


**EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO**

**Jesus Gerardo Delgado Rivas<sup>A</sup>, Marcos Iván Saldaña Mendez<sup>B</sup>, Cesar Ivan Mellado Ibarra<sup>C</sup>**



ARTICLE INFO	RESUMEN
<p><b>Article history:</b>  <b>Received:</b> Jun, 18<sup>th</sup> 2024  <b>Accepted:</b> Aug, 16<sup>th</sup> 2024</p>	<p><b>Objetivo:</b> El objetivo de esta investigación es determinar las diferencias entre los municipios de México que son más eficientes en el uso de energía y los que no lo son.</p>
<p><b>Palabras clave:</b>            Eficiencia Energética;            Nivel de Educación;            Costos de la Energía;            Inversión Total.</p>	<p><b>Marco Teórico:</b> En este trabajo se toma el concepto de eficiencia energética, y se exploran los elementos del contexto que diferencian a un territorio eficiente en el uso de energéticos.</p>
	<p><b>Método:</b> Se clasificaron 4262 municipios de acuerdo a su nivel de eficiencia energética con un análisis de Clusters por K-medias, después se llevo a cabo un análisis ANOVA y se para comparara el nivel educatvio, la inversión total y el tamaño de la población entre ambos grupos de municios, finalmente se realizó una regresión lineal para darle robustés al análisis.</p>
	<p><b>Resultados y Discusión:</b> Se encontró que los municipios más eficientes en el aprovechamiento de la energía tienen un nivel más elevado de educación, inversión y un mayor tamaño de la población.</p>
	<p><b>Implicaciones de la investigación:</b> Este trabajo tiene implicaciones para la administración pública en la determinación de políticas de desarrollo regional que pueden impactar en la eficiencia energética.</p>
	<p><b>Originalidad/Valor:</b> Este estudio contribuye a la literatura al analizar la eficiencia energética en las empresas de los municipios de México, y al identificar las diferencias entre los municipios más eficientes y los que no lo son. La relevancia y valor de esta investigación se evidencian en la metodología robusta, y la determinación de como elementos del entorno pueden hacer que una región sea mpas eficiente en el uso de energía.</p>
	<p>Doi: <a href="https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i9.4819">https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i9.4819</a></p>

**ENERGY EFFICIENCY IN THE MUNICIPALITIES OF MEXICO**

**ABSTRACT**

**Objective:** The objective of this research is to determine the differences between the municipalities in Mexico that are more efficient in the use of energy and those that are not.

**Theoretical Framework:** In this work, the concept of energy efficiency is taken, and the elements of the context that differentiate an efficient territory in the use of energy are explored.

**Method:** The 4262 municipalities were classified according to their level of energy efficiency with a K-means Cluster analysis, then an ANOVA analysis was carried out and the educational level, total investment and

<sup>A</sup> Doctor en Ciencias Administrativas. Faculty of Commerce and Administration Victoria from Universidad Autónoma de Tamaulipas. Victoria, Tamaulipas, México. Correo electrónico: [jdelgador@docentes.uat.edu.mx](mailto:jdelgador@docentes.uat.edu.mx)  
 Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1379-5469>

<sup>B</sup> Máster en Dirección de Empresas. Faculty of Commerce and Administration Victoria from Universidad Autonoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, Mexico.  
 Correo electrónico: [marcosalda24@hotmail.com](mailto:marcosalda24@hotmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-7001-9836>

<sup>C</sup> Doctor en Ciencias Administrativas. Faculty of Commerce and Administration Victoria from Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Correo electrónico: [cmellado@uat.edu.mx](mailto:cmellado@uat.edu.mx)  
 Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1389-1618>

population size were compared between both groups of municipalities, finally a linear regression was carried out to make the analysis robust.

**Results and Discussion:** It was found that the most efficient municipalities in the use of energy have a higher level of education, investment and a larger population size.

**Research Implications:** This work has implications for public administration in determining regional development policies that can impact energy efficiency.

**Originality/Value:** This study contributes to the literature by analyzing energy efficiency in companies in the municipalities of Mexico, and by identifying the differences between the most efficient municipalities and those that are not. The relevance and value of this research is evident in the robust methodology, and the determination of how elements of the environment can make a region more efficient in energy use.

**Keywords:** Energy Efficiency, Education Level, Energy Costs, Total Investment.

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS MUNICÍPIOS DO MÉXICO

### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo desta pesquisa é determinar as diferenças entre os municípios do México que são mais eficientes no uso de energia e aqueles que não o são.

**Referencial Teórico:** Neste trabalho é tomado o conceito de eficiência energética e explorados os elementos do contexto que diferenciam um território eficiente no uso de energia.

**Método:** Os 4262 municípios foram classificados de acordo com seu nível de eficiência energética com uma análise de Cluster K-means, em seguida foi realizada uma análise ANOVA e o nível educacional, o investimento total e o porte populacional foram comparados entre os dois grupos de municípios, por fim uma regressão linear foi realizado para tornar a análise robusta.

**Resultados e Discussão:** Verificou-se que os municípios mais eficientes no uso de energia possuem maior nível de escolaridade, investimento e maior porte populacional.

**Implicações de Investigação:** Este trabalho tem implicações para a administração pública na determinação de políticas de desenvolvimento regional que podem impactar a eficiência energética.

