

## Metodología 5S y AMEF–Pareto para la mejora de procesos de mantenimiento

### 5S methodology and FMEA–Pareto for the improvement of maintenance processes

Diego U. Salinas Hernández <sup>a</sup>, María L. Montiel Estrada <sup>b</sup>, Erick U. Morales Cruz <sup>c</sup>, Estella M. Esparza Zúñiga <sup>d</sup>, Demetrio Fuentes Hernández <sup>e</sup>

---

**Abstract:**

Manufacturing companies face challenges related to operational efficiency, particularly in machinery maintenance and workplace organization. This study analyzes the case of an industrial plant where, after applying Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and Pareto analysis, disorganization during maintenance procedures was identified as a frequent root cause of failures. The lack of control over tool usage and the absence of standardized processes have hindered the effective implementation of autonomous maintenance. As a solution, the 5S methodology is proposed to create a more organized, visual, and efficient work environment. A pilot area was selected to demonstrate the benefits of 5S in reducing non-productive time, improving tool accessibility, and enabling operator autonomy. The expected outcomes include improved maintenance response times, fewer operational errors, and the promotion of a culture of continuous improvement within the plant.

**Keywords:**

5's methodology, autonomous maintenance, continuous improvement, visual management, operational efficiency

---

**Resumen:**

Las empresas manufactureras enfrentan problemáticas relacionadas con la eficiencia operativa, particularmente en lo que respecta al mantenimiento de maquinaria y el orden en las áreas de trabajo. En esta investigación se analiza el caso de una planta industrial que, tras aplicar herramientas como el Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF) y el diagrama de Pareto, identificó como una causa recurrente de fallas la desorganización en los espacios de trabajo, especialmente durante la ejecución del mantenimiento. Se evidenció la falta de control en el uso de herramientas y la ausencia de estandarización en los procedimientos, lo que ha dificultado la implementación del mantenimiento autónomo. Como solución, se plantea la aplicación de la metodología de las 5's, con el objetivo de estructurar un entorno de trabajo más ordenado, visual y eficiente. A través de un área piloto, se busca demostrar la eficacia de esta metodología para reducir tiempos improductivos, mejorar la localización de herramientas y facilitar la autonomía operativa de los trabajadores. Los resultados esperados incluyen una mejora en los tiempos de respuesta en mantenimiento, reducción de fallos por omisiones operativas y el fortalecimiento de una cultura de mejora continua en la planta

**Palabras Clave:**

Metodología 5's, mantenimiento autónomo, mejora continua, herramientas visuales, eficiencia operativa

---

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0008-6100-6875>, Email: sa472030@uaeh.edu.mx

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0000-7404-7002>, Email: mo403754@uaeh.edu.mx

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0008-2071-9713>, Email: erick\_morales@uaeh.edu.mx

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0008-2603-1311>, Email: estella\_esparza@uaeh.edu.mx

<sup>e</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-0706-6219>, Email: demetrio\_fuentes@uaeh.edu.mx

## Introducción

La industria manufacturera en México desempeña un papel crucial en la economía nacional, representando una parte significativa del Producto Interno Bruto (PIB) industrial. Dentro de este sector, la eficiencia operativa y la continuidad de la producción son fundamentales para mantener la competitividad y satisfacer las demandas del mercado.

La implementación de la metodología 5's, originaria de Japón, se ha consolidado como una herramienta efectiva para mejorar la organización, limpieza y eficiencia en los lugares de trabajo. Esta metodología se basa en cinco principios: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina). Su aplicación en el mantenimiento industrial permite optimizar la gestión de los equipos, reducir tiempos de inactividad y mejorar la seguridad laboral.

En el contexto de la industria manufacturera, donde se utilizan equipos como troqueladoras, centros de maquinado CNC, guillotinas, tornos y fresadoras, la metodología 5S contribuye a establecer entornos de trabajo más eficientes y seguros. Al eliminar elementos innecesarios, organizar herramientas y estandarizar procesos, se facilita la detección temprana de fallas y se promueve una cultura de mejora continua.

