



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINAS
ENGEL**

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

**TITULACION INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIAS
PROFESIONAL**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENERIA MECATRÓNICA

PRESENTA:

ABIUD NATANAEL SUAREZ ALVARADO

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ

APIZACO, TLAX; ABRIL 2026



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Metal Mecánica

Tzompantepec, Tlaxcala, 03/febrero/2025

Oficio No. MM-127/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

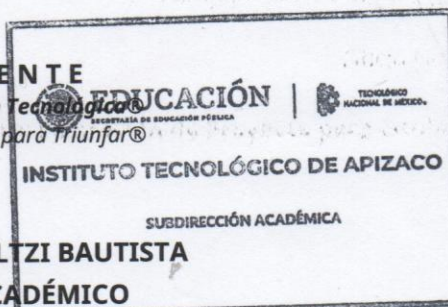
LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	ABIUD NATANAEL SUAREZ ALVARADO
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	21370728
Nombre del Proyecto:	"PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS ENGEL".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



MTRO. ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry



2026
año de
Margarita
Maza





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **17/Marzo/2026**

ABIUD NATANAEL SUAREZ ALVARADO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 21370728.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS ENGEL"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

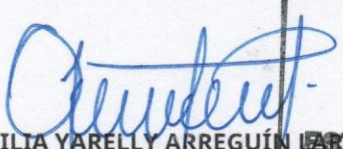
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


CECILIA YARELY ARREGUÍN
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026
año de
Margarita Maza



Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, quienes, con su apoyo incondicional, motivación y confianza me han dado la fortaleza necesaria para seguir adelante en cada etapa de este proyecto. Su acompañamiento ha sido fundamental para alcanzar este logro.

A mis amigos, por su comprensión, ánimo y por estar presentes en los momentos de mayor reto. Su respaldo y colaboración hicieron más ligero el camino y enriquecieron esta experiencia.

A mis maestros, por compartir sus conocimientos, tiempo y dedicación. Sus enseñanzas han sido pieza clave para mi formación profesional y personal, guiándome a desarrollar las habilidades necesarias para enfrentar nuevos desafíos.

A mis asesores de proyecto, por su orientación, acompañamiento y compromiso durante este proceso. Sus comentarios, sugerencias técnicas y apoyo continuo permitieron mejorar la calidad del trabajo y lograr un resultado más sólido y profesional.

Índice

Resumen.....	1
Introducción	1
Descripción de la empresa y puesto de trabajo	2
Problemas a resolver	2
Objetivos	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Justificación	4
Marco teórico	5
Recibidor de materiales.....	12
Unidad de inyección (UI)	12
Unidad de cierre.....	12
Sistema de control eléctrico	13
Termorreguladores de agua.....	13
Flujómetro.....	14
Micros de seguridad de puertas	15
Mantenimiento preventivo	16
Conocimiento completo de la empresa	18
Fecha de inicio de plan de mantenimiento.....	18
Medidas de seguridad antes de iniciar el mantenimiento.....	19
Mantenimiento preventivo al área de unidad de inyección (UI).....	21
Mantenimiento preventivo a micros de seguridad	30
Mantenimiento preventivo a flujómetros.....	32
Mantenimiento Preventivo a termorregulador de agua GWK	35
Resultados	46
Conclusión	70
Competencias desarrolladas y aplicadas	72
Bibliografías.....	74

