

REDUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PROCESO DE PINTURA: RETOS Y SOLUCIONES EFECTIVAS

REDUCING HAZARDOUS WASTE IN THE PAINTING PROCESS: CHALLENGES AND EFFECTIVE SOLUTIONS

Cruz Jiménez Regina

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca
<https://orcid.org/0009-0006-6068-9104>
regina.cj@pachuca.tecnm.mx

Sandoval Méndez Gloria

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca
<https://orcid.org/0009-0008-5830-0969>
gloriasandovalmendez28@gmail.com

Mohedano Torres Enrique de Jesús

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca
<https://orcid.org/0000-0002-0219-5038>
enrique.mt@pachuca.tecnm.mx

Mijares Díaz de León José Elías

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca
<https://orcid.org/0009-0009-4032-6148>
jose.md@pachuca.tecnm.mx

Echenique Lima Luis David

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo
<https://orcid.org/0000-0003-0432-0223>
dlima@upmh.edu.mx

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v4i1.163>

| Recibido: 04/12/2025 | Aceptado: 08/02/2026 | Publicado: 12/03/2026

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.



Resumen-- Se presentan los resultados obtenidos de un plan estratégico que permite incluir soluciones efectivas en la reducción de la generación de residuos peligrosos en la pintura. Esta iniciativa nació como respuesta a una problemática evidente en las empresas: la acumulación de estos residuos no solo genera un impacto ambiental considerable, sino que también representa un riesgo para la salud de los trabajadores y puede derivar en sanciones legales y económicas por incumplimiento de la normativa ambiental. Por ello, se planteó la necesidad urgente de proponer soluciones viables y, sobre todo, sostenibles. La investigación tuvo un enfoque metodológico cualitativo y descriptivo: ya que buscó conocer de manera integral el proceso de pintura para analizar por qué y cómo se estaban generando estos residuos. Se evaluaron desde las prácticas operativas diarias hasta el cumplimiento del marco normativo vigente, y se trazaron estrategias que pudieran implementarse, analizando recursos disponibles, condiciones reales dentro de la planta. También se optó por un enfoque de mejora continua utilizando el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). Se complementó con herramientas clave de la Ingeniería, para visualizar los puntos críticos de generación de residuos, lo que permitió construir una imagen clara, entre las diferentes áreas. Se logró una disminución sustancial en la cantidad de residuos generados y en los costos asociados a su manejo. Así mismo se pudo doptar una cultura organizacional proactiva. Los resultados se proyectan como alentadores, tanto en términos ambientales como operativos. Esta investigación permitió no solo analizar un problema específico, sino también sentar las bases para un cambio profundo en la forma de trabajar. Demostró que, con herramientas adecuadas y voluntad para mejorar, es posible transformar procesos complejos en prácticas más eficientes, seguras y respetuosas con el medio ambiente.

Palabras clave-- Impacto ambiental, proceso de pintura, residuos peligrosos.

Abstract-- The results obtained from a strategic plan that allows for the inclusion of effective solutions to reduce the generation of hazardous waste in paint are presented. This initiative arose in response to an obvious problem in companies: the accumulation of this waste not only has a considerable environmental impact but also poses a risk to workers' health and can lead to legal and financial penalties for non-compliance with environmental regulations. Therefore, there was an urgent need to propose viable and, above all, sustainable solutions.

The research took a qualitative and descriptive methodological approach, seeking to gain a comprehensive understanding of the painting process in order to analyze why and how this waste was being generated. Everything from daily operating practices to compliance with the current regulatory framework was evaluated, and strategies that could be implemented were outlined, analyzing available resources and actual conditions within the plant. A continuous improvement approach was also adopted using the PDCA (Plan, Do, Check, Act) cycle. This was complemented by key engineering tools to visualize critical waste generation points, which made it possible to build a clear picture across different areas. A substantial reduction in the amount of waste generated and, in the costs, associated with its management was achieved. Likewise, a proactive organizational culture was adopted. The results are projected to be encouraging, both in environmental and operational terms. This research allowed not only to analyze a specific problem, but also to lay the foundations for a profound change in the way of working. It demonstrated that, with the right tools and the will to improve, it is possible to transform complex processes into more efficient, safer, and environmentally friendly practices.