Este artículo explora la aplicación de la metodología 5's en el mantenimiento de maquinaria industrial, destacando sus beneficios y proporcionando una guía práctica para su implementación en entornos de manufactura.

## Situación actual

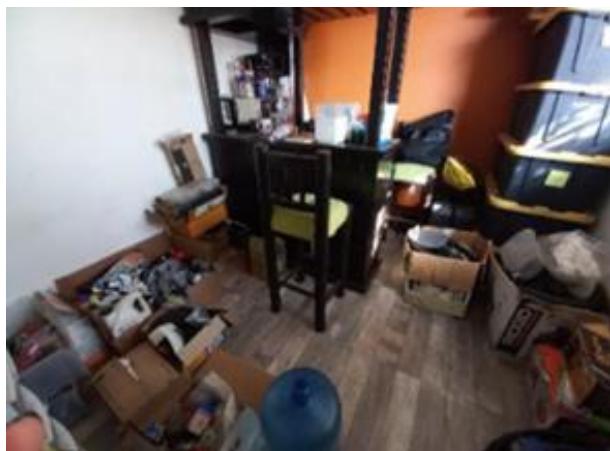
La situación inicial de las instalaciones se determinó mediante recorridos en piso que permitieron observar directamente las condiciones del entorno de trabajo, identificar la disposición de equipos y materiales, y conocer el flujo de actividades tanto en el taller de maquinado como en las zonas de almacenamiento o gestión. Durante estos recorridos se identificó una clara necesidad de implementar la metodología de las 5' s, ya que tanto los espacios de trabajo como las áreas auxiliares presentaban condiciones de desorden, acumulación de materiales no clasificados y falta de limpieza (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Situación inicial en el área de maquinado.  
Fuente Elaboración propia.

En particular, la zona de maquinado (Figura 1) evidenció la presencia de herramientas dispersas, cajas sin etiquetar y equipos en operación con interferencias por objetos mal ubicados. Esto representa no solo un riesgo para la seguridad de los operadores, sino también un obstáculo para la eficiencia operativa. Por su parte, el área de almacenamiento (Figura 2) mostró saturación de materiales, carencia de un sistema claro de clasificación y disposición, así como mobiliario y espacios que dificultan la movilidad del personal y la ubicación de insumos.

De acuerdo con Takashi Osada (1991), precursor de la metodología 5's, la implementación debe comenzar en una zona claramente identificable, que sirva como ejemplo demostrativo para el resto de la planta. Esta área debe tener condiciones que permitan obtener resultados visibles en un corto plazo, lo que facilitará la aceptación por parte del personal y motivará la extensión del programa al resto de la organización. En este sentido, el uso de un área piloto es una estrategia eficaz para validar los beneficios del sistema y consolidar una cultura de orden y mejora continua.



**Figura 2 Situación inicial en el área de almacén. Fuente: Elaboración propia.**

Por estas razones, se decidió iniciar la implementación de la metodología en el taller de maquinado, el cual cumple con los criterios de visibilidad y representatividad dentro del flujo productivo. Además, se cuenta con un equipo de trabajo dispuesto a colaborar, consciente de la necesidad de mejora y con interés en profesionalizar sus prácticas laborales.

La aplicación de las 5's permitirá reducir tiempos de búsqueda de herramientas y materiales, mejorar la limpieza, fomentar la estandarización y, en consecuencia, aumentar la productividad y seguridad en el área. De igual forma, esta intervención sentará las bases para extender gradualmente la metodología al resto de los espacios de la planta.

### Planteamiento del problema

Actualmente, el sistema de mantenimiento en la planta presenta deficiencias críticas relacionadas con la identificación y uso adecuado de herramientas, así como con la falta de claridad en los procesos que deberían seguir los operadores durante intervenciones básicas. A pesar de que la empresa ha intentado implementar un modelo de mantenimiento autónomo, los esfuerzos han resultado poco efectivos debido a la desorganización del entorno de trabajo, la ausencia de estándares visuales y la carencia de hábitos de orden y disciplina por parte del personal.

