempo, año 2014, 2019 y 2024 de izquierda a derecha.

Fuente: Elaboración propia mediante el Software Open-Source, QGIS.

Las comunidades con menor electrificación en la última década fueron Emiliano Zapata, Santa Cecilia Jaliela y San Andrés Ixtlahuaca.

Respecto a la extracción de datos y representación gráfica de los mismos se obtuvo la tendencia de radiancia lumínica en función de cada uno de los 10 municipios considerados de Oaxaca, en la figura 4 se muestra el municipio con mayor índice de aumento de radiancia lumínica en Oaxaca (San Gerónimo Tlacoctahuaya).

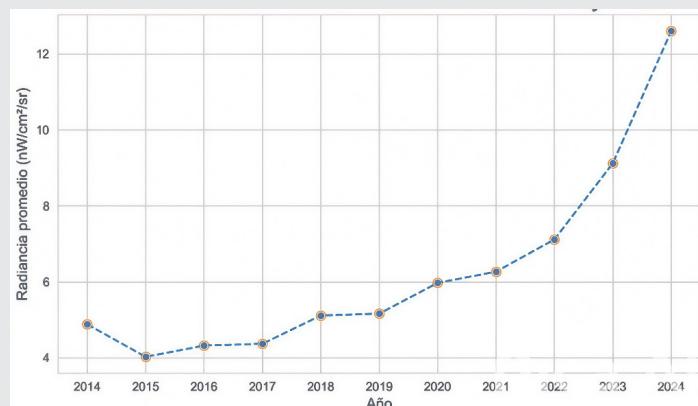


Figura 4. Índice de radiancia lumínica en San Gerónimo Tlacoctahuaya, en unidades de $nW/cm^2/sr$, con un análisis en el tiempo de 10 años 2014-2024.

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis Descriptivo de los Datos.

En cuanto a la caracterización de la muestra, participaron 120 artesanos con una edad promedio de 35.4 años, distribuidos en un rango de 18 a 60 años. El 60 % fueron mujeres y el 40 % hombres (ver figura 5).



Figura 5. Distribución por género de los artesanos.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Para efectos de análisis, se definió la variable “X” como eficiencia energética, medida a través de la reducción porcentual en el consumo de energía de talleres electrificados, y la variable “Y” como productividad artesanal, evaluada a partir del incremento porcentual en el número de piezas elaboradas por semana. Los resultados descriptivos arrojaron medias de 75.4 para la eficiencia energética y 82.1 para la productividad artesanal, con desviaciones estándar de 6.3 y 4.7 respectivamente, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen de las medias y desviaciones estándar de las variables estudiadas.

Fuente: Elaboración Propia.

Variable	Media	Desviación estándar
Variable X	75.4	6.3
Variable Y	82.1	4.7

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Inferencial

Respecto a la prueba ANOVA, un factor indicó diferencias significativas en eficiencia energética entre comunidades electrificadas y no electrificadas ($F = 5.6$, $p = 0.03$), con un tamaño del efecto η^2 de 0.17, lo que corresponde a un efecto medio. Asimismo, los modelos de regresión lineal mostraron una relación positiva entre electrificación y productividad ($\beta = 0.72$, $p < 0.01$), con un R^2 de 0.51. Esto significa que el 51 % de la variabilidad en la productividad se explica por el nivel de electrificación, lo cual subraya la importancia del acceso a energía en los procesos artesanales.