**Originalidade/Valor:** Este estudo contribui para a literatura ao analisar a eficiência energética em empresas dos municípios do México e ao identificar as diferenças entre os municípios mais eficientes e aqueles que não o são. A relevância e o valor desta pesquisa são evidentes na metodologia robusta e na determinação de como os elementos do meio ambiente podem tornar uma região mais eficiente no uso de energia.

**Palavras-chave:** Eficiência Energética, Nível de Educação, Custos de Energia, Inversão Total.

## 1 INTRODUCCIÓN

El consumo de energía es uno de los elementos más importantes para el desarrollo de cualquier actividad económica, entendiéndose que los países más productivos son lo que tienen una demanda más elevada de este insumo, siendo el sector industrial el que más la consume (Aritzabal & González, 2021). La problemática del consumo de energía en los procesos productivos se relaciona con el impacto ambiental de la misma, ya que no todas las fuentes de energía son renovables o limpias, siendo las más populares alrededor del planeta los combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón (Arias et al., 2022).

Todas las fuentes de energía renovable tienen el potencial de reducir significativamente la dependencia de los combustibles fósiles, y así, poder mitigar el cambio climático, no obstante, la implementación de estas alternativas se enfrenta a obstáculos y limitaciones que

deben ser abordados para lograr una transición exitosa enfocada hacia un sistema más energético y sostenible (Mikati et al., 2012).

Es así como la eficiencia en el consumo de energía ha adquirido un papel crucial a nivel global, impulsada por desafíos significativos como el cambio climático y la necesidad de seguridad energética (Hu et al., 2020). Las regulaciones ambientales constituyen un factor determinante en el avance de la eficiencia energética, ya que estimulan el progreso tecnológico orientado hacia la reducción de emisiones de carbono, este impulso al desarrollo tecnológico no solo facilita una mayor eficiencia energética, sino que también promueve la innovación en este campo, además, dichas regulaciones fomentan la consideración de los costos asociados a las tecnologías energéticas, incentivando así la adopción de soluciones más eficientes y económicamente viables, en conjunto, estas políticas son esenciales para propiciar un entorno que favorece la mejora continua de la eficiencia energética a través de la innovación tecnológica y la gestión estratégica de recursos (Li & Sun, 2020).

En México, los municipios que tienen un mayor consumo de energía eléctrica están ubicados en la franja fronteriza del norte del país, especialmente en las áreas desérticas donde las altas temperaturas demandan la utilización de dispositivos de refrigeración, siendo ejemplos destacados Monterrey y Mexicali, esta situación tiene implicaciones notables en el ámbito económico, social y medioambiental, por ello, es esencial tener diferentes estrategias para explorar y poder disminuir el consumo de energía eléctrica en estos municipios y otros de la nación (Becerril & García, 2022).

La eficiencia energética en las organizaciones mexicanas se vincula a la implementación de distintas medidas y tecnologías que ayudan reducir el consumo de energía en los procesos productivos y en las instalaciones de la empresa, sin afectar la calidad del producto o servicio ofrecido, para la incorporación de las medidas hacia la eficiencia energética en empresas puede generar: la reducción de costos de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son prioridades clave (Jaramillo et al., 2019). Aplicar acciones orientadas a la eficiencia energética puede brindar múltiples ventajas a las compañías, resaltando la disminución de gastos operativos, la eficiencia energética puede ayudar a la reducción de los costos por operaciones de la empresa, al menos el consumo de energía y, por consiguiente, las facturas correspondientes (Arróliga & Betanco, 2021).

Las fuentes de energía más sucias como los combustibles fósiles, petróleo, gas y carbón son empleadas debido a que es más sencillo su almacenamiento, ya existe infraestructura que se destina para su extracción, transporte y consumo (Florián y Correa, 2019). Sin embargo, es

sabido que dichas fuentes de energía son las principales emisoras de gases de efecto invernadero (González-Estrada & Amador, 2017) mediante el uso y quema de los combustibles fósiles, que son el petróleo, el gas natural y el carbón, producen la liberación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, todas estas emisiones de gases de efecto invernadero concentran la calor en la atmósfera, lo que hace que el calentamiento global y un cambio climático en el mundo (García et al., 2018).

Los gases de efecto invernadero tienen consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud, el incremento de estas emisiones, como el dióxido de carbono, dan lugar a fenómenos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y tormentas más intensas (Marcos-García & Pulido-Velázquez, 2017); además, los contaminantes que se encuentran en el aire originados por la quema de los diferentes combustibles fósiles, causan problemas respiratorios, cardiovasculares y un mayor riesgo de padecer enfermedades como el cáncer de pulmón (Matt et al., 2016).

Algunos de los sectores empresariales que tienen una notable contribución con las emisiones de gases de efecto invernadero son: la industria de la construcción, la agricultura y la industria manufacturera (Zhang et al., 2018). La agricultura genera la mayoría de sus emisiones a través de la fertilización nitrogenada (González-Estrada & Amador, 2017); y la industria manufacturera lo hace por el uso de combustibles fósiles (Vázquez et al., 2020).

El deterioro del ecosistema mundial y el creciente agotamiento de las reservas de los diferentes combustibles fósiles ocasionan las actuales crisis en el sistema energético, económico y empresarial, siendo el aumento en el precio de los combustibles y de la energía un tema de relevancia para las empresas (Andrade-Castañeda et al., 2017).

