

## **Impulsando la Sostenibilidad: Factores Clave en la Industria Automotriz Mexicana**

### **Driving Sustainability: Key Factors in the Mexican Automotive Industry**

**Javier Jose Noel del Angel Marquez\***

**Jesús Fabián López Pérez♦**

**Juan Patricio Galindo Mora♥**

---

*Fecha de recepción: 26 de octubre del 2024*

*Fecha de aceptación: 12 de mayo del 2025*

*Fecha de Publicación en línea: 31 de julio del 2025*

---

**Abstract:** In northeastern Mexico, despite economic growth, social and environmental problems related to the industry persist. This study explores factors that promote sustainability in the local automotive industry. Using non-experimental, cross-sectional, correlational, and explanatory quantitative methods, the impact of these factors was investigated in 80 manufacturing plants in the region. Through surveys and a multivariable linear regression model, empirical support was found for the implementation of energy management systems, the promotion of gender equality, worker training and well-being, increased staff productivity, and the reduction of solid waste. It is highlighted that the impact of gender equality varies according to the lower hierarchical level. However, no significant evidence was found regarding the effect of renewable energies and carbon reduction on the perception of sustainability. Managerial implications suggest that this knowledge can contribute to the long-term economic prosperity of organizations while minimizing environmental impact and adhering to an ethical social framework. Managers could reach new levels of awareness to adopt sustainability, finding ways to operate that not only focus on the economic dimension but also include social and environmental frameworks.

**JEL Codes:** Q01, L62, Q51, M14, M21.

---

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <https://orcid.org/0009-0009-0232-3093>. [jjnoeldam@gmail.com](mailto:jjnoeldam@gmail.com)

♦ Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0002-8283-6359>.  
[jesus.lopezpz@uanl.edu.mx](mailto:jesus.lopezpz@uanl.edu.mx)

♥ Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0003-0212-566X>.  
[patricio.galindom@hotmail.com](mailto:patricio.galindom@hotmail.com)

---

Esta obra está bajo una licencia internacional

[Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



**Resumen:** En el noreste de México, a pesar del crecimiento económico, persisten problemas sociales y ambientales relacionados a la industria. Este estudio explora factores que promueven la sostenibilidad en la industria automotriz local. Utilizando métodos cuantitativos no experimentales, transversales, correlacionales y explicativos, se investigó el impacto de estos factores en 80 plantas manufactureras de la región. Mediante encuestas y un modelo de regresión lineal multivariable, se encontró apoyo empírico para la implementación de sistemas de gestión energética, la promoción de la igualdad de género, la capacitación y bienestar laboral, el aumento de la productividad y la reducción de desechos sólidos. Se destaca que el impacto de la igualdad de género varía según el nivel jerárquico bajo. Sin embargo, no se encontró evidencia significativa sobre el efecto de las energías renovables y la reducción de carbono en la percepción de sostenibilidad. Las implicaciones gerenciales sugieren que estos conocimientos pueden contribuir a la prosperidad económica a largo plazo, minimizando el impacto ambiental y cumpliendo con un marco social ético. Los gerentes podrían alcanzar nuevos niveles de conciencia para adoptar la sostenibilidad, encontrando maneras de operar que no solo se centren en la dimensión económica, sino que también incluyendo los marcos sociales y ambientales.

**Palabras Clave:** Desarrollo sostenible, industria automotriz, impacto ambiental, desarrollo social, crecimiento económico.

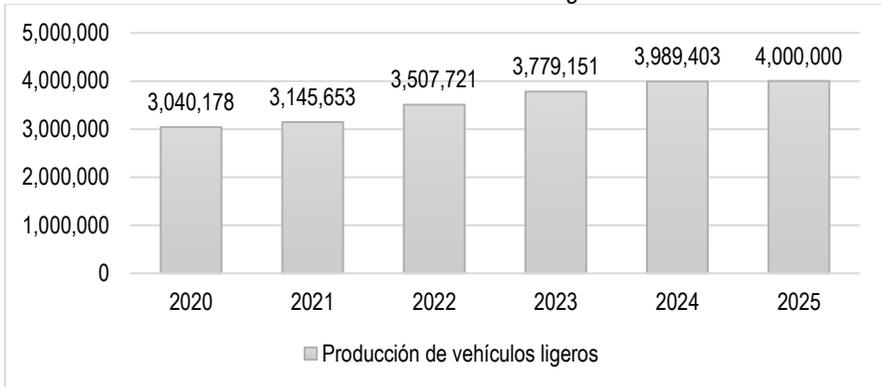
### Introducción

La industrialización ha impulsado el desarrollo humano (Horn et al., 2010), pero también ha generado impactos negativos como la degradación ambiental y la desigualdad. El desarrollo sostenible surge como una alternativa que integra las dimensiones económica, social y ambiental (UN, 1987), buscando satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras.