Índice de imágenes

Imagen 1. Lock Out procedimiento de bloqueo y etiquetado.....	19
Imagen 2. Equipo de protección (EPP).....	20
Imagen 3. Señalamiento de mantenimiento.....	20
Imagen 4. Herramientas para electricidad.....	21
Imagen 5.Unidad de inyección (UI) de maquina 48.....	22
Imagen 6.Corona sucia de maquina 47.....	22
Imagen 7. Corona limpia de maquina 47.....	22
Imagen 8. Zona de husillo de maquina 40.....	23
Imagen 9. Interfaz HMI parámetros de temperatura maquina 48.....	23
Imagen 11. Resistencia dañada de maquina 45.....	24
Imagen 10. Resistencia en buen estado	24
Imagen 12. Mangueras de agua y aceite de maquina 48	24
Imagen 13. Lubricación a partes móviles de UI de maquina 48.....	25
Imagen 14. Interfaz HMI mostrando ciclos de tiempo y función	26
Imagen 15. Tableros de control de maquina 45,.....	27
Imagen 16. Limpieza a tableros de control 45,.....	27
Imagen 17. Componentes fijos maquina 45.....	28
Imagen 18. Fusible de refacción de protección.....	29
Imagen 20. Filtro sucio de tablero de control maquina 45	29
Imagen 19 Filtro limpio de tablero de control maquina 45.	29
Imagen 21 Micro de seguridad maquina 46.....	30
Imagen 22. Micro de seguridad sucio, maquina. 47.....	31
Imagen 23.Micro de seguridad maquina 42.....	31
Imagen 24.Micro de seguridad dañado maquina 44.....	32
Imagen 25. Flujómetros o rotámetros maquina 41	33
Imagen 26. Flujómetro sucio maquina 41	33
Imagen 27. Flujómetro desarmado de maquina 41.....	34
Imagen 28.Flujómetros limpios y funcionando maquina 41	35
Imagen 29. Termo regulador de agua GWK de maquina 43	36
Imagen 30. Cableado y control interno de termorregulador GWK	37
Imagen 31 . Filtro limpio	37
Imagen 32. Filtro sucio	37
Imagen 33 . Bomba levantando presión de agua	38
Imagen 34 Resistencias y válvulas solenoides limpias	38
Imagen 35. Resistencias y válvulas solenoides sucias.....	38
Imagen 36. Tanque de agua sucio.....	39
Imagen 37. Tanque de agua limpio	39
Imagen 38. Termorregulador de agua funcionando de maquina.....	40

Índice de tablas

Tabla 1.....	10
Tabla 2.....	43

índice de graficas

Gráfica 1.	46
Gráfica 2.	47
Gráfica 3.	47
Gráfica 4.	48
Gráfica 5.	48
Gráfica 6.	49
Gráfica 7.	49
Gráfica 8.	50
Gráfica 9.	50
Gráfica 10.	51
Gráfica 11.	51
Gráfica 12.	52
Gráfica 13.	52
Gráfica 15.	53
Gráfica 14.	53
Gráfica 16.	54
Gráfica 17.	54
Gráfica 18.	55
Gráfica 19.	55
Gráfica 20.	56
Gráfica 21.	56
Gráfica 22.	57
Gráfica 23.	57
Gráfica 24.	58
Gráfica 25.	58
Gráfica 26.	59
Gráfica 27.	59
Gráfica 28.	60
Gráfica 29.	60
Gráfica 30.	61
Gráfica 31.	61
Gráfica 32.	62
Gráfica 33.	62
Gráfica 34.	63

Gráfica 35.	63
Gráfica 36.	64
Gráfica 37.	64
Gráfica 39.	65
Gráfica 38.	65
Gráfica 40.	66
Gráfica 41,	66
Gráfica 42.	67

Resumen

Este documento tiene como objetivo elaborar y establecer un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de inyección Engel utilizadas en la empresa Eugen Wexler, con el propósito de asegurar su continuidad operativa, la calidad del producto y la seguridad del personal. En la industria del moldeo por inyección de plásticos, la eficiencia y precisión de las máquinas son factores determinantes en la competitividad y productividad de los procesos. Para ello, es necesario implementar un plan mantenimiento preventivo estructurado que permita detectar oportunamente posibles fallas y evitar paros no programados o pérdidas económicas.

En el desarrollo del documento se presenta un marco teórico que describe el principio de funcionamiento del proceso de moldeo por inyección, así como las partes esenciales de una máquina Engel, además se mencionan los tipos de fallas más frecuentes que pueden presentarse en cada sistema, destacando la importancia de la inspección y el mantenimiento periódico para evitar daños mayores.

El plan de mantenimiento preventivo propuesto contempla actividades específicas para cada componente de la máquina, como limpieza general, revisión eléctrica e hidráulica, lubricación de partes móviles, sustitución de piezas dañadas, calibración de sensores y verificación funcional. También se establecen las medidas de seguridad necesarias antes de iniciar cualquier intervención, incluyendo el uso del procedimiento Lock Out–Tag Out y la utilización del equipo de protección personal (EPP) adecuado, con el fin de garantizar la integridad del personal técnico.

Asimismo, se detalla la planificación del mantenimiento mediante la determinación de una fecha de inicio, la elaboración de las actividades propuestas y los resultados obtenidos.

Introducción

En la industria del moldeo por inyección de plásticos, la eficiencia, la precisión y la continuidad operativa son factores determinantes para garantizar la calidad del producto final y la rentabilidad de la producción. Las máquinas de inyección Engel, ampliamente utilizadas en este sector, representan equipos de alta tecnología que trabajan bajo condiciones extremas de presión, temperatura y velocidad, por lo que requieren un cuidado constante y especializado.