La electricidad tiene un impacto considerable en el crecimiento económico y desarrollo industrial de las naciones (Castillo et al., 2022). El suministro eléctrico es crucial para el funcionamiento de la sociedad moderna, ya que es el insumo principal en una gran parte de los procesos de producción gama de actividades que abarcan desde el ámbito doméstico hasta la industria y el transporte, resulta esencial llevar a cabo una transición enfocada al uso de distintas fuentes de energía más limpias y renovables, con el fin de disminuir estos impactos y lograr una mayor sostenibilidad energética (Rojas et al., 2021).

La situación energética global es compleja, a pesar de los intentos por promover las energías renovables, subsiste una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, que constituyen cerca del 81% de la matriz energética mundial, no obstante, existen múltiples obstáculos que complican la transición hacia fuentes enfocadas a energías más sostenibles, entre estos desafíos se encuentran la

falta de conciencia o conocimiento sobre la importancia de las energías limpias, así como los problemas en el funcionamiento del mercado (Espeche et al., 2022).

Para hacer frente a estos desafíos, es necesario promover la adopción de hábitos de vida saludable, como reducir el tiempo dedicado a actividades sedentarias y fomentar la actividad física (Camacho-Ballesta & Belmonte, 2021).

El consumo de electricidad por parte de las empresas tiene diversos efectos a nivel global: en primer lugar, un consumo excesivo de energía eléctrica por parte de las empresas conlleva un mayor agotamiento de los recursos naturales y con una gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas, con lo cual las empresas afectan al cambio climático y al calentamiento global (Cuisano et al., 2020).

Distintas investigaciones se enfocan en el consumo de la energía eléctrica de las empresas mexicanas, un estudio examinó la eficiencia operativa y la responsabilidad ambiental en la industria manufacturera de México, revelando que la implementación de prácticas como la manufactura esbelta, la manufactura sustentable y la mejora continua puede tener un impacto positivo tanto en la eficiencia operativa como en la responsabilidad ambiental de las empresas (Monge et al., 2013). Los estudios indican que existen oportunidades para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en el consumo de energía eléctrica por parte de las empresas mexicanas (Domenico et al., 2017).

La eficiencia energética a nivel municipal puede ser un factor determinante en la competitividad, la implementación de políticas sostenibles y programas de eficiencia energética no solo mejora la imagen de un municipio, sino que también atrae inversiones y promueve un desarrollo económico sostenible, además, una planificación integral a nivel municipal, que considere aspectos energéticos, geográficos, sociales, ambientales y económicos, tiende a mejorar la eficiencia energética y, en consecuencia, aumentar la competitividad del municipio (Pitt, 2010).

Al atraer inversiones, optimizar la gestión de recursos y servicios, y fomentar un desarrollo sostenible, los municipios pueden fortalecer su posición competitiva, la competencia entre municipios actúa como un catalizador para impulsar la eficiencia operativa y la adopción de políticas sostenibles, lo que a su vez puede consolidar la posición de un municipio en el contexto regional o nacional (Poggi et al., 2017).

La eficiencia energética en los municipios puede tener los siguientes beneficios: en primer lugar, tiende a reducir los gastos en las maniobras de las empresas al disminuir el consumo de energía, lo que mejora su rentabilidad y competitividad en el mercado; además, al

adquirir mejores prácticas en el uso adecuado de la energía, los municipios pueden servir de ejemplo para las empresas locales, incentivándolas a implementar medidas similares en sus operaciones (Farmer & Lombeida 2021).

La competitividad de un municipio puede estar influenciada por su eficiencia energética, la capacidad de un municipio para proporcionar condiciones favorables para los negocios, tales como costos energéticos reducidos y un entorno sostenible, puede atraer inversiones y fomentar el desarrollo económico local, asimismo, el uso mejorado de él buen manejo de la eficiencia energética en los municipios puede contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, un factor cada vez más crucial para las empresas que buscan cumplir con regulaciones ambientales y mejorar su imagen corporativa (Ruplienè et al., 2017).

Derivado del planteamiento anterior, se ha llegado al siguiente cuestionamiento ¿Cuáles son las características de los municipios que son más eficientes energéticamente? Es así como el objetivo de esta investigación es: Determinar las diferencias entre los municipios que son más eficientes en el uso de energía y los que no lo son.

El presente documento tiene la siguiente estructura: la siguiente sección contiene el marco teórico de la investigación, después se encuentra la descripción de la Metodología; después los resultados de los tres análisis realizados; y finalmente las conclusiones de este trabajo.

## 2 MARCO TEÓRICO

La eficiencia energética engloba la optimización en la producción, pasando por la transmisión hasta el consumo de energía, incluye el uso de energías renovables y la disminución de emisiones contaminantes (Medina et al., 2023). Es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible, y es crucial en la planificación de ciudades y políticas de energía (Duarte, 2021). Esto involucra la aplicación de tecnologías, métodos y hábitos concebidos para disminuir el uso de energía y optimizar la forma en que operan los sistemas energéticos en la producción y consumo (Fresner et al, 2017).

