

Diagnóstico de sostenibilidad en talleres mecánicos de Hermosillo, Sonora, México

Sustainability diagnosis in mechanic workshops of Hermosillo, Sonora, Mexico

Ramírez-Félix Jesús Tadeo, Sánchez-Duarte Nancy Esmeralda, Ortiz-Sánchez Juan Pedro, De La Torre-Valdez Hugo, Pallanez-Murrieta Maribel, Burgos-Hernández Mabeth.

Universidad Estatal de Sonora

Avenida Ley Federal del Trabajo S/N, Col.
Apolo, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora,
México.

*Autor de correspondencia:

Sánchez-Duarte, Nancy Esmeralda.

nancysanchez@ues.mx

 orcid.org/0000-0002-6932-2396

Recibido: mayo 2025

Aceptado: junio 2025

Publicado: diciembre 2025

DOI: 10.5281/zenodo.18342102



Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

RESUMEN

Los talleres mecánicos aportan beneficios como seguridad vial, empleos y dinamización económica; sin embargo, también generan impactos negativos, especialmente la contaminación de agua, aire y suelo derivada de la inadecuada gestión de residuos, lo que a su vez puede afectar la salud. El objetivo de este proyecto fue efectuar un diagnóstico de sustentabilidad en talleres mecánicos enfocado en el proceso de cambio de aceite en Hermosillo, Sonora, bajo el enfoque de producción más limpia y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente. La metodología se basa en la guía de Producción Más Limpia de la Environmental Protection Agency. Como resultados, se encontró que existe una ineficiente gestión de residuos generados con potencial de contaminación, principalmente al suelo y agua. Se concluye que fortalecer la gestión de residuos y la eficiencia operativa permite disminuir impactos ambientales, mejorar la rentabilidad y asegurar el cumplimiento normativo.

Palabras clave: Talleres mecánicos, sostenibilidad, producción más limpia.

ABSTRACT

Mechanical workshops provide benefits such as road safety, employment, and economic dynamism; however, they also generate negative impacts, particularly the contamination of water, air, and soil resulting from inadequate waste management, which in turn can affect human health. The objective of this

project was to carry out a sustainability assessment of a mechanical workshop focused on the oil-change process in Hermosillo, Sonora, under the cleaner production approach and in accordance with current environmental regulations. The methodology is based on the Environmental Protection Agency's Cleaner Production Guide. The results showed inefficient management of generated wastes with contamination potential, mainly affecting soil and water. It is concluded that strengthening waste management and operational efficiency helps reduce environmental impacts, improve profitability, and ensure regulatory compliance.

Key words: *mechanical workshop, sustainability, cleaner production.*

Introducción

El impacto ambiental que generan las PyMES varía según las actividades que realicen, ya sea en la producción de bienes o en la prestación de servicios. En el caso de los talleres mecánicos, dedicados a la prestación de servicios, existe una limitada información sobre los impactos negativos que generan (Denegri de Dios & Peña Salmón, 2011). Sin embargo, debido a las características de los productos que se utilizan dentro de un taller mecánico, estos están relacionadas con la producción de residuos peligrosos (RP) como lubricantes derivados del petróleo, además de cualquier tipo de material que se encuentre en contacto con aceite usado (estopas, recipientes, materiales de contención, herramientas, entre otros) que dispuestos de manera inadecuada, pueden causar efectos negativos al ambiente y a la salud de los trabajadores (Taiwo et al., 2022; Valdés, 2016).

Los fluidos que se generan por las actividades de un taller mecánico son considerados potencialmente peligrosos para el medio ambiente y la salud de la población debido a que son residuos de gran persistencia y al encontrarse en estado líquido tienen un mayor riesgo de dispersión en áreas como el suelo y el agua, dando paso a la degradación del medio ambiente; en el caso de los aceites lubricantes usados y refrigerantes existen riesgos de liberación de tóxicos como el cloro y bromo a la capa de ozono (Lara Sigüenza, 2013; Taiwo et al., 2022).