Keywords: Environmental impact, painting process, hazardous waste.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de residuos peligrosos representa un riesgo significativo para el medio ambiente y la salud humana, por tanto, la presente investigación se centra en una empresa de fabricación de pinturas, como una iniciativa para abordar esta problemática mediante la implementación de un plan estratégico orientado a analizar, identificar y reducir la generación de residuos peligrosos. A través de un enfoque preventivo y de mejora continua, para optimizar las prácticas de manejo de materiales, mediante el cumplimiento normativo, al mismo tiempo fomentar una cultura de responsabilidad ambiental dentro de la organización.

Como propuesta se incluye el rediseño del cuarto de preparación convirtiéndolo en un área técnica de mezcla y dosificación de pinturas, evitando excesos y reduciendo el desperdicio. También, se podrá desarrollar un instructivo para la modificación del procedimiento actual, garantizando calidad y uniformidad en los acabados.

Se describe detalladamente la problemática del proceso de pintura, donde los residuos peligrosos se generan en cantidades que requieren intervención urgente. Se expone el contexto, las implicaciones ambientales y los riesgos asociados, justificando la necesidad de implementar soluciones sostenibles efectivas que permitan reducir el impacto ambiental.

Para sustentar la propuesta, se abordan los conceptos clave relacionados con los residuos peligrosos, las normativas aplicables, así como las mejores prácticas para su manejo y reducción. Se exploran también tipos específicos de pintura aplicables al proceso y su impacto en la disminución de desechos, lo cual permite comprender con mayor profundidad las herramientas disponibles para alcanzar los objetivos planteados.

Se detallan las acciones implementadas para reducir los residuos peligrosos, incluyendo la evaluación de procesos actuales, la selección de materiales y capacitaciones al personal involucrado. Se describen las mejoras en los controles operativos y administrativos aplicados al manejo de materiales y residuos, asegurando que las medidas adoptadas sean sostenibles en el tiempo.

Finalmente, los resultados obtenidos evidencian una reducción en la generación de residuos peligrosos y una mejora en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Además, se analizan los beneficios económicos y sociales alcanzados por la empresa, demostrando que la responsabilidad ambiental también genera ventajas competitivas y contribuye al fortalecimiento de la reputación corporativa. Como menciona González Morales (2022), la implementación conjunta de los marcos regulatorios y normativos contribuyen significativamente a la reducción de riesgos ambientales y sanitarios, así como a la mejora de la eficiencia operativa de las industrias generadoras de residuos peligrosos.

OBJETIVOS

General

- Desarrollar un plan estratégico para la reducción de residuos peligrosos, garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales, proteger la salud de los trabajadores.

Específicos

- Identificar los factores operativos que inciden a la generación de residuos peligrosos durante el proceso productivo.

- Asegurar el cumplimiento del marco legal aplicable en materia ambiental y de gestión de residuos peligrosos.
- Fomentar la conciencia ambiental y la gestión responsable de los recursos.
- Establecer procedimientos que garanticen un manejo adecuado del proceso de pintura y sus residuos.
- Implementar un sistema de seguimiento y registro para evaluar el impacto de las estrategias aplicadas sobre la reducción de residuos peligrosos.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de desarrollar esta investigación surge debido al impacto negativo que generan los residuos peligrosos producidos en el proceso de pintura en la empresa. Actualmente, la acumulación de estos residuos no solo representa un riesgo ambiental significativo, sino que también expone a la empresa a sanciones regulatorias (económicas y administrativas). Asimismo, mantener estas prácticas compromete la sostenibilidad de la organización y limita sus posibilidades de certificación en estándares ambientales. Este proyecto de investigación está orientado a establecer un plan estratégico eficiente y seguro, con el propósito de disminuir los residuos peligrosos. A través de esta iniciativa, se busca fomentar la conciencia ambiental y la gestión responsable de los recursos, además de establecer instrucciones y procedimientos de optimización de recursos, que contribuyan a un ambiente de trabajo más seguro para los empleados y una mejor percepción de la marca frente a clientes y autoridades.

DESARROLLO

MÉTODO

La empresa cuenta con un total 121 trabajadores que laboran en la planta, que comprenden las áreas de ventas, ingeniería, administración y finanzas, producción, control de calidad, seguridad, higiene y medio ambiente, recursos humanos y mantenimiento.