Por otra parte, Peña (2012) menciona que es una proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía. Se basa a la eficiencia de producción, así como la forma en que se distribuye y se usa la energía para garantizar una calidad total de productos o servicios, relacionado con la competitividad en las empresas (Monterroso & Cifuentes, 2022).

## 2.1 CARACTERÍSTICAS QUE DESTACAN A LOS MUNICIPIOS CON ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La forma en que se unen la eficiencia energética y las estrategias de desarrollo local es esencial para mejorar la sostenibilidad y optimizar los sistemas energéticos municipales, al priorizar las necesidades locales y gestionar adecuadamente las expectativas de la comunidad, se fomenta la cohesión social en la lucha contra los desafíos energéticos, además, esta integración promueve un mayor conocimiento y conciencia sobre las cuestiones energéticas, fortaleciendo el compromiso de la comunidad con prácticas sostenibles y responsables (Zapata, 2022).

Algunas características del territorio pueden influir positivamente en la eficiencia energética, entre ellas destacan: La educación, el tamaño de la población y la inversión, a continuación, se ofrece una descripción de la relación que guardan.

### 2.1.1 Relación entre tamaño de población y eficiencia energética

La interacción entre el tamaño de la población y su eficiencia energética constituye un ámbito de estudio complejo, se observa que los costos asociados con la prestación de servicios locales tienden a variar (Bartolacci et al., 2022). Por otro lado, Chen et al. (2021) destacan que el tamaño de la población tiene un papel crucial en la eficiencia energética, el tamaño de población influye significativamente en este aspecto, ya que una mayor concentración de personas puede llevar a una utilización más eficiente de la energía. Del mismo modo, Morikawa (2012) encontró que en Japón las poblaciones con una densidad de población más elevada tuvieron una eficiencia en el uso de energía mayor.

H1: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de la población de los municipios con más eficiencia energética que con los menos eficientes.

### 2.1.2 Relación entre educación y eficiencia energética

La conexión entre la educación y la eficiencia energética es importante en las prácticas sustentables y en la disminución del consumo energético, al educar sobre la importancia y los procedimientos de la eficiencia energética, se promueve un cambio sustancial en la conducta energética, lo que se traduce en una gestión más racional y respetuosa del ambiente (Torres & Montaña, 2014).

El nivel de educación de los ciudadanos y su conciencia sobre los riesgos asociados con la seguridad energética, ya que la eficiencia energética no se limita a la construcción de edificios bioclimáticos, si no que, la educación energética puede potenciar la capacidad de los ciudadanos para influir positivamente en la configuración de entornos urbanos más eficientes y sostenibles (Sosa, et al., 2022). La educación desempeña un papel crucial en la promoción de la eficiencia energética, ya que incrementa la conciencia y el conocimiento sobre la importancia de conservar energía y utilizar fuentes de energía sostenibles (Simón, 2010).

H2: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el nivel de Educación de los municipios con más eficiencia energética que con los menos eficientes.

### **2.1.3 Relación entre inversión en los municipios y eficiencia energética**

La inversión en eficiencia energética puede ayudar a generar reducciones sustanciales en los costos del consumo de energía, lo que a su vez libera recursos que pueden destinarse a otros bienes y servicios (Fresner et al., 2018). Reconocer y abordar estas dimensiones multifacéticas puede mejorar significativamente la efectividad de las políticas y estrategias de eficiencia energética, asegurando que las inversiones realizadas contribuyan de manera óptima a los objetivos de sostenibilidad a largo plazo (Nehler & Rasmussen, 2016).

H3: Existe una diferencia estadísticamente significativa en la inversión de los municipios con más eficiencia energética que con los menos eficientes.

## **3 METODOLOGÍA**

Para la presente investigación se llevó a cabo un análisis estadístico de las diferencias en los niveles de educación, inversión y tamaño de la población de los municipios de México, divididos en dos grupos de acuerdo con sus niveles de eficiencia energética. La unidad de análisis fueron los municipios de México, cuyo total es de 2 469, de los cuales se utilizaron 2 462 ya que algunos de ellos presentaban datos perdidos.

Para llevar a cabo dicho análisis primero se empleó un análisis de clúster por K-medias (Kim, 2009), que permitió hacer la división entre los municipios más eficientes con respecto a la relación entre el costo de la energía que consumen y su nivel de producción.

Una vez que ambos grupos fueron generados se procedió a hacer un análisis ANOVA, en el cual se busca identificar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos

grupos para cada una de las tres características mencionadas, y así contrastar las hipótesis. Adicionalmente, para hacer un análisis más robusto se ha realizado una regresión lineal que permite observar a detalle la dirección de la relación entre las características analizadas y el indicador de eficiencia energética.

### 3.1 MEDICIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 1 se pueden observar la operacionalización de cada variable. Para la medición de la eficiencia energética se utilizó un indicador construido como la razón entre el costo del consumo de energía eléctrica sobre la producción bruta total del municipio. Para la variable educación se empleó el promedio de años de escolaridad de la población del municipio, para la inversión se emplearon datos de los Censos Económicos del INEGI (2019) y para el tamaño de la población información del Censo Poblacional de INEGI (2020).