En los talleres de mecánica automotriz, el impacto ambiental se refiere a los efectos que las actividades preventivas o correctivas de mantenimiento y reparación generan en el entorno. En estas operaciones se producen residuos peligrosos, aunado a la utilización de productos químicos que pueden afectar al ambiente en sus distintos componentes como el agua, suelo, aire, personas, animales y plantas (Justiniano et al., 2023)

El mantenimiento que más se realiza en un vehículo, es el cambio de aceite del motor; por lo general, se realiza por kilometraje (Biniyazov et al., 2025). Este mantenimiento genera principalmente como residuos el aceite usado, botellas de aceite usado, residuos de trapos expuestos a lubricantes, los cuales se clasifican como materiales peligrosos y tóxicos (Deanova et al., 2022)

Los talleres mecánicos utilizan una variedad de productos químicos, como disolventes (Castaño et al., 2019), limpiadores y pinturas (Deanova et al., 2022), que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente. Además, los efluentes hídricos generados por las actividades de cambio de uso de aceite pudieran terminar en el drenaje, representando un potencial impacto negativo para el ambiente (Bouchiat et al., 2023). Es entonces que, dentro de un taller mecánico, los trabajadores están expuestos a sustancias químicas que pueden impactar negativamente en su salud (Castaño et al., 2019).

Asimismo, se ha identificado la presencia de metales en suelo como el plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg), zinc (Zn) y arsénico (As), reflejando no solamente la exposición de los trabajadores, sino que el ecosistema se puede ver afectado y, por ende, la salud de las personas (Duru et al., 2024), por lo que es importante el monitoreo de forma regular a fin de identificar un aumento de estos que conlleve un mayor impacto negativo.

El plomo (Pb) es el elemento de mayor preocupación debido a que, por su genotoxicidad y citotoxicidad, afecta todo el organismo, principalmente los sistemas neurológico y cardiovascular (Gameli et al., 2022).

La exposición crónica al plomo causa el 12% de la carga de la enfermedad (Años de Vida Ajustados por Discapacidad) en México, Argentina y Uruguay (Caravanos et al., 2016) y está asociada significativamente con el riesgo de anemia en personas adultas con intoxicación ocupacional (Hsie et al., 2017). Adicionalmente, el retraso mental leve y los problemas cardiovasculares relacionados con la exposición al plomo representan casi el 1% de la carga mundial de morbilidad, principalmente en países en vías de desarrollo (Fewtrell et al., 2004).

Existe desinformación en cuanto a la problemática ambiental y el impacto que generan a la hora de brindar sus servicios (Guzmán García, 2018). Frente a esto, se considera necesario llevar a cabo una investigación sobre la implementación de producción limpia e identificar los impactos ambientales que se generan durante dichas actividades, con la finalidad de orientar a los propietarios de talleres mecánicos en la toma de decisiones e incorporar una herramienta de acción sustentable en sus servicios.

En ese sentido, se opta por implementar la estrategia de producción más limpia, misma que se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Hadibarata & Chia, 2021). Por lo que el objetivo de este proyecto fue hacer un diagnóstico de sustentabilidad en talleres mecánicos enfocado en el proceso de cambio de aceite en Hermosillo, Sonora, bajo el enfoque de producción más limpia y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente

Métodos

Se utilizó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo. Este tipo de estudio permitió conocer con mayor profundidad el proceso que se lleva a cabo dentro del taller mecánico, a través de visitas a dos talleres mecánicos de Hermosillo, Sonora, para observar aquellas operaciones en donde surgen las mayores pérdidas y se presenta un mayor impacto ambiental en función de los hechos y con el apoyo de información bibliográfica.

Diseño metodológico

Se utilizó la metodología de la US Environmental Protection Agency (2001), cuyas fases se pueden resumir como lo indica la Figura 1. Es importante mencionar que, para efectos de esta investigación, se avanzó hasta el estudio de factibilidad.

Para comprender el universo de unidades de talleres en la ciudad de Hermosillo, Sonora, se georreferenciaron los datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (INEGI, 2025). Con ello se corroboró la clasifi-

cación de los talleres en función de las características de su servicio de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México (SCIAN) (INEGI, 2023). En ese sentido, se tomó como referencia el código de la clase de actividad, en este caso los pertenecientes al 811111, correspondiente a "Reparación mecánica en general de automóviles y camiones", y el 811119 "Otras reparaciones mecánicas de automóviles y camiones". Finalmente, la información se desplegó sobre una imagen de satélite por medio de un Sistema de Información Geográfica, el cual abarcará todas las unidades dentro del límite urbano de la ciudad de Hermosillo.



Figura 1. Fases de la Producción Más Limpia.
Fuente: Modificado de Environmental Protection Agency (2001)

Resultados

De acuerdo con DENU-INEGI, hay 1,092 talleres mecánicos en la ciudad de Hermosillo, los cuales ofrecen los servicios de cambio de aceite (Figura 2). El tamaño de las unidades económicas (talleres) según la información disponible está en función del número de personal ocupado (estrato), de los cuales 1,015 unidades tienen de 1 a 5 empleados (93%), 12 unidades de 11 a 30 empleados (1%) y 65 unidades de 6 a 10 empleados (6%).