Para abordar el problema de la generación excesiva de residuos peligrosos en el proceso de pintura, se aplicó la metodología de mejora continua basado en el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), complementado con herramientas de análisis de causa raíz, observación directa de procesos y entrevistas estructuradas al personal operativo. Esta metodología permitió identificar, analizar y corregir las deficiencias detectadas de manera sistemática, mediante diversas herramientas de la ingeniería, tales como el análisis de procesos, la aplicación de principios de la ingeniería ambiental para la identificación

y minimización de residuos, así como la implementación de metodologías de mejora continua. Estas herramientas permitirán mapear el proceso actual, identificar puntos críticos y proponer soluciones técnicas viables que garanticen la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Instrumento

Para la recolección de los datos cuantitativos se utilizó como instrumento una entrevista para la gestión y reducción de residuos peligrosos en el proceso de pintura basada en estudios, de Ciro Martínez Oropeza y Lázaro V. Cremades (2012).

Procedimiento

Para la presente investigación se llevó a cabo la entrevista a las personas que laboran en la empresa para identificar los peligros en las principales actividades y su nivel de riesgo de acuerdo con su probabilidad, severidad y exposición.

RESULTADOS

Los logros obtenidos como estrategia implementada, fue el establecimiento y la participación en dos frentes complementarios: operativo y administrativo. En el segmento operativo, se contó con la colaboración voluntaria del personal de pintura, quienes aportaron su experiencia directa para identificar oportunidades de mejora en el proceso de preparación de mezclas. Este involucramiento permitió optimizar la segregación de residuos peligrosos generados durante la operación y sentó las bases para una mejor dosificación en la preparación de pintura, lo que contribuirá a una disminución progresiva en la generación de excedentes.

Por su parte, en el segmento administrativo, se desarrollaron acciones orientadas a formalizar y sistematizar el proceso. A través de sesiones de mejora continua tipo círculos de calidad, sin una metodología rígida, pero con enfoque participativo, se logró generar un instructivo documentado que estandariza las etapas del cálculo y uso de pintura.

Esto permitió una gestión más clara y coherente del proceso, facilitando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y favoreciendo un uso más eficiente de los recursos. Ambos enfoques, trabajados en paralelo, permitieron avanzar en la reducción cuantificable de residuos peligrosos, fortaleciendo tanto el cumplimiento regulatorio como la cultura interna de mejora continua.

Análisis y diagnóstico del problema

Como parte del diagnóstico situacional se llevó a cabo un pesaje representativo de los materiales, con el objetivo de establecer la relación entre el peso y el volumen generado. A partir de esta información, se realizó un análisis correspondiente a los periodos 2023 y 2024, considerando el peso promedio en función del volumen de generación. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.1 Generación de residuos peligroso en kg (2023-2024).

Tabla 1. *Generación de residuos peligrosos en kg (2023 vs 2024)*

Tipo de residuos peligrosos	Cantidad de generación anual 2023 (kg)	Cantidad de generación anual 2024 (kg)
Sólidos impregnados	928.20	924.30
Recipientes vacíos (latas)	414.00	621.00
Aceite hidráulico	1,005.48	1,427.08
Arena contaminada	563.49	433.93
Agua contaminada de ácido	626.91	572.99
Natas de pintura	9,752.53	6,335.72
Fibra de vidrio	160.30	595.4
Bidones vacíos	62.60	28.00
Cubetas vacías	794.67	558.80
Total	14,308.21	11,497.22

Fuente. *Elaboración propia (2025).*

Es importante señalar que los datos presentados reflejan la cantidad de residuos peligrosos en kilogramos; sin embargo, algunos de estos residuos se originan y gestionan en unidades volumétricas. Los residuos se expresan en unidades de peso, ya que es el criterio utilizado por el proveedor autorizado para su adquisición.

Además, se consideró un valor promedio de densidad con el fin de minimizar posibles errores y asegurar una evaluación más representativa en el análisis de generación, manejo y clasificación de residuos peligrosos.

De lo anterior se detecta lo siguiente:

Se contaba con la categoría de pequeño generador de residuos peligrosos (de 400 kg/año hasta 10 toneladas/año). Conforme al análisis se ha determinado que la generación actual de residuos rebasa dicho umbral, lo que implica un cambio de categoría a gran generador de residuos peligrosos.



Figura 1. Gráfico de pastel de generación de residuos peligrosos 2023 vs 2024

Fuente. Elaboración propia (2025).