México, aunque se ha integrado a la economía global, enfrenta retos ambientales (contaminación, escasez de agua, pérdida de biodiversidad) y sociales (desigualdad, rezagos en salud, educación y seguridad) (OECD, 2018; 2019; 2024).

La industria automotriz (IndAuto), con 17 millones de vehículos producidos entre 2020 y 2024 (Mexico Industry, 2025) (ver Grafica 1), es clave para el desarrollo. En el noreste del país, los clústeres CLAUT (Nuevo León) y CIAC (Coahuila) enfrentan presión para adoptar prácticas sostenibles (Forbes Innovation, 2021), especialmente ante el auge del nearshoring (Braun et al., 2023).

Grafica 1. Producción de automóviles ligeros en Mexico



Fuente: Trading Economics & INEGI. Elaboración propia.

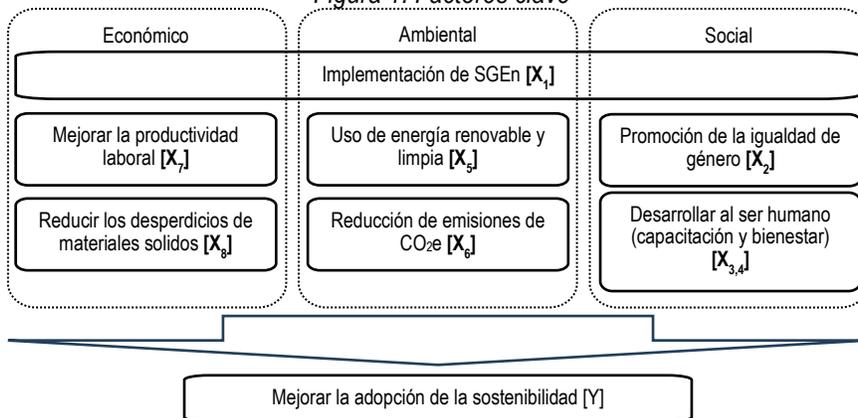
Este estudio identifica factores que impulsan la sostenibilidad: gestión energética, igualdad de género, capacitación, productividad y reducción de residuos. Aunque se percibe bajo impacto de las energías renovables y la descarbonización, se destaca la necesidad de integrar lo social y ambiental en la estrategia empresarial.

No adoptar estas prácticas puede afectar la competitividad en el contexto del nearshoring. En cambio, una visión gerencial integrada a la sostenibilidad puede mejorar la reputación, atraer inversión y fortalecer comunidades.

## Marco teórico

De las necesidades detectadas en la IndAuto regional y una revisión de literatura internacional, se identificaron factores clave para impulsar la sostenibilidad (Del Angel et al., 2023). Se planteó como variable dependiente mejorar la adopción de la sostenibilidad, y como independientes, factores de las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Este trabajo está en el contexto de estas plantas de la IndAuto.

Figura 1: Factores clave



Fuente: Elaboración propia.

### Mejorar de la adopción de la sostenibilidad [Y]

La relación de esta variable dependiente con las independientes abarca tres dimensiones: económica, social y ambiental (Artaraz, 2002). El desarrollo sostenible implica generar riqueza a largo plazo, minimizar el impacto ambiental y asumir responsabilidad social (Richter et al., 2020; Yildirim et al., 2017; Pourvaziry et al., 2020; UN, 2023) (ver Figura 2).

Diversos estudios respaldan este enfoque. Swarnakar et al. (2021) validaron la triple línea de base en la industria automotriz india. En México, Rodríguez-González et al. (2022) hallaron que el desempeño sostenible mejora el financiero. Aunque Szasz et al. (2021) no encontraron evidencia concluyente sobre este vínculo, otros autores destacan que la sostenibilidad puede ser una estrategia clave para la competitividad (Wellbrock, 2020).

### Implementación de sistema de gestión energética (SGEn) [X<sub>1</sub>]

Los SGen, como la certificación ISO50001 (2023), mejoran la eficiencia energética, reducen costos y fomentan una cultura organizacional sostenible. Su implementación optimiza recursos y disminuye emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), generando beneficios económicos, ambientales y sociales a largo plazo (Da Silva et al., 2019; Trianni, et al., 2019).

Estudios como los de Cahyono y Yudoko (2022), Yavas et al. (2022) y Rajic et al. (2022) respaldan estos efectos positivos en distintos sectores, incluyendo la industria automotriz. Además, estos sistemas requieren personal

especializado, lo que impulsa el desarrollo organizacional y genera retornos mediante el control energético y la mejora continua.

Promoción de la igualdad de género en nivel operativo [X<sub>2</sub>].

En el ámbito industrial, la igualdad de género implica una representación equitativa de mujeres y hombres (UN, 2023; Subrahmanian, 2005; Oluwadamilola, 2016). En la IndAuto, donde predominan tareas físicamente exigentes, la participación femenina es menor. No obstante, adaptar las líneas de producción a las capacidades de ambos géneros puede mejorar la eficiencia y promover la inclusión laboral en comunidades con recursos limitados.