El análisis previo mediante AMEF (Figura 3 y 4) y Pareto (Figura 5 y 6) reveló que un porcentaje significativo de las fallas está relacionado con prácticas ineficientes de mantenimiento y tiempos muertos causados por la búsqueda de herramientas o la improvisación de procesos. En este contexto, la desorganización del

espacio representa un cuello de botella operacional, que no solo afecta la disponibilidad de los equipos, sino también genera frustración en los operadores y retrasa la producción.

Por tanto, se hace necesario implementar una estrategia que ataque la raíz del problema desde la base del orden, la limpieza y la estandarización. La metodología de las 5S representa una solución viable y adaptable a las condiciones actuales de la planta, ofreciendo beneficios tanto a corto como a largo plazo, como la reducción de tiempos improductivos, mejora de la seguridad y generación de una cultura de mejora continua.

Análisis de modo y efecto de fallas										FERSA			
Máquinaria	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPF	Acciones	S	O	NPF	
Inqueridores	Máscas de Material	Detener el proceso de trabajado y requerir tiempo para devolver la máscara	7	Desordenamiento de los pliegos, desgaste de los componentes	6	No existen	16	429	Mantenimiento que incluya la limpieza y ordenamiento del punto de la tensión del material y el impacto de rotación.	7	0	3	100
	Desgaste de troqueles	Cortes irregulares o rotos de material y su efecto en la calidad del producto y aumento de tiempo de inactividad.	7	Usos excesivos, falta de mantenimiento, materiales de uso defectuoso.	2	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo.	3	84	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	3	2	42	
	Problemas eléctricos	La alimentación eléctrica padece por completo la protección	7	Problemas en la fuente de alimentación, cables sueltos o dañados, componentes eléctricos defectuosos.	2	No existen	18	109	Instalar sistemas de monitoreo del sistema eléctrico para detectar y avisar de posibles fallas eléctricas antes de que comiencen las interrupciones en la producción.	7	2	11	
	Desgaste de Componentes Mecánicos	Vibraciones y malos sonidos que afectan el desempeño de los trabajadores.	4	Usos excesivos, falta de lubricación, condiciones de trabajo defectuosas.	2	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo.	2	48	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	4	3	24	
	Sobrecalentamiento del Motor	Daños en el motor y dejarle la protección.	10	Falta de lubricación, falta de refrigeración, sobrecarga de la máquina.	3	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo.	3	129	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	10	3	90	
Falla del vástago de la tubería	La actividad de inserción del vástago de la tubería con el material y su inserción incorrecta causan fallas de cortes y atascos	4	Funcionamiento irregular, la inserción de la tubería con el material y su inserción incorrecta causan fallas de cortes y atascos	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	3	96	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	0	5	2	80	
	El vástago de la tubería no es revisable o está atascado	Producen fallas en el mecanismo y no realizar la función de forma correcta.	8	Almacenaje excesivo de material en el vástago de la tubería, se rompe el eje.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	3	96	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	0	5	2	80
	Dejar de funcionar por exceso de aceite y por ante falta de presión.	No contiene fuerza en el corto ni lo rompe si lo tira.	7	Falta de mantenimiento de la máquina en sus partes.	3	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	3	147	Mantenimiento de partes de la máquina.	7	8	1	42
Tornos	Centrado de la garrilla con muescas o falta de atasco.	Realizando un mal corte a la pieza.	8	Ajuga corta que lleva a la rotura o daño de la máquina.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	4	192	Realizar general de las reparaciones y partes de la máquina.	6	8	1	48
	Vibraciones excesivas	Afecta la calidad de la protección y puede provocar roturas en el eje	7	Desgaste de herramientas de corte, desbalanceo de la máquina, desgaste de los componentes, falta de rigidez estructural.	3	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo.	3	64	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	7	4	2	56
	Sobrecalentamiento del motor o del horno	Ruido excesivo, vibración, desbalanceo, para quemado.	7	Corte excesivo de material, quemado de la máquina, quemaduras de los componentes o las personas.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Los pliegos son remplazados después de un período de tiempo.	18	288	Realizar auditorias para analizar si el mantenimiento es correcto.	7	4	3	92
Presas	Falta de atasco	Falta de fuerza de atracción, desgaste irregular de las herramientas.	3	Manetón incorrecto, desgaste de los componentes, roturas y golpes.	5	No existe	159	Capacitar al personal para evitar los golpes y mal manejo de las máquinas.	3	6	3	36	
	Herramienta principal está atascada	Se atasca en esa posición.	7	Se atasca con roblitas y no se libera.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Las piezas de corte son remplazadas después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	5	268	Preciar maquinaria para anclarla si el mantenimiento es correcto.	8	5	1	40
	El eje principal está apretado	Movimiento rígido y sin buena energía.	7	No funciona de manera óptima.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Las piezas de corte son remplazadas después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	6	169	Realizar auditorias al cumplimiento del programa de mantenimiento.	7	0	1	42
DNC	El cálculo de fresado no tiene alimentación automática	No trabaja de manera ideal al realizar el círculo.	8	No permite realizar el trabajo en la pieza.	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de la empresa. Las piezas de corte son remplazadas después de un período de tiempo, además que se da capacitación para evitar el problema.	18	289	Verificar las condiciones de inicio y fin en el programa.	4	5	2	45
	Error en la digitación	Perdida de torque al cargar.	4	El tallerista no tiene suficiente experiencia con el software.	4	Realizar auditorias para analizar si el mantenimiento es correcto.	18	160	Utilizar software de simulación para optimizar el diseño antes de su ejecución en la máquina.	4	3	2	24