El 68% de los residuos peligrosos generados corresponden a natas de pintura (remanentes de pintura y del proceso de limpieza que ya no son funcionales). Es evidente que la gestión de residuos peligrosos en el proceso de pintura es un desafío complejo, pero con la información adecuada y la implementación de estrategias bien fundamentadas, se pueden lograr avances significativos, por lo tanto, es así como se da inicio a un nuevo desafío para el área.

Análisis y diagnóstico de la causa raíz

Reafirmando lo anterior, se está en condiciones de aportar soluciones que contribuyan a desarrollar el plan estratégico para la reducción de residuos peligrosos (natas de pintura), garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales, proteger la salud de los trabajadores y disminuir los costos de producción. Para sustentar lo mencionado se realizó el diagrama de Ishikawa “Generación de natas de pintura”.



Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Fuente. Elaboración propia (2025).

Este instrumento de análisis permitió categorizar y organizar las causas potenciales en seis factores clave, asociados al entorno operativo de la empresa:

Mano de Obra: Se detectó que una parte del personal presenta carencias en la comunicación, así como una baja retroalimentación entre áreas.

Medición: La empresa no cuenta con sistemas eficaces de monitoreo ni seguimiento en el desperdicio lo que provoca una gran cantidad en el desecho de pintura por la formación de natas.

Materiales: Se identificó que no se prepara la cantidad de pintura que realmente se necesita pues no se tiene control en las dosificaciones.

Máquinas: Existen fallas técnicas recurrentes ya que no existen procesos estandarizados.

Métodos: Los procedimientos de trabajo son inadecuados lo que promueven las pérdidas en el proceso.

Medio Ambiente: En cuanto al entorno físico, los factores ambientales son desfavorables de igual manera las condiciones son inadecuadas para el tipo de trabajo que se realiza.

Evaluación de riesgos operacionales.

Desde el punto de vista operativo, la presencia de natas indica ineficiencias en el proceso de mezcla y aplicación de pintura, lo que puede traducirse en reprocesos, desperdicio de materiales y disminución de la productividad. El impacto también se refleja en la imagen institucional de la empresa, ya que una gestión inadecuada de residuos puede generar sanciones legales o percepciones negativas ante clientes y autoridades.

Tabla 2. Evaluación del impacto y priorización del problema.

N.	Área	Problema	Impacto	Evaluación del impacto						Priorización	Justificación
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo		
1	Procesos	Falta de comunicación y retroalimentación entre áreas (ventas, producción, logística, finanzas, etc.)	Alto							Alto	La falta de comunicación afecta la eficiencia de los procesos, generando errores y retrasos.
2		Falta de control de calidad en el proceso de mezcla	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
3		Falta de control de calidad en el proceso de aplicación	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
4		Falta de control de calidad en el proceso de almacenamiento	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
5		Falta de control de calidad en el proceso de transporte	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
6		Falta de control de calidad en el proceso de distribución	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
7		Falta de control de calidad en el proceso de venta	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.
8		Falta de control de calidad en el proceso de servicio al cliente	Alto							Alto	Se generan pérdidas económicas por el uso excesivo de materiales y energía.

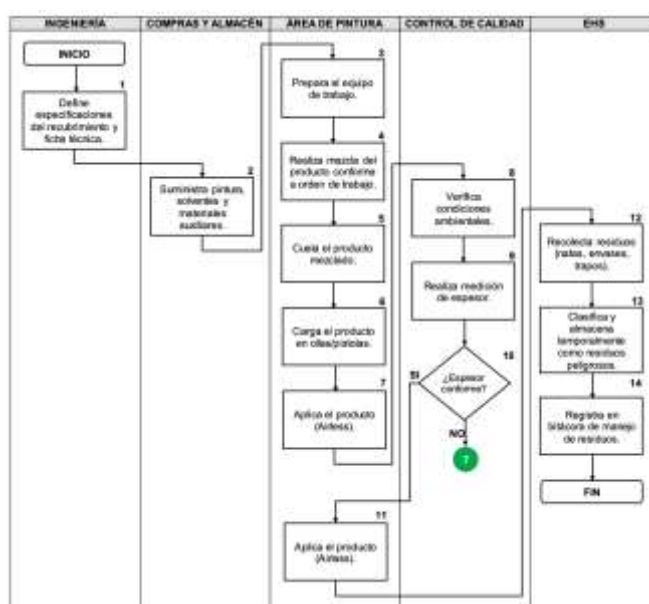
Fuente. Elaboración propia (2025).