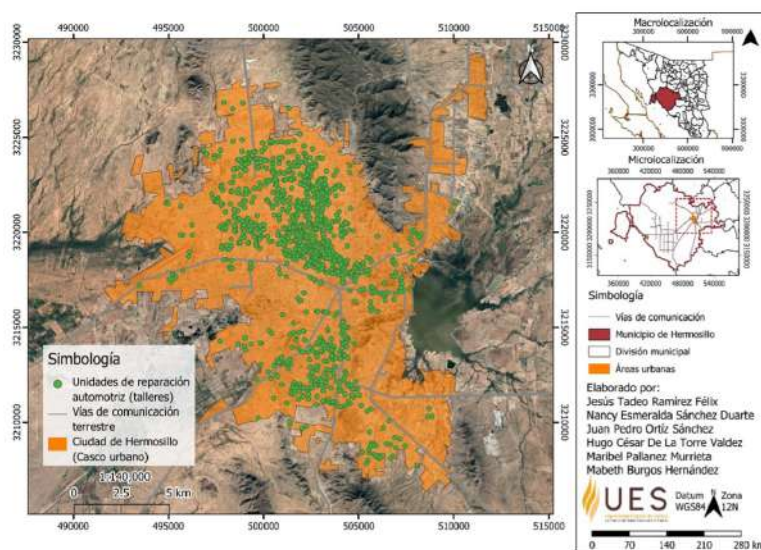


Figura 2. Distribución de los talleres mecánicos en Hermosillo sonora.

Los puntos verdes representan las unidades de reparación mecánica (talleres mecánicos automotrices) distribuidas a lo largo del área urbana. Este conjunto de unidades tiene una distribución con mayor densidad en la parte norte del área urbana, dadas las características de la distribución y ordenamiento urbano de la ciudad.

A fin de caracterizar el proceso de cambio de aceite, se realizó un diagrama de flujo (Figura 3), que permitiera identificar cada una de las actividades que se llevan a cabo en este proceso, así como la identificación de los posibles impactos negativos al ambiente, que se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los impactos ambientales identificados en el proceso

Impacto	Descripción del riesgo
Contaminación de agua	Derrame de sustancias químicas y combustibles
Contaminación del suelo	Derrame de sustancias químicas y combustibles
Contaminación del aire	Generación de vapores con restos de químicos
Biodiversidad	Afectaciones a la flora y fauna

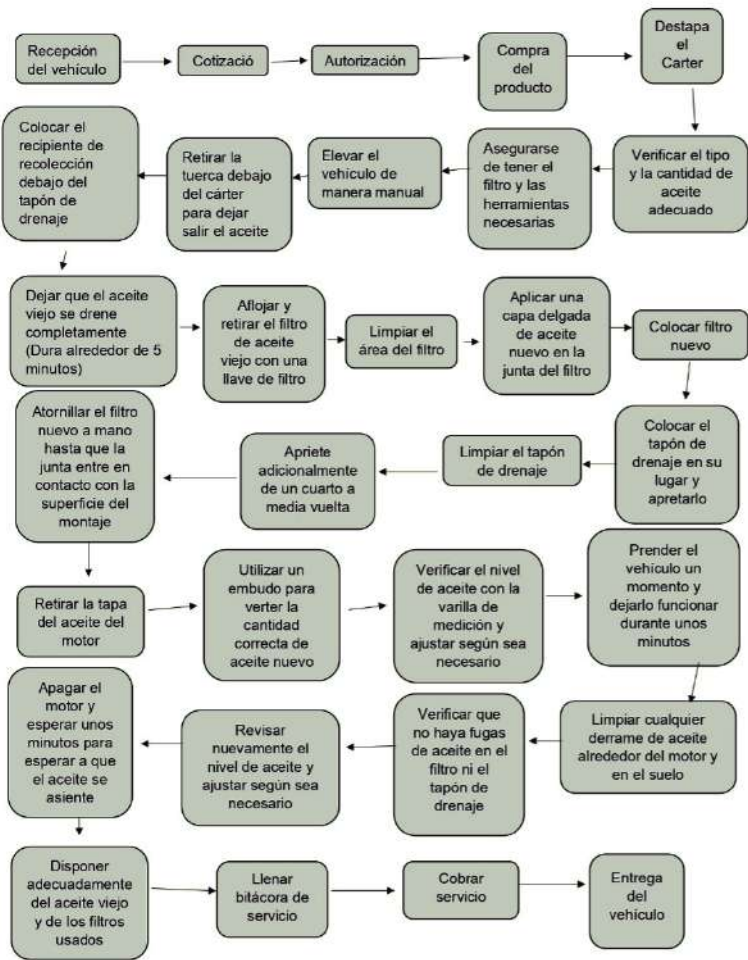


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de cambio de aceite en los talleres mecánicos.