El mantenimiento preventivo juega un papel fundamental dentro de la gestión de la producción industrial, ya que su principal objetivo es anticiparse a las fallas y reducir los tiempos muertos no programados y en un caso muy extremo evitar accidentes a personal esencial. Este tipo de mantenimiento permite detectar, corregir y evitar deterioros en los componentes mecánicos, eléctricos y hidráulicos, garantizando así la seguridad del personal, y la prolongación de la vida útil del equipo.

Dentro del presente documento se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo aplicado a las máquinas de inyección Engel y sus periféricos, abarcando las áreas específicas e importantes, la aplicación de un programa de mantenimiento estructurado en los componentes permite optimizar la eficiencia energética, mejorar la calidad de las piezas moldeadas y prevenir paros de producción que puedan generar pérdidas económicas significativas.

Descripción de la empresa y puesto de trabajo

Euwe Eugen Wexler de México, S.A. de C.V.

Es una empresa del sector automotriz dedicada a la fabricación de piezas plásticas por inyección. Produce autopartes de plástico que se utilizan en vehículos, como componentes interiores y exteriores.

Características destacadas:

- Pertenece al grupo internacional Euwe Group, originario de Alemania.
- Su planta está en Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala (México).
- Emplea tecnología avanzada en moldeo por inyección, control de calidad y automatización.
- Suministra productos a armadoras y proveedores automotrices.
- Cumple con estándares internacionales de calidad y precisión.

Puesto de trabajo

Me encuentro en el área de mpo servicios que es área de mantenimiento y es la encargada de garantizar el correcto funcionamiento, disponibilidad y eficiencia de las máquinas de inyección de plástico, así como de los equipos auxiliares que intervienen en el proceso productivo.

Problemas a resolver

Los problemas que se espera resolver son los siguientes.

- Paros no programados de producción, los equipos pueden presentar detenciones inesperadas debido a fallas eléctricas, hidráulicas o mecánicas ocasionadas por la falta de limpieza, ajuste o revisión preventiva.
- Defectos en las piezas moldeadas, las variaciones térmicas, presión insuficiente o desgaste de componentes provocan rebabas, deformaciones o piezas incompletas.

- Desgaste prematuro de componentes, la falta de lubricación y revisión de piezas móviles genera fricción, sobrecalentamiento y deterioro en partes como unidad de cierre, unidad de inyección y puerta de protección.
- Fallas eléctricas y electrónicas, las conexiones flojas, polvo o humedad en los tableros de control pueden generar cortocircuitos, alarmas falsas o fallas en el sistema de automatización.
- Riesgos de seguridad para el operador, en los micros de seguridad dañados o desajustados permiten la operación con puertas abiertas, representando un peligro para el personal.

Objetivos

Objetivo general

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de inyección Engel y sus periféricos, con el propósito de garantizar su correcto funcionamiento, reducir tiempos muertos, optimizar la eficiencia productiva y asegurar la calidad de las piezas moldeadas, mediante la inspección, limpieza, ajuste, calibración y verificación periódica de sus componentes eléctricos, mecánicos e hidráulicos.

Objetivos específicos

- Detectar y corregir desgastes en los sistemas de inyección, cierre, control y sus periféricos.
- Prolongar la vida útil de los equipos y sus componentes críticos, reduciendo los costos de mantenimiento correctivo.
- Garantizar la seguridad del personal técnico y operativo, mediante la revisión y prueba de los micros de seguridad y sistemas de protección.

Justificación

El mantenimiento preventivo de las máquinas y sus periféricos constituye una actividad esencial dentro del proceso de producción, ya que estos equipos trabajan bajo condiciones extremas de presión, temperatura y precisión, lo que los hace altamente susceptibles a desgastes, fallas mecánicas y eléctricas si no se atienden de manera oportuna.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo permite garantizar la continuidad operativa, evitando paros inesperados que afectan a la productividad, la calidad de los productos y los costos de operación. Al realizar inspecciones periódicas, limpieza, lubricación, calibración y ajustes en los sistemas de inyección, cierre, y en la seguridad, se logra la integridad de los equipos, reduce la frecuencia de fallas y se prolonga la vida útil de sus componentes.

Además, este tipo de mantenimiento contribuye significativamente a mantener la estabilidad de los parámetros de producción, asegurando que las piezas fabricadas cumplan con los estándares requeridos. Del mismo modo, mejora la eficiencia energética y evita pérdidas de material, sobrecalentamientos o fugas hidráulicas.