A través del análisis se puede tener una visión clara de los principales hallazgos a priorizar para cumplir el objetivo de toda esta investigación, además de que da un panorama realista para implementar las mejoras con ayuda de herramientas de ingeniería y así lograr llegar al objetivo.

Clasificación y evaluación por área

El proceso de aplicación de pintura en la empresa presenta diversas fallas operativas que contribuyen significativamente a la generación excesiva de residuos peligrosos. Para ilustrar de manera clara la secuencia actual del proceso, se presenta en la Figura 3 un diagrama de flujo que representa cada una de las etapas involucradas, desde la preparación del equipo de trabajo hasta las actividades finales de limpieza del equipo utilizado. Esta representación gráfica facilita la identificación de puntos críticos donde se concentran las pérdidas de material y los riesgos de generación de residuos, y sirve como base para el diseño de propuestas de mejora.

Figura 3. Diagrama de flujo “proceso de pintura”



Fuente. Elaboración propia (2025).

A partir de esta priorización, se destacan tres criterios fundamentales que fueron desarrollados con mayor profundidad, los cuales presentan una ponderación en el análisis general. La identificación y cuantificación de estos factores no solo permite entender el origen de los residuos generados, sino también orientar con mayor precisión el diseño de estrategias correctivas que promuevan un desempeño ambiental más eficiente y conforme a la normativa aplicable.

Tabla 3. Criterio 1.

#	Área	Criterio	Descripción	Problema potenciales		Severidad	Probabilidad	Magnitud	Impacto	Prioridad	Significativo	Justificación
				Amenazas	Oportunidades							
1	Pintura	Comunicación interdepartamental	Falta de alineación y retroalimentación entre áreas clave (Ingeniería, Pintura, Almacén, Compras).	x		4	5	1	20	20	Significativo	La falta de comunicación directa afecta la planificación del consumo y dosificación, lo que genera residuos excesivos.

Fuente. Elaboración propia (2025).

El primer criterio es clasificado como significativo debido a que la falta de comunicación entre áreas es ineficiente, como consecuencia se genera una dosificación mala de productos e inevitablemente se generan excesos que se van directamente a residuos lo cual origina el riesgo siguiente, la estrategia a implementar, es que se establecen círculos de colaboración (calidad) entre las áreas involucradas.

Tabla 4. Criterio 2.

#	Área	Criterio	Descripción	Problema potenciales		Severidad	Probabilidad	Magnitud	Impacto	Prioridad	Significativo	Justificación
				Amenazas	Oportunidades							
4	Pintura	Cumplimiento ambiental y normativo	Riesgo de no cumplir con las obligaciones por cambio de categoría a gran generador.	x		3	4	2	24	12	Significativo	Implica trámites, auditorías y seguimiento ante SEMARNAT, además de la presentación de COA y plan de manejo.

Fuente. Elaboración propia (2025).

Mientras que el criterio 2, el riesgo es clasificado como significativo debido a que el aumento en la cantidad de residuos peligrosos generados cambia la categoría de la empresa de "pequeño generador" a "gran generador". Este cambio implica nuevas obligaciones legales más estrictas conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento.

Tabla 5. Criterio 3.

#	Área	Criterio	Descripción	Problema potenciales		Severidad	Probabilidad	Magnitud	Impacto	Prioridad	Significativo	Justificación
				Amenazas	Oportunidades							
5	Pintura	Gastos operativos	Aumento en el costo por mezcla desperdiciada y manejo de residuos.	x		4	5	1	20	20	Significativo	Los costos de prima representan más del 50% de los costos de residuos, elevando el gasto económicamente.

Fuente. Elaboración propia (2025).

El criterio 3, se considera significativo debido a la deficiente comunicación y al incremento en la generación de residuos peligrosos, esto repercute directamente en un aumento de los costos operativos. El análisis de riesgos operativos en el proceso de pintura permitió identificar deficiencias clave relacionadas con la comunicación interdepartamental, la dosificación inadecuada de materiales y la gestión de residuos peligrosos. Estos factores no solo incrementan los volúmenes de residuos generados, sino que también elevan los costos operativos y el riesgo de incumplimiento normativo.