**Tabla 1**

*Medición de variables*

Variable.	Concepto.	Fuente.
Eficiencia Energética	Razón del Costo del Consumo de Energía para la Producción entre la Producción Bruta del Municipio.	Censo Económico 2019. INEGI (2019).
Educación	Años promedio de escolaridad de la población de 15 años y más.	Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI (2020)
Tamaño de Población	Habitantes del municipio.	México en cifras. INEGI. (2020)
Inversión total (en millones de pesos)	La inversión en municipios se refiere al incremento en activos, insumos y productos en inventario que se observó en el municipio.	Censo Económico 2019. INEGI (2019).

Fuente: Elaboración propia

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 IDENTIFICACIÓN DEL GRUPO DE MUNICIPIOS EFICIENTES E INEFICIENTES EN EL COSTO DE LA ENERGÍA

Para los primeros resultados se utilizaron las tres variables que se observan en las tablas siendo la eficiencia energética (EE), para la elaboración de la variable de Eficiencia energética se llevó a cabo a base de un indicador siendo el consumo de energía eléctrica sobre la producción bruta total, se observó que no se contaba con una distribución normal de los datos, así que se optó por crear otra variable de eficiencia energética, sacando el logaritmo natural a

la variable de eficiencia energética, la producción bruta total (PBT) se sacó de los datos obtenidos de los tabulados interactivos (SaIC), de igual forma se utilizaron los tabulados de (SaIC) para obtener los datos acerca de los gasto por consumo de energía eléctrica (GPCEE).

En esta Tabla 2 se puede observar la cantidad de municipios que se encuentran en los dos clústeres realizados, donde el clúster número 1 se encuentran 1331 municipios siendo estos los más eficientes y en el clúster número 2 1131 municipios siendo los menos eficientes.

**Tabla 2**

*Número de casos en cada clúster.*

Clúster	1	1331.000
	2	1131.00
Válidos		2462.00
Perdidos		2.00

Fuente: Elaboración propia

Para el clúster número 1 de municipios con alta eficiencia energética se muestra que la media de la eficiencia energética es de .0147, esto quiere decir que a comparación del otro grupo la media de los municipios de este clúster siendo 1331 es mejor, como se observa en la Tabla 3 se identifican las 3 variables donde en el total de población el mínimo es de 130 y el máximo de 1,922,523 personas, dando una media de 76,432, .98 personas, hacia el grado promedio de escolaridad se observa que la media es de 8 años, donde el máximo es de 14 años y medio y el mínimo de 3 años, por ultimo vemos la variable de inversión total donde la media es de 624.83 millones de pesos y se encuentra entre un máximo de 144637 y un mínimo de -15646, donde se observa que este mínimo hace referencia a la cantidad de dinero que se ha retirado de ese municipio.

**Tabla 3**

*Estadísticos descriptivos del Clúster 1.*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Total de población	1331	130	1922523	76432.98	183658.560
Grado promedio de escolaridad	1331	3,400	14,550	8,00919609	1,64461496
Inversión total (millones de pesos)	1331	-15646	144637	624.93	5934.520
EE	1331	.00	.02	.0147	.00517
N válido (por lista)	1331				

Fuente: elaboración propia a base de datos extraídos del INEGI.

Como se puede observar en la Tabla 4 del clúster número 2 municipios menos eficientes, la eficiencia energética de los 1131 municipios que fueron seleccionados en este clúster, la media de la eficiencia energética es de .0467, dándonos como resultado que este clúster es el

menos eficiente de los dos, para el total de población como nos muestra la Tabla 4 tiene una media de 21166.00 personas donde su máximo es de 1512450 y su mínimo de 81 personas, en el grado promedio de escolaridad se observa que su media es de 7 años y medio y su máximo es 12 años y su mínimo de 3 años, en la inversión total su media es de 54.43 millones, donde su máximo es de 9035 y su mínimo es de -330 millones, como en el otro clúster este negativo dice que salieron del municipio inversiones.

**Tabla 4**

*Estadísticos descriptivos del Clúster 2.*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Total de población	1131	81	1512450	21166.00	76206.936
Grado promedio de escolaridad	1131	3,480	12,020	7,62519894	1,25365612
Inversión total (millones de pesos)	1131	-330	9035	54.43	471.264
EE	1131	.02	1.03	.0467	.05117
N válido (por lista)	1131				

Fuente: elaboración propia a base de datos extraídos del INEGI.

#### 4.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANOVA

La Tabla 5 presentada es el resultado de un análisis comparativo diseñado para decretar si existen diferencias significativas entre las medias de varios grupos de municipios, los datos indican claramente que hay disparidades significativas en términos de nivel educativo, inversiones realizadas y tamaño entre los municipios identificados como eficientes y aquellos que no lo son.

**Tabla 5**

*Resultados del ANOVA.*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Grado promedio de escolaridad	Entre grupos	90.159	1	90.159	41.276	.000
	Dentro de grupos	5373.297	2460	2.184		
	Total	5463.456	2461			
Inversión total (Millones de pesos)	Entre grupos	199001717	1	199001717	10.396	.001
	Dentro de grupos	4,709E+10	2460	19142928,5		
	Total	4,729E+10	2461			
Total de población	Entre grupos	1,868E+12	1	1,868E+12	89.342	.000
	Dentro de grupos	5,141E+13	2460	2,090E+12		
	Total	5,329E+13	2461			

Fuente: elaboración propia a base de datos extraídos del INEGI.