Estudios como los de Adebosin et al. (2018) y Boer et al. (2023) muestran que la equidad de género no solo fortalece la dimensión social, sino que también impulsa la sostenibilidad en la industria (Morais, 2017).

Dado que el 85% del personal en las plantas IndAuto se concentra en niveles operativos, es relevante analizar el impacto de la equidad de género en este nivel.

Desarrollo humano a través de la capacitación del trabajador [X<sub>3</sub>], y la mejora del bienestar laboral [X<sub>4</sub>].

El desarrollo humano, medido por salud, longevidad y educación (UNDP, 1990), puede fortalecerse mediante la capacitación laboral y la mejora del bienestar en el trabajo (Yumashev et al., 2020; Hickel, 2020). La capacitación [X<sub>3</sub>] mejora habilidades mediante programas en planta, mientras que el bienestar [X<sub>4</sub>] refleja la calidad de vida del trabajador.

Otoo (2019) y Ma (2019) muestran que mejorar competencias individuales incrementa la competitividad. Aunque hay poca investigación sobre el vínculo entre bienestar y sostenibilidad, ambos factores fortalecen la dimensión social y el rendimiento organizacional.

La capacitación impulsa la productividad, la innovación y la adopción de tecnologías sostenibles. Iniciativas como beneficios de salud, salarios justos y equilibrio vida-trabajo aumentan el compromiso con prácticas sostenibles (Baharin et al., 2020).

Estas inversiones mejoran la satisfacción, reducen la rotación y fortalecen el tejido social al impactar positivamente en la comunidad.

Utilización de energía limpia y renovable [X<sub>5</sub>].

La energía renovable, como la solar, eólica e hidroeléctrica, utiliza fuentes que se reponen rápidamente y emiten bajos niveles de GEI. Su uso en la IndAuto puede reducir la huella de carbono, mitigar el cambio climático y mejorar la imagen ambiental de las empresas (Harjanne & Korhonen, 2019).

Yumashev et al. (2020) encontraron que un aumento del 1% en su uso mejora en 0.31% el indicador de sostenibilidad. Otros estudios (Egli et al., 2018; Cîrstea et al., 2018) respaldan su impacto positivo en las dimensiones social y ambiental. Aunque requieren inversión inicial, estas tecnologías ofrecen ahorros a largo plazo y mayor independencia energética.

Reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e) [X<sub>6</sub>]

El CO<sub>2</sub>e, generado por la quema de combustibles fósiles, está directamente relacionado con el calentamiento global (NOAA, 2023). La industria representa el 23% de las emisiones directas (IEA, 2023), por lo que su reducción en la IndAuto es clave para cumplir con los objetivos de sostenibilidad.

Yumashev et al. (2020) hallaron una correlación negativa entre el CO<sub>2</sub>e per cápita y el desarrollo sostenible. Su disminución puede lograrse mediante energías renovables, eficiencia energética, electrificación y tecnologías de captura de carbono. Además, responde a regulaciones ambientales y mejora la imagen corporativa.

Aunque las inversiones iniciales pueden ser altas, las soluciones tecnológicas a largo plazo ayudan a evitar los costos del cambio climático.

Mejorar la productividad laboral [X<sub>7</sub>]

La productividad es una variable social asociada a la eficiencia en tiempo y calidad (Feldstein, 2017; Clements-Croome et al., 2000), influida por habilidades, motivación, ambiente laboral y ausentismo (Durdyeva et al., 2017; Palvalin, 2019). Pang et al. (2018) y Prasetyo (2019) destacan su relación positiva con el desempeño financiero y el crecimiento económico. En este estudio, se enfoca en el rendimiento individual más que en procesos.

Una fuerza laboral capacitada y motivada está mejor preparada para aplicar prácticas sostenibles. Invertir en su desarrollo fomenta una cultura de sostenibilidad, mejora la satisfacción y reduce la rotación (Nugroho et al., 2022). Además, un entorno laboral positivo impulsa la participación en iniciativas ambientales.

## Reducción de materiales de desecho sólido [X<sub>8</sub>]

En la IndAuto, la reducción de desechos sólidos incluye reciclaje, reutilización y disminución de residuos del proceso productivo (Minh et al., 2019), mediante estrategias como gestión de residuos, economía circular y evaluación del ciclo de vida (Filatov et al., 2019; Vinante et al., 2020).

Pourvaziry et al. (2020) identificaron la conservación de recursos como el indicador ambiental más relevante. Los residuos mal gestionados representan recursos perdidos, generan contaminación y emisiones de GEI. Su reducción conserva recursos, disminuye costos y promueve entornos más saludables (Woolley et al., 2018; Busu et al., 2019).