Plan estratégico

Para abordar el problema de la generación excesiva de residuos peligrosos en el proceso de pintura, se aplicó un enfoque de mejora continua basado en el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), complementado con herramientas de análisis de causa raíz, observación directa de procesos y entrevistas estructuradas al personal operativo. Esta metodología permitió identificar, analizar y corregir las deficiencias detectadas de manera sistemática.



Figura 4. Ciclo PDCA

Fuente. Elaboración propia (2025).

La herramienta aplicada fue adaptada a las necesidades específicas además permitió fortalecer las estrategias propuestas para la reducción de residuos peligrosos en el área de pintura, optimizando tanto la eficacia como la eficiencia del proceso.

Complementariamente, se realizaron entrevistas abiertas, que aportaron información clave sobre la preparación de pintura. Estos hallazgos fueron reforzados mediante observación directa, permitiendo documentar de forma visual y sistemática los procedimientos. Estas metodologías proporcionaron una comprensión más profunda del proceso y respaldaron las propuestas de mejora.

Tabla 6. Estrategias tácticas.

Estrategia	Actividad	Descripción
Operativa	Capacitación continua y cultura ambiental	- Charlas de buenas prácticas de manejo de pintura. - Difusión de la importancia de la correcta segregación de los residuos peligrosos. - Apoyos visuales en el área de trabajo.
Administrativa	Propuesta de mejora estructural	- Rediseño del cuarto de preparación, implementación de un "área técnica de mezcla y dosificación de pinturas". - Implementación de las cabinas de pintura como estrategia a largo plazo - Instalación de contenedores para segregación y reducción de residuos.
Administrativa	Documentación	- Instructivo para la modificación del procedimiento actual - Fichas técnicas y Hojas de Seguridad por tipo de pintura en un lugar adecuado para su visualización.
Operativa	Círculos de calidad	Implementar cada 15 días reuniones de retroalimentación entre áreas involucradas (las áreas involucradas deberán dar puntos de vista de acuerdo con las demás estrategias).

Fuente. Elaboración propia (2025).

Este enfoque busca optimizar el uso y manejo de insumos de pintura, garantizar la correcta segregación de residuos peligrosos, minimizar impactos ambientales y asegurar el cumplimiento normativo. Además, se pretende fortalecer la comunicación interdepartamental, mejorar las condiciones de seguridad y orden en el área de trabajo, y promover la responsabilidad compartida entre ingeniería, compras, almacén, pintura y seguridad e higiene. Estas acciones en conjunto contribuirán a una operación más eficiente, segura y sostenible, alineada con los objetivos organizacionales.

Propuesta de mejora estructural

Como parte fundamental se plantearon mejoras en la infraestructura destinada al proceso de pintura. Estas mejoras buscan optimizar el uso de materiales, garantizar condiciones de seguridad y control ambiental, y minimizar la generación de residuos desde la etapa de preparación hasta la aplicación de los recubrimientos. Se llevó a cabo el rediseño del cuarto de preparación, transformándolo en un "área técnica de mezcla y dosificación de pinturas " para asegurar mezclas controladas, seguras y ordenadas.

Características del nuevo espacio:

- Sistema de ventilación y extracción forzada para manejo seguro de COV.
- Control automatizado de humedad y temperatura ambiental.
- Estanterías clasificadas para almacenamiento adecuado de resinas, solventes y pigmentos.
- Equipamiento completo: balanzas de precisión, recipientes medidores y mezcladoras.
- Señalización clara de seguridad y rutas de evacuación demarcadas.
- Opcional: lavamanos y estación de lavado ocular para emergencias.