Para verificar los resultados del análisis ANOVA, se presenta el estadístico de prueba en la Tabla 6, dicho indicador sirve para confirmar que existe una diferencia entre las medias de ambos grupos de municipios. El estadístico F es igual a 28.854 lo cual da como resultado

del análisis de significancia un valor menor a 0.05, lo cual hace que se rechace la hipótesis nula de la prueba, en la que se especifica que las medias son iguales entre grupos, confirmando que las tres características del territorio que se emplearon muestran diferencias significativas entre los dos grupos de municipios.

**Tabla 6**

*Estadístico de prueba del análisis ANOVA.*

Modelo		Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	36.490	3	12.163	28.854	.000b
	Residuo	1253.329	2458	.510		
	Total	1289.819	2461			

Fuente: elaboración propia con datos extraídos del INEGI.

#### 4.3 RESULTADOS DE LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Para profundizar en los resultados del análisis, se llevó a cabo una regresión lineal múltiple, con el fin de identificar de una mejor manera la relación entre los elementos que se distinguen en el territorio y el indicador de eficiencia energética, debe decirse que la interpretación del indicador de eficiencia energética se interpreta de la siguiente manera: entre más próximo a 0 sea el valor del indicador, quiere decir que para poder producir una unidad se gastan menos recursos en energía.

En la Tabla 7 se pueden observar los resultados del análisis de regresión, cada uno de los parámetros tiene un signo negativo, lo que quiere decir que entre mayor sea el valor de cada una de las variables menor será su indicador de eficiencia energética. Además, los valores de dichos parámetros tienen un valor significativamente distinto de 0, ya que los resultados de la prueba t arrojaron valores p menores que 0.05. De esta manera cada peso de inversión que llega a territorio contribuye a que disminuya el gasto en energía derivado de procesos de la producción, lo que coincide con la teoría que indica que la inversión ayuda en el desarrollo tecnológico y a la innovación, que da como resultado una producción más eficiente (Nehler & Rasmussen, 2016).

Por otra parte, el grado de escolaridad, que también mostró un efecto significativo sobre la eficiencia energética, implica que por cada año de educación de la población disminuye el indicador de eficiencia energética, esto corresponde con la teoría, ya que cuando los habitantes cuentan con un mayor conocimiento es más fácil que estos puedan aplicar nuevas tecnologías

en sus procesos de producción o incluso ser más conscientes de la necesidad de ahorrar energía en su trabajo (Duarte, 2016).

Por último, la variable Total de la Población, que también mostro un efecto negativo sobre la eficiencia energética, implica que entre más grande es el municipio es menor el gasto que se tienen en energía para producir, esto se debe a que se desarrollan economía de escala, haciendo que los costos de producción disminuyan por llegar a volúmenes altos de producción (Bartolacci et al, 2022).

**Tabla 7**

*Resultados de la Regresión Linear Múltiple con el Indicador de Eficiencia Energética como variable dependiente.*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	Beta	Desv. Error	Beta	t	Sig.
(constante)	-3.583	.083		-43.173	.000
Inversión total (millones de pesos)	-1.103E-5	.000	-.067	-3.227	.001
Total de población	-5.189E-7	.000	-.105	-4.681	.000
Grado promedio de escolaridad	-.026	.001	-.053	-2.411	.016

Fuente: Elaboración propia.

Valores de Significancia menores a 0.05 se consideran aceptables.

## 5 CONCLUSIÓN

La eficiencia energética es un tema relevante cuando se busca entender el desempeño de las empresas, y de manera más agregada, para entender el aprovechamiento de los recursos en el territorio. Al explicar los elementos del entorno que distinguen a un territorio donde la energía es mejor aprovechada se pueden determinar estrategias para el desarrollo de un ecosistema empresarial más productivo.

En este trabajo se analizaron los municipios de México para hacer una comparativa entre aquellos que son más eficientes en el aprovechamiento de la energía de los que no lo son. Para llevar a cabo dicho objetivo se realizó una clasificación de cada municipio de acuerdo con su nivel de eficiencia energética, después se encontró que entre ambos grupos de municipios existe una diferencia significativa entre su nivel de educación, tamaño de la población e inversión total.

Es así que se pudieron contrastar las tres hipótesis planteadas, para confirmar los resultados también se llevó a cabo una regresión lineal con el indicador de eficiencia energética como variable dependiente, lo que dio como resultado que los tres elementos del entorno tienen una relación inversamente proporcional con el indicador de eficiencia energética, esto se debe

a que se midió la cantidad de dinero que se gasta en energía por unidad producida, a continuación se ofrece una explicación más detallada de estos resultados.

En el caso de la inversión total, al entenderse esta como la acumulación de nuevos activos e inventario en el municipio, se esperaría que el reemplazo de la infraestructura que se usa para producir pudiera ser fruto de avances tecnológicos que permiten una producción más eficiente, con menos desperdicio de energía que logra producir más en menos tiempo y a un menor costo.

Para el nivel de educación, el resultado fue que la relación entre el indicador de eficiencia energética y los años de escolaridad es negativa debido a que una población más educada y con más habilidades técnica permite la absorción e implementación de nuevos conocimientos en tecnologías más eficientes, por lo que les permite a las empresas usar tecnologías más innovadoras y amigables con el ambiente.