Con base en las actividades que se realizan en los dos talleres evaluados, se procedió a una identificación de impactos ambientales, donde se encontró como área de oportunidad:

1. Contaminación del suelo y agua:

Los aceites usados y materiales contaminados (trapos, recipientes) suelen almacenarse en condiciones inadecuadas, lo que puede provocar filtraciones al suelo o descargas al agua. Esto conlleva un incumplimiento en las disposiciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

2. Gestión de residuos peligrosos:

Los filtros de aceite, los trapos impregnados de aceite y otros residuos deben ser manejados según las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Además, se identificaron diversas problemáticas relacionadas con el proceso de cambio de aceite. Para analizar estas causas, se ha utilizado la herramienta del diagrama de Ishikawa (Fig. 4), el cual permite visualizar los factores que influyen en el problema principal.

Para las causas relacionadas con los materiales, como el residuo de aceite, se encontró que existe una falta de protocolos para el almacenamiento, disposición final, reciclaje y/o reutilización para el uso de filtros desechables.

Para las causas relacionadas con los métodos, se encontró una falta de capacitación en el correcto manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos, uso excesivo de trapos y estopas para la limpieza, generando más residuos sólidos y una deficiente planificación del cambio de aceite, ya que no se optimizan los intervalos de mantenimiento, lo que ocasiona cambios innecesarios.

Las causas relacionadas con el personal son el desconocimiento sobre prácticas sustentables y manejo adecuado de insumos, ineficientes prácticas en el manejo de aceites por el uso incorrecto de herramientas y derrames frecuentes por descuido y la falta de incentivos para separar y reciclar residuos generados en el proceso.

Respecto a las causas relacionadas con la maquinaria y equipos, se encontró que el uso de equipos obsoletos o ineficientes incrementa el consumo energético y aumentan las pérdidas de aceite, falta de mantenimiento en equipos de elevación, lo que puede generar derrames de aceite o accidentes laborales, un sistema ineficiente de almacenamiento de aceite usado, lo que puede provocar fugas o contaminación del suelo.

A fin de proponer mejoras para ambos talleres mecánicos, se seleccionaron alternativas con base en la reducción del impacto ambiental, factibilidad económica, viabilidad técnica, cumplimiento normativo y factibilidad de aplicación.

Se sugieren:

1. Implementación de pistolas dosificadoras de aceite, ya que el equipo es accesible económicamente y fácil de usar, y genera un beneficio de minimización del 100% de los derrames, optimización del consumo de lubricante y reducción del desperdicio.

2. Manejo y almacenamiento adecuado de residuos peligrosos con factibilidad alta, ya que solo se requiere una inversión inicial en contenedores y señalización y brinda el beneficio de reducción de la contaminación del suelo y agua mediante el uso de contenedores certificados y señalizados.

3. Capacitación del personal en buenas prácticas ambientales con factibilidad alta, ya que la capacitación puede realizarse de manera interna sin grandes costos adicionales, con beneficios de reducción de errores en el manejo de residuos, minimización de riesgos ocupacionales y mejora en la eficiencia operativa.

4. Uso de materiales absorbentes ecológicos para el control de derrames con factibilidad alta, ya que los absorbentes biodegradables son accesibles y fáciles de implementar, y el beneficio de prevención de contaminación del suelo y reducción de riesgos de accidentes en el área de trabajo.



Figura 4. Diagrama de Ishikawa de los impactos ambientales identificados

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos.

En ese sentido, en diversos estudios se hace constar que en la mayoría de las PyMES existe una deficiencia en cuanto al desempeño y cumplimiento ambiental. Esto se debe a que cuentan con una estructura débil de organización, que dificulta la implementación de mejoras ambientales (Justiniano et al., 2023).

En materia de cuidado del ambiente, la legislación mexicana vigente contiene leyes, reglamentos y normas, a nivel federal y estatal, que constituyen la base legal para la implementación o adopción de mejores prácticas; el problema radica en que la mayoría de los propietarios no cuentan con asesoría o conocimiento en materia ambiental (Guzmán García, 2018). La combinación de estos factores nos da como resultado efectos negativos hacia el ambiente e inclusive a la población (Widyarsana et al., 2022).