En conjunto, esta práctica fortalece la sostenibilidad en sus dimensiones económica y ambiental.

## Preguntas de investigación e hipótesis

¿Cómo influye la implementación de SGE<sub>n</sub> en la mejora de la sostenibilidad?

H<sub>1</sub>: Implementar SGE<sub>n</sub> tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Cómo influye la promoción de la igualdad de género en nivel operativo en la mejora de la sostenibilidad?

H<sub>2</sub>: La promoción de la igualdad de género en nivel operativo tiene un efecto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Influye el desarrollo humano en la adopción de la sostenibilidad?

H<sub>3</sub>: La capacitación del trabajador tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

H<sub>4</sub>: La mejora del bienestar laboral tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Cómo influye el uso de energía renovable limpia en la adopción de sostenibilidad?

H<sub>5</sub>: El uso de energía renovable limpia tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Cómo influye la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e en la adopción de sostenibilidad?

H<sub>6</sub>: La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Cómo influye la mejora de la productividad laboral en la adopción de la sostenibilidad?

H<sub>7</sub>: La mejora de la productividad laboral tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

¿Cómo influye la reducción de materiales de desecho sólido en la adopción de sostenibilidad?

H<sub>8</sub>: La reducción de materiales de desecho sólido tiene un impacto positivo en la adopción de la sostenibilidad.

### Metodología

Este estudio empleó un enfoque cuantitativo, exploratorio, transversal y de diseño no experimental (Hernández et al., 2014), con el objetivo de describir el fenómeno y analizar las correlaciones entre variables. Se aplicó un cuestionario digital a una muestra representativa entre febrero y junio de 2022.

La selección fue aleatoria y confidencial. Se utilizó una escala Likert del 1 al 5 (ver Tabla 1).

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Ítems	Valor
Y	7	1: Totalmente en desacuerdo
X <sub>1</sub>	1	2: Algo en desacuerdo
X <sub>3</sub>	3	3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo
X <sub>4</sub>	3	4: Algo de acuerdo
X <sub>5</sub>	4	5: Totalmente de acuerdo
X <sub>6</sub>	4	
X <sub>7</sub>	6	
X <sub>8</sub>	4	
X <sub>2</sub>	1	1: De 0% a 20%
		2: De 20% a 40%
		3: De 40% a 60%
		4: De 60% a 80%
		5: De 80% a 100%
		(son mujeres el resto hombres)

Fuente: Elaboración propia.

El cuestionario fue validado por un panel de 10 expertos (5 académicos y 5 del sector de sostenibilidad), quienes evaluaron la relevancia y consistencia de las variables e ítems. Se estructuró en tres secciones: portada, datos demográficos y variables del estudio.

El estudio se realizó en plantas IndAuto afiliadas a CLAUT y CIAC, incluyendo OEM, Tier 1 y Tier 2. El 78% eran grandes, 15% medianas y 7% pequeñas; el 78% pertenecían a grupos multinacionales y el 20% eran nacionales. La muestra se seleccionó aleatoriamente a partir de una población de 101 plantas, y su tamaño se calculó con una fórmula para población finita (ver Ecuación 1).

$$n = \frac{N * z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + z^2 * p * (1 - p)}$$

La muestra fue de 80 plantas, con un nivel de confianza del 95%, margen de error del 5% y una probabilidad del 50% para maximizar el tamaño muestral.

El estudio se enfocó en profesionales mexicanos de alto nivel en plantas IndAuto, con experiencia en sostenibilidad, desarrollo humano, energía y responsabilidad social; el 73% eran hombres.

Una prueba piloto con 22 participantes evaluó la fiabilidad del cuestionario. Los coeficientes Alfa de Cronbach mostraron consistencia (ver Tabla 2). La variable [X<sub>3</sub>] presentó baja fiabilidad inicial, corregida al ampliar la muestra. Las variables [X<sub>1</sub>] y [X<sub>2</sub>] no fueron evaluadas por tener un solo ítem.

Tabla 2. AC

No.	AC
Y	0.813
X <sub>1</sub>	NA
X <sub>2</sub>	NA
X <sub>3</sub>	0.588
X <sub>4</sub>	0.782
X <sub>5</sub>	0.906
X <sub>6</sub>	0.823
X <sub>7</sub>	0.785
X <sub>8</sub>	0.767

Fuente: Elaboración propia.

Las variables independientes mostraron linealidad. La prueba de Breusch-Pagan no evidenció heterocedasticidad (Halungaa et al., 2017), y las pruebas de normalidad de residuos (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) fueron significativas.