En cuanto al tamaño de la población, se ha encontrado que los lugares que son altamente poblados son más eficientes en el aprovechamiento de la energía, del mismo modo, puede que estos tengan suficiente mano de obra para que grandes plantas o industrias se localicen ahí y encuentre mano de obra suficiente, por lo que al aprovechar economías de escala las empresas en esos lugares pueden haberse vuelto más eficientes en el uso de la energía.

Una de las limitantes que se han encontrado al realizar esta investigación es que los datos encontrados están a un nivel agregado, por lo que no se pueden observar las prácticas empresariales que llevan a la eficiencia energética, aunado a ello, se emplearon los costos de la energía para hacer el análisis, y como una futura línea de investigación sería apropiado analizar los niveles de consumo de energía eléctrica medido en kilovatios.

Sin embargo, gracias a este estudio se consiguió la identificación de los municipios que son más eficientes en cuanto a la razón del gasto en energía y su nivel de producción, además de que se ha apreciado la diferencia en las características de cada grupo de municipios. De este trabajo se puede concluir que una inversión pública en educación puede coadyuvar en el mejor aprovechamiento de la energía, además de que promover la inversión para que las empresas establecidas en cada región cuenten con mejores tecnologías, que sean más eficientes y amigables con el ambiente.

Aunado a ello, se destaca la importancia de elevar el nivel de educación de la población, ya que con ello se promueve la conciencia en el consumo de energía eléctrica, y facilita que las empresas se nutran de mano de obra calificada, que permite la innovación en los procesos y la absorción de nuevas tecnologías.

## REFERENCIAS

- Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrigal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103-112.
- Arias, D. G. & Gavela, P., Riofrio, J. (2022). Estado Del Arte: Incentivos Y Estrategias Para La Penetración De Energía Renovable. *RE*, 2(18), 91-103. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v18.n2.2022.494>
- Aristizábal-Alzate, C., & González-Manosalva, J. (2021). Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial. *Revista UIS ingenierías*, 20(3), 91-110.
- Arróliga Galeano, S. E., & Betanco, J. A. (2021). Eficiencia energética: una tarea para las universidades. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, 166–177. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11617>
- Bartolacci, F. Salvia, R., Quaranta, G., & Salvati, L. (2022). Seeking the optimal dimension of local administrative units: a reflection on urban concentration and changes in municipal size. *Sustainability*, 14(22), 15240. <https://doi.org/10.3390/su142215240>
- Becerril, D. & García, J. L. (2022). Caracterización Del Estilo De Vida a Partir Del Consumo De Energía Eléctrica Y Las Prácticas Proambientales De Los Hogares De La Ciudad De Mexicali, B.c.. *Revista De Ciencias Tecnológicas*, 1(5), 121-150. <https://doi.org/10.37636/recit.v5i1121150>
- Camacho-Ballesta, J. A. & Belmonte, J. L. (2021). Evolución De Las Políticas De Energías Renovables En España. *Economic Policy*, 2(3), 77. <https://doi.org/10.7203/irep.3.2.22790>
- Castillo, A. Y. R., Rosales, J. N. M. & Lozano, N. M. V. (2022). Relación Entre Consumo De Electricidad Y Crecimiento Económico De Honduras En El Periodo 2005-2020. *Econ. y Admin.*, 1(13), 119-143. <https://doi.org/10.5377/eya.v13i1.1529>
- Cuisano, J., Chirinos, L. & Barrantes, E. (2020). Eficiencia Energética En Sistemas Eléctricos De Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas Del Sector De Alimentos. Simulación Para Optimizar Costos De Consumo De Energía Eléctrica. *Inf. tecnol.*, 2(31), 267-276. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000200267>
- Domenico, D. D., Tormem, L. T. & Mazzioni, S. (2017). Nivel De Disclosure Nos Relatórios De Sustentabilidade Em Conformidad Com O Global Reporting Initiative (Gri). *Rev. Cat. Cien. Cont.*, 49(16). <https://doi.org/10.16930/rccc.v16n49.2401>
- Duarte, C. R. M. (2021). La relevancia de la eficiencia energética entre los atributos arquitectónicos residenciales. *Arquitectura Revista*, 17(1), 90-110. <https://doi.org/10.4013/arg.2021.171.06>
- Espeche, J. C., Saravia, M. C. & Machado, S. (2022). Diseño Y Fabricación De Generadores Eólicos Híbridos De Pequeña Escala Con Impresión 3d. *AJEA*, 15. <https://doi.org/10.33414/ajea.1030.2022>