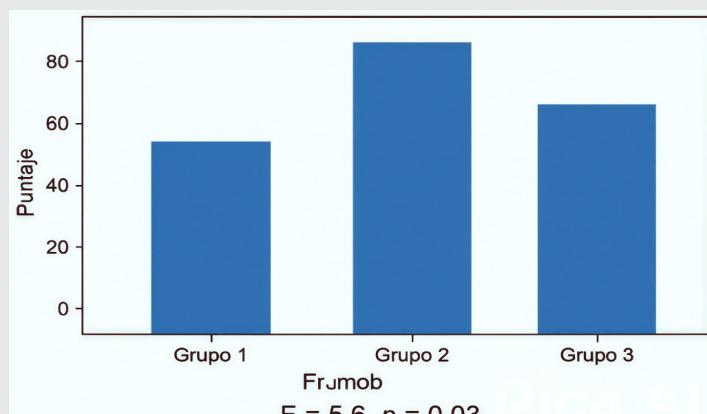


Figura 6. Comparación de los puntajes entre los grupos, que ilustra los resultados de la prueba ANOVA.

Fuente: Elaboración Propia.

Por su parte, los resultados cualitativos obtenidos a partir de entrevistas y encuestas identificaron tres dimensiones clave. En primer lugar, la cohesión social, expresada en testimonios que resaltan cómo la electrificación fomenta el trabajo colectivo y la cooperación en talleres. En segundo lugar, la preservación cultural, pues los artesanos indicaron que la modernización no altera sus métodos tradicionales, sino que los complementa. Finalmente, el bienestar y la calidad de vida, reflejados en la mejora de la iluminación, el acceso a la educación y la reducción de los tiempos de producción. Finalmente, y mediante la triangulación de datos, se confirmó que la electrificación y la integración de tecnologías sostenibles reducen hasta en un 40 % el consumo energético, aumentan en un 25 % la productividad artesanal y fortalecen tanto la cohesión comunitaria como la preservación de los saberes ancestrales.

RESULTADOS

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la electrificación en comunidades rurales de la Mixteca de Oaxaca tiene un

impacto positivo significativo en la eficiencia productiva, la cohesión social y la preservación cultural. Este hallazgo es consistente con estudios previos que destacan la importancia de integrar tecnologías innovadoras en contextos rurales [4], [8], [19]. Ahora, desde el punto de vista técnico, el análisis inferencial mostró que la electrificación se asocia con mejoras en eficiencia energética ($\eta^2 = 0.17$) y productividad artesanal ($R^2 = 0.51$). Estos valores indican que la electrificación no solo genera un efecto estadísticamente significativo, sino que también posee una magnitud práctica importante para las comunidades. Estos resultados respaldan la propuesta de que tecnologías como la sinterización en frío y las baterías de estado sólido pueden optimizar recursos sin comprometer la calidad de los productos finales.

Concerniente a la dimensión sociocultural, el análisis cualitativo reveló que los artesanos perciben la electrificación como un medio para fortalecer la cohesión comunitaria y mantener los métodos tradicionales, lo cual coincide con la perspectiva de Leff y García [13]. Quienes subrayan que la innovación debe respetar los saberes ancestrales. Las entrevistas muestran que la introducción de tecnologías no implica una ruptura con las prácticas culturales, sino un complemento que potencia su sostenibilidad. Asimismo, se identificó un interés comunitario real en la adopción de tecnologías solares (55 % de disposición positiva). Este hallazgo resulta estratégico, ya que coincide con la necesidad de diversificar fuentes de energía en comunidades con bajos niveles de radiación, como Emiliano Zapata y Santa Cecilia Jalieza. La combinación de energía solar con materiales locales (arcillas y biomateriales) se presenta como una solución viable para reducir costos y huella ambiental, a la vez que se aprovechan recursos propios de la región. La investigación evidencia que la electrificación contribuye a mejorar la calidad de vida, con efectos en la educación, la salud y la autonomía productiva. Estos hallazgos refuerzan la propuesta de Martínez-Celorio [8] respecto a que la innovación tecnológica en contextos rurales debe alinearse con el desarrollo social y la preservación cultural.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que la electrificación en comunidades rurales de la Mixteca de Oaxaca tiene un impacto positivo significativo en la eficiencia productiva, la cohesión social y la preservación cultural. Este hallazgo es consistente con estudios previos que destacan la importancia de integrar tecnologías innovadoras en contextos rurales [4], [8], [19]. Por otro lado, el análisis inferencial mostró que la electrificación se asocia con mejoras en eficiencia energética ($\eta^2 = 0.17$) y productividad artesanal ($R^2 = 0.51$). Estos valores indican que la electrificación no solo genera un efecto estadísticamente significativo, sino que también posee una magnitud práctica importante para las comunidades. Estos resultados respaldan la propuesta de que tecnologías como la sinterización en frío y las baterías de estado sólido pueden optimizar recursos sin comprometer la calidad de los productos finales. Respecto a la dimensión sociocultural, el análisis cualitativo reveló que los artesanos perciben la electrificación como un medio para fortalecer