## Resultados

La Ecuación 2 representa el modelo inicial, donde Y es la variable dependiente,  $\beta_0$  es el coeficiente constante,  $X_n$  son las variables independientes con sus respectivos coeficientes  $\beta_n$ , y  $\varepsilon$  es el término de error.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \beta_3 * X_3 + \beta_4 * X_4 + \beta_5 * X_5 + \beta_6 * X_6 + \beta_7 * X_7 + \beta_8 * X_8 + \varepsilon$$

Se aplicó una regresión lineal multivariante por pasos sucesivos hacia adelante usando SPSS. La validez del modelo se evaluó mediante pruebas F y t. De los seis modelos generados, se seleccionó el sexto por su mayor valor de R<sup>2</sup> y por incluir seis de las ocho variables (ver Tabla 3).

Tabla 3. Modelos

Modelo	Predictores	R <sup>2</sup> ajustada	Sig.
1	X <sub>3</sub>	0.318	
2	X <sub>3</sub> ,X <sub>7</sub>	0.405	
3	X <sub>2</sub> ,X <sub>3</sub> ,X <sub>7</sub>	0.508	
4	X <sub>2</sub> ,X <sub>3</sub> ,X <sub>7</sub> ,X <sub>8</sub>	0.541	0.000
5	X <sub>2</sub> ,X <sub>3</sub> ,X <sub>4</sub> ,X <sub>7</sub> ,X <sub>8</sub>	0.565	
6	X <sub>1</sub> ,X <sub>2</sub> ,X <sub>3</sub> ,X <sub>4</sub> ,X <sub>7</sub> ,X <sub>8</sub>	0.587	

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de R y R<sup>2</sup> indican la capacidad del modelo para explicar el fenómeno. La R<sup>2</sup> ajustada de 0.587 sugiere buena capacidad predictiva. La significancia de la prueba F confirma que las variables independientes explican la variación de la dependiente. El estadístico Durbin-Watson no evidenció autocorrelación en los residuos.

Tabla 4. *Modelo 6*

Parámetro	Valor
R	0.786
R <sup>2</sup>	0.618
R <sup>2</sup> ajustada	0.587
Significancia F	0.000
Durbin Watson	1.942

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 presenta el análisis de varianza del Modelo 6, con un nivel de significancia aceptable.

Tabla 5. *ANOVA*.

Modelo 6	SS	df	MS	F	Sig.
Regresión	15.183	6	2.531	19703	0.000
Residual	9.376	73	0.128		
Total	24.559	79			

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6 muestra los coeficientes beta. Los no estandarizados indican la magnitud y dirección de la relación entre variables, útiles para predicción. Los estandarizados permiten comparar el impacto relativo entre variables. Las significancias son aceptables, por lo que se validan las hipótesis. El VIF no evidenció multicolinealidad.

Tabla 6. *Coefficientes Modelo 6*.

Coefficiente/Variable	Beta no estándar	Beta estándar	t	Sig.	VIF
$\beta_0$	1.115		3.550	0.001	
$\beta_3/X_3$	0.154	0.215	2.386	0.020	1.550
$\beta_7/X_7$	0.222	0.287	2.875	0.005	1.900
$\beta_{2A}/X_2$	0.188	0.342	4.554	0.000	1.077
$\beta_8/X_8$	0.109	0.185	2.344	0.022	1.195
$\beta_4/X_4$	0.175	0.225	2.459	0.016	1.607
$\beta_1/X_1$	0.079	0.169	2.218	0.030	1.105

Fuente: Elaboración propia.

La Ecuación 3 es el modelo final de regresión lineal.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \beta_3 * X_3 + \beta_4 * X_4 + \beta_7 * X_7 + \beta_8 * X_8 + \varepsilon$$

Según la Tabla 7, la variable [X<sub>2</sub>] (igualdad de género) presenta el mayor impacto positivo entre los coeficientes beta estandarizados.

Table 7. *Coefficientes estandarizados*

<b>Coefficiente/Variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Beta estandarizada</b>
$\beta_2/X_2$	Promoción de la igualdad de género en la operación	<b>0.342</b>
$\beta_7/X_7$	Mejorar la productividad del personal	0.287
$\beta_4/X_4$	Mejora del bienestar laboral	0.225
$\beta_3/X_3$	Capacitación del trabajador	0.215
$\beta_8/X_8$	Reducción de materiales de desecho sólido	0.185
$\beta_1/X_1$	Implementación de SGen	0.169

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 8 incluye las variables excluidas.

Table 8. *Variables excluidas*

<b>CV</b>	<b>Beta NE</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
$\beta_5/X_5$	0.035	0.375	0.709
$\beta_6/X_6$	0.111	1.262	0.211

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 muestra la aceptación de las hipótesis.