- Farmer, J. L. (2021). State-level influences on community-level municipal sustainable energy policies. *Urban Affairs Review*, 58(4), 1065-1095. <https://doi.org/10.1177/1078087421995262>
- Florián, A. & Correa-Gutiérrez, R. E. (2019). Reporte De Vigilancia Tecnológica En Sistemas De Iluminación. *Rev. Cintex*, 2(24), 34-45. <https://doi.org/10.33131/24222208.341>
- Fresner, J., Morea, F., Krenn, C., Aranda, J., & Tomasi, F. (2017). Energy efficiency in small and medium enterprises: lessons learned from 280 energy audits across europe. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1650-1660. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.126>
- García, J. J. G., Gutierrez, A., Tobón, L. V., & Velásquez, H. (2018). (redes inteligentes y mecanismo de respuesta de la demanda: el caso del sector eléctrico colombiano) smart grids and demand response mechanism: the case of the colombian electricity market. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3297096>
- González-Estrada, A. & Amador, M. C. (2017). Emisión De Gases De Efecto Invernadero De La Fertilización Nitrogenada En México. *Remexca*, 8(8), 1733-1745. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.698>
- Hu, S., Yan, D., Azar, E., & Guo, F. (2020). A systematic review of occupant behavior in building energy policy. *Building and Environment*, 175, 106807. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106807>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censos Económicos*. Censos Económicos. <https://www.inegi.org.mx/app/saic/?cue=comercio>
- Jaramillo Escobedo, J. V., Luyando Cuevas, J. R., Guzowski, C., & Zabaloy, M. F. (2019). *Eficiencia energética y sustentabilidad en hoteles de sol y playa en el noreste de México*. Investigaciones Turísticas.
- Kim, D.-H. (2009). A practical application of cluster analysis using SPSS. *Journal of the Korean Data and Information Science Society*, 20(6), 1207–1212.
- Li, R. & Sun, T. (2020). Research on impact of different environmental regulation tools on energy efficiency in China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(6), 4151-4160. <https://doi.org/10.15244/pjoes/120520>
- Matt, F., Cole-Hunter, T., Donaire-González, D., Kubesch, N., Martínez, D. R., Carrasco-Turigas, G., ... & Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Acute Respiratory Response To Traffic-related Air Pollution During Physical Activity Performance. *Environment International*, (97), 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.011>
- Marcos-García, P. & Pulido-Velázquez, M. (2017). Cambio Climático Y Planificación Hidrológica: ¿Es Adecuado Asumir Un Porcentaje único De Reducción De Aportaciones Para Toda La Demarcación? *ing.agua*, 1(21), 35. <https://doi.org/10.4995/ia.2017.6361>

- Medina, E. A. V., Escobar, N. D. C. R., Pereda, J. F. L., & Rendón, J. J. A. (2023). El rol de la eficiencia energética dentro del diseño arquitectónico en edificaciones destinadas al uso residencial: un enfoque interdisciplinario: The role of energy efficiency in architectural design in buildings for residential use: an interdisciplinary approach. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(2), 1596-1612.
- Mikati, M., Santos, M. & Armenta, C. (2012). Modelado Y Simulación De Un Sistema Conjunto De Energía Solar Y Eólica Para Analizar Su Dependencia De La Red Eléctrica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial R*, 3(9), 267-281. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.05.010>
- Monge, C., Cruz, J., López, F. (2013). Impacto De La Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable Y Mejora Continua En La Eficiencia Operacional Y Responsabilidad Ambiental En México. *Inf. tecnol.*, 4(24), 5-6. <https://doi.org/10.4067/s0718-0764201?3000400003>
- Monterroso, R., & Cifuentes, J. I. (2016). *Conceptos de Energía, eficiencia, eficiencia energética, conversión de energía, conservación de la energía y uso eficiente de la energía.*
- Morikawa, M. (2012, 1 septiembre). Population density and efficiency in energy consumption: An empirical analysis of service establishments. *Energy Economics* 34(5): 1617-22. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.01.004>.
- Nehler, T. & Rasmussen, J. (2016). How do firms consider non-energy benefits? empirical findings on energy-efficiency investments in swedish industry. *Journal of Cleaner Production*, 113, 472-482. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.070>
- Peña, A. C., & Sánchez, J. M. G. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora.* Aenor Ediciones. Pitt, D. (2010). Harnessing community energy: the keys to climate mitigation policy adoption in us municipalities. *Local Environment*, 15(8), 717-729. <https://doi.org/10.1080/13549839.2010.509388>
- Poggi, F., Firmino, A. M. V., & Amado, M. P. (2017). Assessing energy performances: a step toward energy efficiency at the municipal level. *Sustainable Cities and Society*, 33, 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.014>
- Rojas, D., Rivera, M., Wheeler, P. (2021). Basic Principles Of Solar Energy. In *2021 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)*. <https://doi.org/10.1109/chilecon54041.2021.9703066>
- Ruplienė, D., Garšvienė, L., Rudytė, D., Skunčikienė, S., & Bajorūnienė, R. (2017). The evaluation of impact of municipalities' fiscal competitiveness on economic growth. *CBU International Conference Proceedings*, 5, 413-420. <https://doi.org/10.12955/cbup.v5.958>
- Simon, C. A., Batchman, T., & Taylor, (2010). Introduction to renewable energy: an interdisciplinary approach. In *2010 Annual Conference & Exposition Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--16557>

- Sosa, M. E., Correa, É. N., Cantón, M. A. (2022). Comunidades Energéticamente Eficientes. *Estudhabitat*, 2(19), e104. <https://doi.org/10.24215/24226483e104>
- Torres, A. P. G. & Montaña, J. E. C. (2014). Sobre el rol innovador de la educación energética para la investigación en ingeniería. *Ingeniería*, 19(2). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2014.2.a08>
- Zapata, O. (2022). *Renewable Energy and Community Development*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/tk59y>
- Zhang, Z., Wong, Y. C., Arulrajah, A., Horpibulsuk, S. (2018). A Review Of Studies On Bricks Using Alternative Materials and Approaches. *Construction and Building Materials*, (188), 1101-1118. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.152>