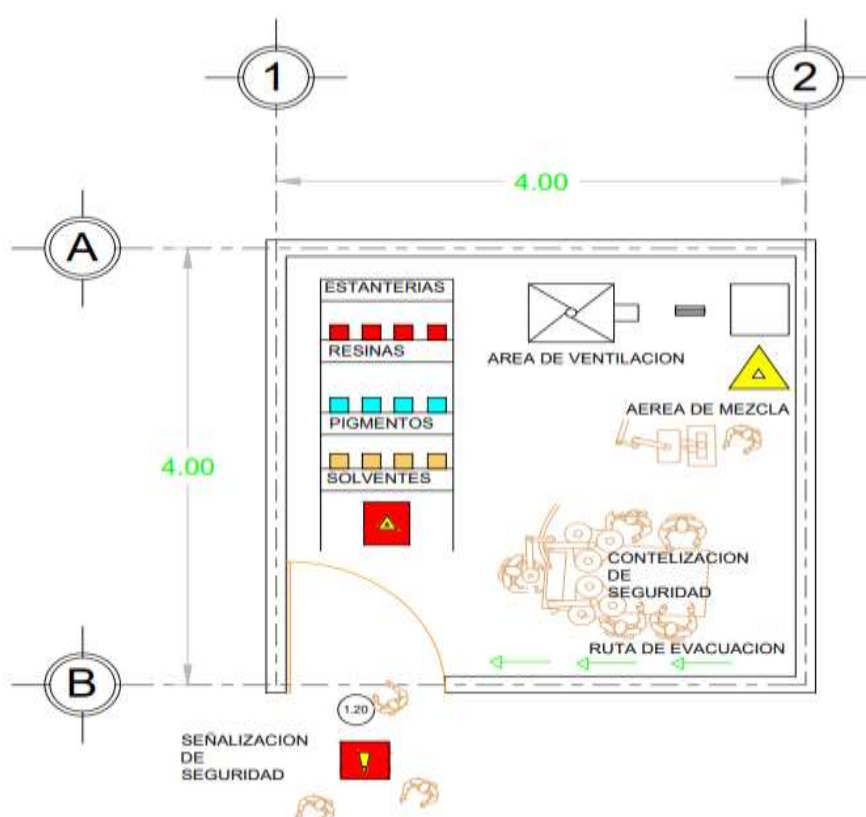


Figura 5. Rediseño del cuarto.

Fuente. Elaboración propia (2025).

Círculos de calidad

Con el fin de asegurar la sostenibilidad de las acciones implementadas, se estableció un sistema de retroalimentación continua mediante la creación de círculos de calidad. Estas reuniones periódicas permiten analizar indicadores clave de desempeño (KPI) y proponer ajustes a las estrategias aplicadas.

Los datos contenidos en la Tabla 7 no solo confirman la efectividad de las estrategias aplicadas, sino que también constituyen una herramienta esencial para la toma de decisiones futuras y la continuidad del sistema de mejora continua implementado en el área de pintura.

Tabla 7. KPI's

Indicador	Antes de la propuesta	Después de la propuesta
Generación de natas	6,335.72 kg (2024)	Reducción de un 30% (4,435.025 kg anuales)
Costo anual por manejo de natas	\$13,861.80 (2024)	Reducción estimada de un 15%
Segregación correcta de residuos	Inexistente	Segregación correcta en un 80%

Fuente. *Elaboración propia (2025).*

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación evidenció que es posible implementar mejoras significativas en el proceso de pintura siempre y cuando se apliquen herramientas de la ingeniería de forma estratégica. Gracias a estas acciones, se logró un cambio evidente en las prácticas del personal. La correcta segregación de residuos peligrosos pasó de ser prácticamente inexistente a aplicarse en un 80% de los casos, apoyándose en los nuevos contenedores señalizados y en la comprensión del propósito ambiental detrás de cada acción, así mismo, se logró una reducción del 13.5% en la generación de residuos peligrosos, especialmente de natas de pintura, lo que representa una disminución sustancial.

Respecto al objetivo general se logró con éxito mediante la ejecución de acciones prácticas que llevaron a una disminución cuantificable de dichos residuos, así como al fortalecimiento del cumplimiento legal y la mejora operativa en el proceso de pintura. En cuanto a los objetivos específicos, se identificaron con precisión los factores operativos que generaban natas, destacando la sobredosificación y la desinformación entre departamentos; se fortaleció la eficiencia operativa y las condiciones seguras mediante el rediseño del cuarto de preparación; se reforzó el cumplimiento normativo conforme a la LGPGIR y la NOM-052-SEMARNAT-2005, se fomentó la conciencia ambiental a través de capacitaciones y ayudas visuales, mejorando la segregación de residuos; se documentó el instructivo para la modificación del procedimiento actual para garantizar uniformidad en mezcla, aplicación y limpieza; se evaluaron las condiciones del área de pintura y se propuso una transformación estructural; se logró una reducción efectiva del impacto ambiental mediante la disminución de residuos; y finalmente, se

implementó un sistema de seguimiento basado en indicadores clave de desempeño (KPI's), que permitirá evaluar de forma continua los avances y apoyar la toma de decisiones a futuro.