Table 9. *Hipótesis*

<b>Hipótesis/Variable</b>	<b>Sig.</b>	<b>Resultado</b>
H <sub>1</sub> /X <sub>1</sub>	0.030	Aceptada
H <sub>2</sub> /X <sub>2</sub>	0.000	Aceptada
H <sub>3</sub> /X <sub>3</sub>	0.020	Aceptada
H <sub>4</sub> /X <sub>4</sub>	0.016	Aceptada
H <sub>5</sub> /X <sub>5</sub>	0.709	Rechazada
H <sub>6</sub> /X <sub>6</sub>	0.211	Rechazada
H <sub>7</sub> /X <sub>7</sub>	0.005	Aceptada
H <sub>8</sub> /X <sub>8</sub>	0.022	Aceptada

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

Este estudio identificó los factores que influyen en la adopción de la sostenibilidad en la industria automotriz del noreste de México. Se cumplieron

los objetivos planteados: revisión teórica, definición de variables, diseño del cuestionario, trabajo de campo, prueba de hipótesis, discusión y conclusiones.

Los resultados muestran que la implementación de SGen [X<sub>1</sub>], como ISO50001, tiene un impacto positivo en la sostenibilidad, validando la hipótesis [H<sub>1</sub>]. Aunque su adopción aún es baja, las plantas con mayor sostenibilidad muestran altos niveles de madurez en esta certificación.

La igualdad de género en niveles operativos [X<sub>2</sub>] también mostró una correlación significativa (H<sub>2</sub>), en línea con estudios previos. Esta variable representa al 86% del personal, y en las plantas más sostenibles, las mujeres alcanzan casi el 40% en niveles operativos.

Las variables de desarrollo humano —capacitación [X<sub>3</sub>] y bienestar laboral [X<sub>4</sub>]— también se correlacionaron positivamente con la sostenibilidad (H<sub>3</sub> y H<sub>4</sub>), respaldadas por la literatura. Los encuestados perciben que ambas fortalecen la adopción de prácticas sostenibles.

En contraste, las variables ambientales —uso de energía renovable [X<sub>5</sub>] y reducción de CO<sub>2</sub>e [X<sub>6</sub>]— no fueron significativas (H<sub>5</sub> y H<sub>6</sub> rechazadas), posiblemente por falta de conocimiento técnico, barreras económicas o baja prioridad en la toma de decisiones. Se sugiere mayor investigación para comprender estas limitaciones.

La productividad del personal [X<sub>7</sub>] tuvo un impacto positivo (H<sub>7</sub>), respaldado por estudios que destacan la relación entre entorno laboral, motivación y sostenibilidad. Se recomienda fortalecer habilidades, reducir ausentismo y fomentar la innovación.

Finalmente, la reducción de desechos sólidos [X<sub>8</sub>] también fue significativa (H<sub>8</sub>), coincidiendo con estudios que destacan sus beneficios económicos y ambientales. Organismos como la FAO (2019) y el WWF (2020) subrayan la importancia de conservar recursos ante su creciente escasez.

## Conclusiones

La adopción de ISO50001 es altamente recomendable por su impacto positivo en la sostenibilidad, al mejorar la eficiencia operativa, reducir costos, fomentar el uso de energías limpias y generar empleos en gestión energética (Yavas et al., 2022).

Fomentar la igualdad de género en niveles operativos permite integrar más talento, lo que requiere adaptar procesos, aplicar políticas inclusivas y superar barreras estructurales (Adebosin et al., 2018; Boer et al., 2023). La equidad debe considerar tanto la paridad como las preferencias individuales.

Mejorar el nivel de vida de los empleados impulsa la sostenibilidad. La capacitación aumenta la productividad y compensa los costos laborales. En sectores vulnerables, también fortalece el poder adquisitivo y el desarrollo económico.

Invertir en desarrollo humano es clave para la sostenibilidad empresarial, ya que mejora el entorno laboral y la inclusión (Otoo, 2019; Ma, 2019). En la IndAuto, reducir el ausentismo y mejorar habilidades y motivación es esencial para adoptar prácticas sostenibles.

Iniciativas como aumentos salariales y formación elevan la satisfacción y productividad. Además, reducir el desperdicio de materiales sólidos mediante reciclaje y reutilización fortalece la economía circular y la eficiencia de recursos.

La falta de significancia en las variables ambientales sugiere una desconexión entre la percepción de sostenibilidad y la acción, a pesar de su respaldo científico.

En conjunto, mejorar el desempeño del personal y optimizar recursos son estrategias clave para avanzar hacia una sostenibilidad integral, equilibrando lo ambiental, social y económico.