**Figura 3: AMEF maquinaria. Fuente: Elaboración propia.**

Análisis de Modo y Efecto de Fallas											FERSA Rotines y Bandas			
Edificios	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR	
Recepción	Falta de comunicación	Desinformación	8	Falta de claridad en los roles y responsabilidades del personal de recepción.	6	No existe	10	480	Utilizar tecnologías de comunicación interna, como correos electrónicos, tableros de anuncios en línea o aplicaciones de mensajería empresarial, para facilitar la comunicación entre el personal de recepción y otros departamentos.	8	6	4	192	
	Pérdida de registro	Desperdicio de recursos	9	Error humano debido a la falta de capacitación o entrenamiento del personal.	7	Utilizar sistemas de registro electrónicos que puedan automatizar parte del proceso y reducir errores humanos.	5	315	Crear un protocolo de respaldo de datos	8	5	2	80	
	Errores de documentación	La ineficiencia, la lentitud en los procesos, la pérdida de tiempo, la desorganización	7	Distacciones o interrupciones durante el proceso de documentación que pueden llevar a errores.	8	No existe	10	560	Establecer revisiones regulares de documentos por parte de supervisores o equipos designados para detectar y corregir errores.	9	5	3	135	
Oficinas	No conocer las necesidades de los empleados	Pérdida de interés en el trabajo	8	Falta de recursos o tiempo dedicado a comprender las necesidades individuales de los empleados.	9	Realizar encuestas regulares o sesiones de retroalimentación para recopilar información sobre las necesidades de los empleados.	4	288	Organizar sesiones de capacitación para gerentes y supervisores sobre la importancia de comprender y abordar las necesidades de los empleados.	7	6	6	252	
	No tener un presupuesto	Caer en el sobreendeudamiento	7	Desconocimiento de la importancia de tener un presupuesto en la gestión de oficinas.	5	Realizar revisiones periódicas del presupuesto para realizar ajustes según sea necesario.	2	70	Asignar recursos para contactar o capacitar a personal con experiencia en finanzas y presupuestos.	8	7	5	280	
	Liderazgos negativos	Reduce la motivación para esforzarse	9	Estilo de liderazgo autoritario o poco colaborativo.	6	No existe	10	540	Promover una cultura de liderazgo positivo y colaborativo a través de programas de reconocimiento y recompensas.	8	5	4	160	
	Relaciones amorosas	No quieren trabajar si no están juntos	5	Falta de políticas claras sobre relaciones interpersonales en el lugar de trabajo	10	Implementar un código de conducta que promueva el respeto, la profesionalidad y la privacidad de los empleados.	3	150	Realizar sesiones informativas sobre el código de conducta y las políticas relacionadas con las relaciones en el trabajo.	9	7	5	315	