la cohesión comunitaria y mantener los métodos tradicionales, lo cual coincide con la perspectiva de Leff y García [13], quienes subrayan que la innovación debe respetar los saberes ancestrales. Las entrevistas muestran que la introducción de tecnologías no implica una ruptura con las prácticas culturales, sino un complemento que potencia su sostenibilidad.

Además, se identificó un interés comunitario real en la adopción de tecnologías solares (55 % de disposición positiva). Este hallazgo resulta estratégico, ya que coincide con la necesidad de diversificar fuentes de energía en comunidades con bajos niveles de radiación, como Emiliano Zapata y Santa Cecilia Jalieza. La combinación de energía solar con materiales locales (arcillas y biomateriales) se presenta como una solución viable para reducir costos y huella ambiental, a la vez que se aprovechan recursos propios de la región. Importante resulta destacar la investigación que evidencia la contribución de la electrificación para mejorar la calidad de vida, con efectos en la educación, la salud y la autonomía productiva. Estos hallazgos refuerzan la propuesta de Martínez-Celorio [8] respecto a que la innovación tecnológica en contextos rurales debe alinearse con el desarrollo social y la preservación cultural.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación fue financiada con fondos de la Convocatoria de Investigación Científica y Humanística en Ejes Estratégicos 2025, Programa Presupuestario F003 (PpF003) "Programas Nacionales Estratégicos de Ciencia, Tecnología y Vinculación con los Sectores Social, Público y Privado" Proyecto PEE-2025-C-6.

Esta publicación forma parte de la subvención CNS2023-144190 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por el proyecto "European Union NextGenerationEU/PRTR". Y las subvenciones CIAICO/2023/264 y CIGRIS/2022/077 financiadas por la Generalitat Valenciana.

También a la Universidad Americana de Europa (UNADE) por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio. Agradecemos profundamente a los miembros del equipo académico por brindarnos los recursos y las facilidades necesarias para desarrollar este trabajo. Su compromiso con la investigación y el desarrollo académico ha sido fundamental para la consecución de los objetivos de este proyecto. Fomentando un entorno de excelencia académica que ha permitido enriquecer este estudio, proporcionando un espacio para el intercambio de ideas y el avance del conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Álvarez, "From educational innovation to social transformation: Theory and practice," *Intangible Capital*, vol. 11, no. 3, Sep. 2015, doi: 10.3926/ic.663.
- [2] M. C. Martínez Meneses, M. Tapia Esquivias, and H. Z. del Ángel López, "APLICACIÓN E IM-

PACTO DE LA TECNOLOGÍA ADECUADA EN LA HECHURA ARTESANAL MEXICANA," *Pistas Educativas*, vol. 2020, no. 136, Celaya, Guanajuato, 2020. Accessed: Feb. 03, 2025. [Online]. Available: <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>

[3] A. Cornelius-Bell and P. A. Bell, "Educational Hegemony: Angloshperic Education Institutions and the Potential of Organic Intellectuals," *Canadian Journal of Educational and Social Studies*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.53103/cjess.v4i1.213.