### Referencias:

- Adebosin, W., & Toriola, A. (2018). Gender equality and sustainable development in Nigeria. *Covenant Journal of Entrepreneurship*, 2(2). [https://www.researchgate.net/publication/332408233\\_Gender\\_Equality\\_and\\_Sustainable\\_Development\\_in\\_Nigeria](https://www.researchgate.net/publication/332408233_Gender_Equality_and_Sustainable_Development_in_Nigeria)
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 11(2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>
- Baharin, R., Aji, R.H., Yussof, I., & Saukani, N.M. (2020). Impact of human resource investment on labor productivity in Indonesia. *Iranian Journal of Management Studies*, 139(1). <https://doi.org/10.22059/ijms.2019.280284.673616>
- Boer, J.D., & Aiking, H. (2023). Pro-environmental food practices in EU countries strongly suggest mutually reinforcing improvements in gender equality and environmental sustainability. *Appetite*, 180(106350). <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106350>

- Braun, M., Garcia, P., & Molero, D. (2023). Nearshoring and regional value chains: Are they the new normal? *In The Elgar Companion to the World Trade Organization*, 34. <https://doi.org/10.4337/9781800882867.00043>
- Busu, M., & Trica, C.L. (2019). Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union. *Sustainability*, 11, 5481. <https://doi.org/10.3390/su11195481>
- Cahyono, B.N., & Yudoko, G. (2022). Toward health, safety, security, & environment (HSSE) integration into business sustainability of marine, shipping, & logistics companies in Indonesia. *Inclusive Society and Sustainability Studies*, 2(2). <https://doi.org/10.31098/issues.v2i2.1118>
- CIAC. (2023). Clúster de la Industria Automotriz de Coahuila. <https://ciac.mx/comites/>
- Cîrstea, S.D., Moldovan-Teselios, C., Cîrstea, A., Turcu, A.C., & Darab, C.P. (2018). Evaluating renewable energy sustainability by composite index. *Sustainability*, 10(811). <https://doi.org/10.3390/su10030811>
- CLAUT. (2023). Clúster Automotriz de Nuevo León. <https://www.claut.com.mx/comite-sustentabilidad>
- Clements-Croome, D.J. & Kaluarachchi, Y., (2000). *Assessment and measurement of productivity*. E&FN SPON Taylor & Francis Group, p. Chapter 10.
- Da Silva, V., & Mil-Homens, F. (2019). Energy management system ISO50001:2011 and energy management for sustainable development. *Energy Policy*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.07.004>
- Del Angel, J., Galindo, J.P., & Lopez, F. (2023). El panorama teórico de la adopción de la sostenibilidad en la industria automotriz. *VinculaTégica EFAN*, 9(6). <https://doi.org/10.29105/vtga9.6-458>
- Durdyeva, S., Ihtiyar, A., Ismail, S., Ahmad, F.S., & Bakare, N.A. (2017). Productivity and service quality: Factors affecting in service industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.494>
- Egli, F. M., Steffen, B., & Schmidt, T. (2018). A dynamic analysis of financing conditions for renewable energy technologies. *Nature Energy*, 3(12). <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0277-y>
- FAO. (2019). Estado mundial de la agricultura y la alimentación: Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. FAO. <http://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- Feldstein, M. (2017). Underestimating the real growth of GDP, personal income, and productivity. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2). <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.145>
- Filatov, V.V., Zaitseva, N.A., Larionova, A.A., Maykova, S.E., Kozlovskikh, L.A., Avtonova, V.Y., & Vikhrova, N.O. (2019). Assessment of the socio-economic impact of the

- implementation of regional environmental programs for waste management. *Ekoloji*, 28(107).
- Forbes Innovation. (2021). How the automotive industry is driving toward a sustainable future. <https://www.forbes.com/sites/sap/2021/12/01/how-the-automotive-industry-is-driving-toward-a-sustainable-future/?sh=3cbaa9c38f1b>
- Halungaa, A.G., Orme, C.D., & Yamagata, T. (2017). A heteroskedasticity robust Breusch–Pagan test for contemporaneous correlation in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 198(2). <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2016.12.005>
- Harjanne, A., & Korhonen, J.M. (2019). Abandoning the concept of renewable energy. *Energy Policy*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.029>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the Anthropocene. *Ecological Economics*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- Horn, J., Rosenband, L.N., & Smith, M.R. (2010). *Reconceptualizing the industrial revolution*. The MIT Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhgdm.5>
- IEA. (2023). Global energy-related CO<sub>2</sub> emissions by sector. IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector>
- ISO Standards. (2023). Home. <https://www.iso.org/home.html>
- Ma, L., Zhai, X., Zhong, W., & Zhang, Z.X. (2019). Deploying human capital for innovation: A study of multi-country manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.001>
- Mexico Industry. (2025). *La industria automotriz en México* <https://mexicoindustry.com/noticia/la-industria-automotriz-en-mexico-plantas-armadoras-de-vehiculos-y-su-distribucion-estrategica>
- Minh, N.D., Nguyen, N.D., & Cuong, P.K. (2019). Applying lean tools and principles to reduce cost of waste management: An empirical research in Vietnam. *Management and Production Engineering Review*, 10(1) <http://dx.doi.org/10.20944/preprints201806.0214.v1>
- Morais, H. (2017). Economic benefits of gender equality in the EU. *Intereconomics*, 52(3). <https://doi.org/10.1007/s10272-017-0669-4>
- NOAA. (2023). *Global Climate Dashboard*. <https://www.climate.gov/>
- Nugroho, A. P., & Tanuwijaya, J. (2022). The influence between salary satisfaction, job satisfaction, affective commitment, performance, and the desire to change. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal*, 5(2). <https://www.bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/5372>