Sanitarios	Problemas en el descargo de agua	Sanitario sucios	6	Fallas en las válvulas de descarga debido a desgaste ó mal funcionamiento.	4	No existe	10	240	Programar limpiezas preventivas de tuberías y válvulas de descarga de forma regular para prevenir obstrucciones.	8	4	3	96	
	No hay papel o jabón para manos	Mala higiene	8	Uso excesivo de papel y jabón	9	Realizar inspecciones periódicas de los dispensadores de papel y jabón para asegurar su buen funcionamiento.	6	432	Programar revisiones regulares del inventario de papel y jabón para anticipar las necesidades futuras y evitar que vuelva a ocurrir la falta de suministros.	9	7	5	315	
	Fugas	Desperdicio de agua	7	Desgaste o deterioro de las tuberías debido a la edad o falta de mantenimiento.	5	Utilizar materiales de alta calidad y técnicas de instalación adecuadas para minimizar el riesgo de fugas.	6	210	Reparar cualquier fuga de agua detectada de manera inmediata para evitar el desperdicio de agua y posibles daños adicionales.	7	6	7	294	
Bodegas	Retrasos en el flujo de trabajo	Embotellamiento, errores humanos, Mala comunicación	7	Falta de planificación adecuada en la distribución del trabajo y asignación de tareas	7	Designar líderes de equipo o supervisores responsables de coordinar y monitorear el flujo de trabajo y la comunicación entre los equipos.	7	343	Monitorear continuamente el desempeño del flujo de trabajo y realizar ajustes según sea necesario para garantizar una operación eficiente y sin problemas en la bodega.	8	4	3	96	
	Espacio desaprovechado	Perdida de tiempo en transporte de materia	6	Mala organización de los estantes, racks o áreas de almacenamiento, lo que dificulta el acceso a los materiales.	5	Implementar sistemas de gestión de inventario que permitan un seguimiento preciso de la ubicación y cantidad de materiales almacenados.	4	120	Implementar sistemas de almacenamiento más eficientes, como estanterías móviles o sistemas de almacenamiento vertical, para aprovechar mejor el espacio vertical.	4	5	4	80	
	Productos mezclados o mal etiquetados	Uso o entrega incorrecta de material	7	Errores humanos durante la manipulación y clasificación de productos en la bodega.	7	No existe	10	490	Utilizar sistemas de escaneo de códigos de barras o RFID para verificar la precisión de las etiquetas y asegurar una correcta identificación de los productos.	8	5	5	200	

Figura 4: AMEF edificios. Fuente: Elaboración propia.

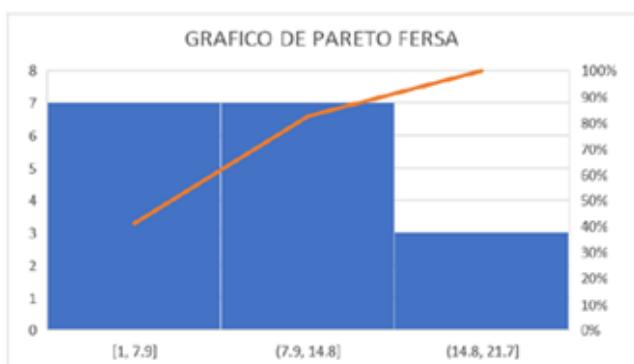


Figura 5: Pareto máquinas. Fuente: Elaboración propia.