Se cumplió con los objetivos trazados, al generar impactos medibles y sostenibles, se establecieron las condiciones necesarias para una cultura organizacional enfocada en la responsabilidad ambiental y la mejora continua.

TRABAJO A FUTURO

Se visualiza realizar un proyecto de investigación y seguimiento en la empresa sobre el estatus legal ante la SEMARNAT, ya que, al haber superado las 10 toneladas de residuos peligrosos anuales, debe actualizar su registro como gran generador y contar con un Plan de Manejo debidamente autorizado.

REFERENCIAS

- Albright, C. S., Wayne, W. L., & Christopher, Z. L. (2001). *Data analysis and decision*. Duxbury Press.
- Anafapyt. (2023). *Estadísticas del sector de pinturas y recubrimientos en México*.
<https://www.anafapyt.org.mx/>
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA). (2025). *Guía rápida de residuos peligrosos*. e3 Consultora Ambiental.
- ASTM International. (2011). *ASTM D16-11: Terminology for paint, related coatings, materials, and applications*.
- BSL Marketing. (2025, abril 14). Pintura industrial: Tipos y características. *FM SPRAY*.
<https://productosfm.com/pintura-industrial-tipos-y-caracteristicas/>
- Cym Materiales S. A. (2015). *Preparación de superficie*.
- Dunn-Edwards Corporation. (s. f.). *Formación de nata de pintura*. Dunn-Edwards®.
- Giraldo, J., & Gómez, L. (2018). *Gestión ambiental y residuos*. Ecoe Ediciones.
- González, R., & Hernández, L. (2020). *Recubrimientos industriales y corrosión*. Trillas.
- González-Morales, A., & Ramírez-Fuentes, H. (2022). Evaluación de la eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en la industria manufacturera. *Revista Mexicana de Ciencias Ambientales*, 45–60.
- Hillary, R. (2017). *ISO 14001: Case studies and practical experiences*. Routledge.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2007). *Investigación de operaciones* (7ª ed.). McGraw-Hill.
- International Organization for Standardization. (2015, marzo 12). *ISO 14001:2015. Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. <https://www.iso.org/es/norma/14001>

- Ituarte, J. R. (2005). *NOM-052-SEMARNAT-2005*. Diario Oficial de la Federación.
- León, E. Z. (2019). *Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental*. Diario Oficial de la Federación.
- López, J. (2019). *Tecnología de pinturas y recubrimientos*. Alfaomega.
- López-López, J. M. (2021). *Cumplimiento normativo y percepción social de los residuos peligrosos en el sector minero mexicano* (Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Madrid, M. D. (2023). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)*. Diario Oficial de la Federación.
- Marroquín, J. M. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de residuos del proceso de enderezado y pintura para la reducción del impacto sobre el medio ambiente de la ciudad de Guatemala* (Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- OCDE. (2015). *Análisis de los resultados medioambientales*.
- Quesada, V. F. (2014). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*. Diario Oficial de la Federación.
- Quesada, V. F. (2023). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Diario Oficial de la Federación.
- Universidad Nacional de La Plata. (s. f.). *Aplicación de pinturas*.
<https://host170.sedici.unlp.edu.ar/server/api/core/bitstreams/4b5552a8-80da-45d3-84b1-961493c4fa3e/content>

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Cruz Jiménez Regina, Sandoval Méndez Gloria
Metodología	Cruz Jiménez Regina, Mohedano Torres Enrique de Jesús
Validación	Cruz Jiménez Regina, Mijares Díaz de León José Elías
Análisis Formal	Cruz Jiménez Regina, Mohedano Torres Enrique de Jesús
Investigación	Cruz Jiménez Regina, Sandoval Méndez Gloria
Recursos	Sandoval Méndez Gloria, Mohedano Torres Enrique de Jesús

Curación de datos	Mijares Díaz de León José Elías, Echenique Lima Luis David
Escritura - Preparación del borrador original	Cruz Jiménez Regina, Mijares Díaz de León José Elías
Escritura - Revisión y edición	Sandoval Méndez Gloria, Mijares Díaz de León José Elías
Visualización	Mohedano Torres Enrique de Jesús, Echenique Lima Luis David
Supervisión	Sandoval Méndez Gloria, Mijares Díaz de León José Elías
Administración de Proyectos	Mohedano Torres Enrique de Jesús, Echenique Lima Luis David