[4] C. Li, G. Zhu, X. Zhu, and S. Xiong, "Cold Sintering: A New Sintering Technology for Advanced Ceramic Materials," in *Advanced Ceramic Materials - Emerging Technologies*, Intech Open, 2025, ch. 12. doi: 10.5772/intechopen.1007855.

[5] F. Colmenero Fonseca, A. Borrell, M. Dolores Salvador Moya, R. Benavente, and J. Francisco Palomino Bernal, "Technological Advances in Ceramic Membranes for Water Treatment," 2025. doi: 10.5772/intechopen.1008828.

[6] M. Alberto Nájera, *Cultura y Globalización en el Siglo XXI*. EDITORIAL UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, 2009. Accessed: Dec. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.libreriacarlosfuentes.mx/es/producto/cultura-y-globalizacion-en-el-siglo-xxi?rsId=AfmBOopazQmsH12FqxgHOxEXigRpMr1SY6evsKCCUPRQeF4t9-qATezo>

[7] J. M. Vaca Rueda and M. E. Sánchez Soriano, "Innovación educativa en la era digital: explorando el impacto de las tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje primario," *Revista Imaginario Social*, vol. 7, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.59155/is.v7i2.181.

[8] X. Martínez-Celorrio, "La innovación social: orígenes, tendencias y ambivalencias Social innovation: origins, trends and ambivalences," 2017. Accessed: Jan. 23, 2025. [Online]. Available: <http://youngfoundation.org/>

[9] G. Sart, "Impact of Higher Education and Globalization on Sustainable Development in the New EU Member States," *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 11916, Sep. 2022, doi: 10.3390/su141911916.

[10] Naciones Unidas, "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible," Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Desarrollo Sostenible. Accessed: Aug. 14, 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/desa>

[11] F. Colmenero Fonseca, R. Rodríguez Pérez, J. Perlaza Rodríguez, J. F. Palomino Bernal, and J. Cárcel-Carrasco, "Sustainable Built Environ-

ments: Building Information Modeling, Biomaterials, and Regenerative Practices in Mexico," *Buildings*, vol. 14, no. 1, p. 202, Jan. 2024, doi: 10.3390/buildings14010202.

[12] E. Barrera and G. Gracia, *Saberes Tradicionales y Ética Ambiental*. Editorial Academia Española, 2011. Accessed: Nov. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.iberlibro.com/Saberes-Tradicionales-Ética-Ambiental-Edith-BarerraGastón/30729198140/bd>

[13] E. Leff, R. García, P. Gutman, and V. Toledo, *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Barcelona, España : Gedisa Editorial, 1994. Accessed: Jun. 18, 2024. [Online]. Available: https://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/5067/1/Ciencias_sociales_y_formación_ambiental.pdf

[14] CEPAL, *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, CEPAL : OLADE : GTZ ; [Publicaciones de las Naciones Unidas, distribuidor], 2003. Accessed: Sep. 23, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6465dbf8-63b2-43cd-87f9-f7f596033fe2/content>

[15] United Nations, "The Sustainable Development Goals (DSDG)," Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Desarrollo Sostenible. Accessed: Aug. 14, 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/desa>

[16] A. Tashakkori and C. Teddlie, *SAGE Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States : SAGE Publications, Inc., 2010. doi: 10.4135/9781506335193.

[17] NOAA, "VIIRS Daily Mosaic," PNG Tiles of Suomi National Polar Partnership satellite flown by NASA and NOAA. Accessed: Feb. 10, 2025. [Online]. Available: https://www.ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_ut_mos.html

[18] INEGI, "Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares," Información Demográfica y Social. Accessed: Feb. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>

[19] L. Del-Río-Carazo, E. Acquila-Natale, S. Iglesias-Pradas, and Á. Hernández-García, "Sustainable Rural Electrification Project Management: An Analysis of Three Case Studies," *Energies* (Basel), vol. 15, no. 3, p. 1203, Feb. 2022, doi: 10.3390/en15031203.