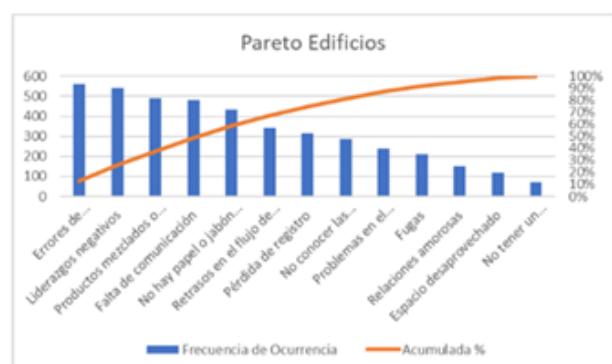


Figura 6: Pareto edificios. Fuente: Elaboración propia.

## Metodología

Tras la aplicación del Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF) y el diagrama de Pareto, se identificaron los principales fallos recurrentes en la maquinaria y las instalaciones, muchos de los cuales se relacionan con el

desorden, la falta de limpieza y la carencia de estandarización en los procedimientos de mantenimiento. Se observó que, durante las tareas correctivas o preventivas, los operadores enfrentan constantes dificultades para localizar las herramientas adecuadas, así como incertidumbre sobre el proceso a seguir, lo cual genera pérdidas de tiempo, errores y retrabajos.

En este contexto, se ha considerado pertinente la implementación de la metodología de las 5's , la cual constituye una herramienta clave dentro de la filosofía Lean Manufacturing. Esta metodología japonesa tiene como objetivo crear y mantener espacios de trabajo organizados, limpios, seguros y funcionales, eliminando desperdicios y mejorando la eficiencia operativa. Las 5's se componen de cinco fases:

- **Seiri (Clasificar):** Identificar y separar lo necesario de lo innecesario en el área de trabajo, eliminando elementos que no aportan valor.
- **Seiton (Ordenar):** Ubicar cada herramienta y material en el lugar donde sea más útil, accesible y visible.
- **Seiso (Limpieza):** Mantener el entorno limpio para prevenir fallas y detectar anomalías de forma temprana.
- **Seiketsu (Estandarizar):** Establecer normas visuales y procedimientos claros para mantener los tres primeros pasos.
- **Shitsuke (Disciplina):** Fomentar la constancia y el compromiso del personal para mantener y mejorar los estándares establecidos.

Esta metodología no solo busca mejorar las condiciones físicas del área de trabajo, sino también facilitar la futura implementación del mantenimiento autónomo, al establecer un entorno más controlado, ordenado y visualmente estandarizado. Con las 5's, se pretende dotar a los operarios de un sistema visual y funcional que les permita identificar rápidamente qué herramienta utilizar, en qué momento y bajo qué procedimiento, fortaleciendo así la autonomía operativa.

## Aplicación de la metodología

### Taller de maquinado

- **Seiri – Clasificación**

El primer paso consiste en diferenciar entre lo necesario y lo innecesario. En el área de maquinado, esto implica identificar herramientas desgastadas (como brocas, discos, carbones o llaves deformadas) y separarlas del inventario útil. En el almacén, se realiza una depuración de refacciones obsoletas o vencidas (como lubricantes

contaminados, empaques rotos), liberando espacio y mejorando la visibilidad del inventario crítico.

- **Seiton – Orden**

Se asigna un lugar específico a cada herramienta y pieza de repuesto, etiquetándolos para facilitar su localización. En maquinado, se organizan las herramientas por tipo y frecuencia de uso; por ejemplo, herramientas de corte, llaves, medidores, etc. En el almacén se estandariza el almacenamiento de componentes comunes como:

- Bandas o correas
- Rodamientos (baleros)
- Carbones para motores eléctricos
- Empaques, bujes y sellos
- Relevadores, contactores y fusibles

El uso de estanterías codificadas por color o con etiquetas QR permite ubicar rápidamente los materiales requeridos durante una intervención.