- OECD. (2019). *OECD economic surveys: Mexico 2019*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a536d00e-en>
- OECD. (2018). *Getting it Right: Strategic Priorities for Mexico*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264292062-11-en>
- OECD. (2024). *Environment at a glance indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en>
- Oluwadamilola, A. (2016). Gender equality and gender equity: An overview of Nigeria. *International Journal of Research Science and Management*. <http://www.ijrsm.com>
- Otoo, F.N. (2019). Human resource development practices and banking industry effectiveness: The mediating role of employee competencies. *European Journal of Training and Development*. <https://doi.org/10.1108/EJTD-07-2018-0068>
- Palvalin, M. (2019). What matters for knowledge work productivity? *Employee Relations*. <https://doi.org/10.1108/ER-04-2017-0091>
- Pang, K., & Lu, C.S. (2018). Organizational motivation, employee job satisfaction and organizational performance. *Maritime Business Review*, 3. <https://doi.org/10.1108/MABR-03-2018-0007>
- Pourvaziry, Z., Khorasgani, G.H., Modiri, M., & Farsijani, H. (2020). Designing a sustainable world class manufacturing model in the automotive industry in Iran. *Tehnički glasnik*, 14(2). <https://doi.org/10.31803/tg-20200131192955>
- Prasetyo, E. (2019). The reliability of entrepreneurial productivity as driver of the economic growth and employment. *International Journal of Entrepreneurship*, 23. <https://www.abacademies.org/articles/The-reliability-of-entrepreneurial-productivity-as-driver-of-economic-growth-and-employment-23-3.pdf>
- Rajic, M.N., Maksimovic, R.M., & Milosavljevic, P. (2022). Energy management model for sustainable development in hotels within WB6. *Sustainability*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/su142416787>
- Richter, T., & Medunic, A. (2020). Sustainability and change in automotive industry. Halmstad University. <https://hh.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1437585&dswid=-7227>
- Rodriguez-Gonzalez, R.M., Maldonado-Guzmán, G., & Madrid-Guijarro, A. (2022). The effect of green strategies and eco-innovation on Mexican automotive industry sustainable and financial performance: Sustainable supply chains as a mediating variable. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29. <https://doi.org/10.1002/csr.2233>
- Subrahmanian, R. (2005). Gender equality in education: Definitions and measurements. *International Journal of Educational Development*, 25(4). <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2005.04.003>

- Swarnakar, V., Singh, A.R., & Tiwari, A.K. (2021). Evaluation of key performance indicators for sustainability assessment in automotive component manufacturing organization. *Materials Today Proceedings*, 47(17). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.045>
- Szasz, L., Csiki, O., & Racz, B.G. (2021). Sustainability management in the global automotive industry: A theoretical model and survey study. *International Journal of Production Economics*, 235. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108085>
- Trianni, A., Cagno, E., & Neri, A. (2019). Measuring industrial sustainability performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small & medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.076>
- UN. (1987). *Nuestro futuro común*. Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://digitallibrary.un.org/record/139811>
- UN. (2023). The 17 goals: Sustainable development. DESA. <https://sdgs.un.org/goals>
- UNDP. (1990). Human development report. New York: Oxford University Press. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1990>
- Vinante, C., Sacco, P., Orzes, G., & Borgianni, Y. (2020). Circular economy metrics: Literature review and company-level classification framework. *Journal of Cleaner Production*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125090>
- Wellbrock, W., Ludin, D., Röhrle, L., & Gerstlberger, W. (2020). Sustainability in the automotive industry, importance of and impact on automobile interior – Insights from an empirical survey. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 5(10). <https://doi.org/10.1186/s40991-020-00057-z>
- Woolley, E., Luo, Y., & Simeone, A. (2018). Industrial waste heat recovery: A systematic approach. *Sustainable Energy Technologies and Assessment*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.07.001>
- WWF. (2020). Huella ecológica. World Wildlife Fund. <https://www.wwf.org.co/?229933/Huella->
- Yavas, O., Savran, E., Nalbur, B.E., & Karpat, F. (2022). Energy and carbon loss management in an electric bus factory for energy sustainability. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 13. <https://doi.org/10.22545/2022/00207>
- Yildirim, E., & Misirdali, F. (2017). The perspective of the automotive industry on sustainability: Case of Kütahya. *European Journal of Business and Management*, 9(33). <https://www.researchgate.net/publication/323696214>
- Yumashev, A., Slusarczyk, B., Kondrashev, S., & Mikhaylov, A. (2020). Global indicators of sustainable development: Evaluation of the influence of the human development index on consumption and quality of energy. *Energies*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/en13112768>