Si bien se ha documentado en diversas investigaciones que existe un sistema ineficiente de manejo de residuos peligrosos que resultan de las actividades que llevan a cabo los talleres mecánicos (Duru et al., 2024; Guzmán García, 2018; Justiniano et al., 2023; Widyarsana et al., 2022).

Conclusiones

La limitada información disponible sobre la contaminación ambiental generada por los talleres mecánicos evidencia la necesidad de generar un plan de mejora ambiental que funcione como una herramienta de apoyo durante el desarrollo de las actividades dentro del taller mecánico. Contar con un instrumento permitiría reducir los impactos negativos, optimizar el uso de los recursos y mantener un área de trabajo más ordenada y segura.

La implementación de medidas más estrictas para el manejo de residuos, aunada a una mayor atención a la prevención de derrames y la correcta disposición del aceite usado, contribuiría a la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo. Estas acciones contribuirían a alinear los procesos con las mejores prácticas del sector automotriz y fortalecer el compromiso ambiental de los talleres mecánicos.

REFERENCIAS

- Biniyazov, A., Zakharov, V., Sadykova, L., Yerbayev, Y., & Turlybayev, K. (2025). Improving the performance of automotive forced diesel engines by improving the control of oil volume in the lubrication system. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 48(4), 352-361.
- Bouchiat, R., Veignie, E., Kaczmarek, F., Dorchy, J., Fortunato, A.-D., & Rafin, C. (2023). A Comprehensive Review of Risk Assessments of Organic Effluents in Car Workshops. *Environments*, 10(12), 220.
- Castaño, B. P., Ramírez, V., & Cancelado, J. A. (2019). Controlling painters' exposure to volatile organic solvents in the automotive sector of Southern Colombia. *Safety and health at work*, 10(3), 355-361.
- Deanova, A. K., Kurniawati, B., Pristiawati, C. M., Lathifah, M. N., Firdaus, O., & Rahayu, P. E. P. (2022). Identification of Hazardous and Toxic Waste in Workshops X Surakarta. *Journal of Global Environmental Dynamics*, 3(1), 21-25.
- Denegri de Dios, F. M., & Peña Salmón, C. Á. (2011). Identificación de perfiles ambientales en la Pyme a través de la auditoría ambiental. *Contaduría y administración*(235), 195-215.
- Duru, S. C., Echiegu, E. A., Anyadike, C. C., Alaneme, G. U., & Okechukwu, M. E. (2024). Spatial variability of heavy metals concentrations in soil of auto-mechanic workshop clusters in Nsukka, Nigeria. *Scientific Reports*, 14(1), 9681.
- EPA. 2001. An organizational Guide to Pollution Prevention.
- Gameli, P. S., Fleming, G., Walton, M., & Gluodenis, T. (2022). Human Health Effects from Exposure to Lead: A Review of the Current Literature. *American Journal of Biomedical and Life Sciences*, 10(5), 135-145.
- Guzmán García, A. V. (2018). Sistemas de gestión ambiental en la industria automotriz en México: estudio de caso: taller mecánico de la Ciudad de México.
- Hadibarata, T., & Chia, X. K. (2021). Cleaner production: a brief review on definitions, trends and the importance in environment protection. *Environmental and Toxicology Management*, 1(2), 23-27.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2023.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) INEGI 2025.
- Justiniano, S. A. A., Arones, J. E. T., & Ruiz, G. E. Z. (2023). Environmental impact of waste management in car repair shops in 2023. *Environmental Research and Ecotoxicity*(2), 71.
- Lara Sigüenza, C. A. (2013). Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues
- Taiwo, O. A., Dosumu, O. A., Akomolafe, O. V., Oni, E. O., Adefuye, A. O., Shofunde, A. A., Samuel, O. M., & Ojo, O. A. (2022). Occupational exposure in automobile repair workshops: toxicological effects of contaminated soil in Wistar rats. *Toxicology Research*, 11(3), 537-546.
- Valdés, A. A. (2016). " Desempeño ambiental de pequeñas y medianas empresas: el caso de los talleres mecánicos en Tijuana.
- Widyarsana, I. M. W., Mulyadi, A. A., & Tambunan, S. A. (2022). Automotive hazardous waste management in automotive shops of Indonesia's metropolitan city. Case Study: Bandung City, West Java Province. *Rigas Tehniskas Universitastes Zinatniskie Raksti*, 26(1), 129-142.