- **Seiso – Limpieza**

Se establecen rutinas diarias y semanales de limpieza. En maquinado, esto incluye la eliminación de viruta, residuos de refrigerante, grasa y polvo. En el área de almacenamiento, la limpieza periódica de estantes y contenedores evita la contaminación de refacciones. Estas prácticas refuerzan la inspección visual de equipos y permiten detectar fugas, piezas flojas o desgastes, integrándose con el mantenimiento autónomo.

- **Seiketsu – Estandarización**

La estandarización garantiza la continuidad del orden y la limpieza a través de procedimientos visuales, listas de verificación y señalización. Se implementan instructivos para:

- Revisión visual de máquinas (niveles, fugas, desgaste)
- Criterios para reemplazo o reposición de piezas
- Control de inventarios y movimientos de refacciones

Se identifican con etiquetas las refacciones en uso, en revisión o descartadas, y se delimitan áreas de trabajo con marcas visibles.

- **Shitsuke – Disciplina**

El éxito de las 5S depende de la constancia. Por ello, se promueve la formación de los operarios en prácticas de mantenimiento autónomo y se realizan auditorías internas para verificar el cumplimiento. La participación activa de los usuarios fomenta una cultura de mejora continua, reduciendo los tiempos de paro y aumentando la disponibilidad operativa.

### Edificios: Almacén

- Clasificación: Se realizó un inventario total, eliminando productos obsoletos o dañados.
- Orden: Se rediseñó el layout de la bodega, estableciendo zonas específicas por tipo de producto y un sistema de etiquetado con códigos de color.
- Limpieza: Se implementó un programa de limpieza regular y mantenimiento preventivo para garantizar condiciones óptimas.
- Estandarización: Se documentaron procedimientos claros para el almacenamiento, rotulación y control de inventarios.
- Disciplina: Se aplicaron capacitaciones continuas y auditorías con checklist para mantener los estándares.

Tabla 1. Codificación por colores para herramientas y repuestos de la empresa. Fuente: elaboración propia.

Categoría	Color sugerido	Justificación
Herramientas de uso frecuente	Verde	Fácil de localizar rápidamente, indica herramientas en buen estado y uso regular.
Repuestos críticos	Rojo	Alta prioridad de disponibilidad. Necesario para evitar paros en producción.
Lubricantes y consumibles	Amarillo	Precaución: productos con vida útil, deben ser reemplazados periódicamente.
Herramientas poco frecuentes	Azul	Uso ocasional. Pueden almacenarse más alejadas del punto de trabajo.
Herramientas fuera de uso / retiro	Negro	Señal de descarte. Obsoletas, dañadas o duplicadas.
Manuales, software, documentación	Morado	Material de consulta técnica. Evita confusión con herramientas físicas.
Zona de limpieza / inspección	Blanco	Indicador de áreas de limpieza diaria o rutinaria.

Tabla 2. Codificación por colores para productos en almacén de producto terminado. Fuente: elaboración propia.

Tipo de producto	Color	Código
Rodillos de Carga	Azul	RC
Rodillos de Impacto	Rojo	RI
Rodillos de Retorno	Verde	RR
Flecha	Amarillo	FL
Baleros	Naranja	BA
Sellos	Púrpura	SE
Cuerpo de Rodillo	Gris	CR
Tapa de Rodillo	Marrón	TR

Tabla 3. Calendario de limpieza para edificios. Fuente: Elaboración propia.

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Diario	Limpiar superficies, vaciar papeleras				
Semanal	Limpiar baños	Reorganizar materiales	Limpiar estanterías	Limpiar ventanas	Limpieza profunda del suelo
Mensual	Ventilación, aire acondicionado	Luces, lámparas	Alfombras, tapicerías	Almacenamiento de archivos	Auditoría del sistema de archivo

### Resultados

La implementación de la metodología 5's generó mejoras significativas en todas las áreas de la planta, alineadas con los hallazgos. A continuación, se detallan los resultados por área, incluyendo las tablas de codificación por colores y el calendario de limpieza adaptados de la implementación.

### Taller de Maquinado

- Troqueladora: Eliminación de herramientas duplicadas y listas de verificación redujeron atascos en un 30%.
- Guillotina: Etiquetado de repuestos disminuyó fallas de válvulas en un 25%.
- Torno: Limpieza regular redujo vibraciones en un 20%.
- Fresadora: Organización de rodamientos mejoró la disponibilidad en un 15%.
- CNC: Estandarización de digitación redujo errores de programación en un 40%.

### Edificios

- Recepción: Un sistema de archivo con codificación por colores (Tabla 1) redujo errores de documentación en un 50%.
- Oficinas: Estandarización de procesos de gasto mejoró la eficiencia administrativa en un 30%.
- Sanitarios: Rutinas de limpieza (Tabla 2) eliminaron problemas de suministro (papel, jabón) y fugas en un 80%.

Bodegas: Reorganización del espacio y etiquetado estandarizado redujeron retrasos en el flujo de trabajo en un 35%.

### Conclusiones

La implementación de la metodología 5's transformó los procesos de mantenimiento en la planta, reduciendo ineficiencias, mejorando la seguridad y promoviendo una cultura de mejora continua. Los resultados, como la eliminación de 37 ítems innecesarios, la reducción del 40% en tiempos de búsqueda, la disminución del 50% en errores de documentación y del 35% en retrasos en bodegas, destacan el impacto de 5's en la manufactura

esbelta. La metodología demostró ser adaptable a maquinaria, instalaciones, edificios y vehículos, sentando las bases para un mantenimiento autónomo.

### Propuesta de mejora

Basado en los resultados obtenidos, se proponen las siguientes mejoras para optimizar y sostener la implementación de la metodología 5's en la planta:

- Integración de Tecnología: Implementar sensores IoT para monitorear en tiempo real el estado de maquinaria (e.g., troqueladoras, tornos, CNC) y sistemas hidráulicos, permitiendo un mantenimiento predictivo que complemente las rutinas de limpieza y estandarización de 5's.
- Capacitación Continua: Ampliar los programas de capacitación a todos los niveles de la organización, incluyendo talleres prácticos y simulaciones para reforzar Shitsuke (disciplina) y minimizar la resistencia al cambio observada en el taller de mecanizado.
- Mejora de Auditorías: Desarrollar una aplicación móvil para registrar auditorías 5's, permitiendo a los supervisores documentar el cumplimiento de estándares en tiempo real y generar reportes automáticos para identificar áreas de mejora.
- Expansión del Sistema de Codificación: Extender el sistema de codificación por colores (Tabla 1) a otras áreas como bodegas y talleres, estandarizando la identificación de herramientas y materiales para reducir aún más los tiempos de búsqueda Reconocimiento al Personal: Establecer un programa formal de incentivos (bonos, reconocimientos públicos) para premiar a los equipos que mantienen consistentemente los estándares 5's, fortaleciendo la cultura de disciplina.

Estas propuestas buscan consolidar los beneficios de 5's, alinear la planta con avances tecnológicos y fomentar una filosofía más profunda de la manufactura esbelta

### Abreviaciones y Acrónimos

- 5's: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización), Shitsuke (Disciplina) • AMEF: Análisis Modal de Efectos y Fallos
- CNC: Control Numérico Computarizado •
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- IoT: Internet de las Cosas • PIB: Producto Interno Bruto

### Referencias

- Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation. Productivity Press.
- Osada, T. (1991). The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment. Asian Productivity Organization.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press.
- Villalobos Gutiérrez, J. A. (2016). Propuesta de implementación del sistema de las 5S en el área de producción de la empresa manufacturera XYZ [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- García Rodríguez, M. (2018). Diseño e implementación del programa de mantenimiento autónomo en una empresa manufacturera [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- Chávez, J. M. (2015). Aplicación de la metodología 5S para mejorar la organización y productividad en áreas industriales [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].