Otro aspecto fundamental es la seguridad del personal operativo. El mantenimiento preventivo permite comprobar el correcto funcionamiento de los micros de seguridad, sistemas eléctricos y protecciones mecánicas, minimizando los riesgos de accidentes laborales y garantizando el cumplimiento de las normas establecidas en materia de seguridad.

.

Marco teórico

Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades técnicas, administrativas y de gestión que tienen como objetivo preservar o restaurar el funcionamiento óptimo de equipos, máquinas e instalaciones. Su propósito principal es prevenir fallas, minimizar paros no programados y garantizar la continuidad operativa de los procesos productivos, manteniendo al mismo tiempo la seguridad, calidad y eficiencia energética.

El mantenimiento no solo se limita a reparar averías, sino que también busca anticiparse a ellas, a través de inspecciones, diagnósticos, ajustes y sustitución de componentes antes de que ocurra un fallo crítico.

En el contexto de la industria del moldeo por inyección de plásticos, el mantenimiento adquiere un papel esencial debido a las exigentes condiciones de operación que involucran alta presión, temperatura y precisión.

Tipos de mantenimiento

El mantenimiento correctivo consiste en restaurar el funcionamiento de un equipo o sistema una vez que ha ocurrido una falla. Es una intervención reactiva cuyo objetivo es devolver la operatividad en el menor tiempo posible.

Características técnicas

- No requiere planificación previa.
- Se ejecuta tras la detección de una avería o anomalía funcional.
- Involucra actividades de diagnóstico, sustitución de piezas y pruebas de verificación.
- Puede clasificarse en correctivo inmediato (reparación urgente) o planificado (posterior a la evaluación de impacto).

Ventajas

- No demanda un programa de inspección previo.
- Puede ser viable en equipos de bajo impacto operativo.
- Permite aplicar soluciones rápidas en emergencias.

Desventajas

- Provoca paros imprevistos en la producción.
- Genera altos costos por reparaciones urgentes y pérdida de productividad.
- Puede causar daños colaterales en otros componentes.
- Reduce la vida útil de los equipos.

Ejecución

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo siguiendo un procedimiento técnico que incluye:

- Diagnóstico de la falla mediante análisis de causa raíz.
- Desenergización y aislamiento del equipo afectado.
- Sustitución o reparación de los componentes defectuosos.
- Pruebas funcionales para validar el restablecimiento del sistema.
- Registro técnico de la intervención y análisis de frecuencia de fallas.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de forma planificada y periódica con el objetivo de prevenir fallas antes de que ocurran, mediante inspecciones, limpiezas, lubricación, ajustes y sustituciones programadas de componentes.

Características técnicas

- Se basa en un programa calendarizado conforme a horas de operación, ciclos o condiciones de uso.
- Requiere de manuales técnicos, hojas de mantenimiento y registros históricos.

- Involucra el control sistemático de variables como temperatura, presión, vibración, consumo energético y nivel de lubricante.

Ventajas

- Disminuye la probabilidad de fallas inesperadas.
- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad operativa de los equipos.
- Permite planificar recursos (personal, refacciones y tiempos de paro).
- Prolonga la vida útil de los activos.
- Mejora la seguridad del personal al minimizar riesgos de fallos críticos.

Desventajas

- Implica costos iniciales por materiales y tiempo de inactividad programado.
- Requiere planificación rigurosa y seguimiento documental.
- Si no se ejecuta correctamente, puede derivar en sobre mantenimiento o en actividades innecesarias.

Ejecución

- Planificación y análisis de fallas críticas.
- Inspección visual y funcional de componentes eléctricos, mecánicos e hidráulicos.
- Lubricación, limpieza, ajuste y calibración según el cronograma.
- Sustitución preventiva de piezas con desgaste previsible.
- Registro documental y análisis de resultados para retroalimentar el plan.

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se fundamenta en la monitorización continua del estado del equipo mediante instrumentos de medición y análisis que permiten detectar fallas incipientes antes de que se manifiesten.

Características técnicas

- Utiliza tecnologías de diagnóstico como análisis de vibraciones, termografía infrarroja, ultrasonido, análisis de aceite y monitoreo eléctrico.
- Permite determinar el momento óptimo para intervenir sin detener el proceso productivo.

Ventajas

- Reduce costos operativos al intervenir solo cuando es necesario.
- Optimiza el tiempo de mantenimiento y la disponibilidad del equipo.
- Evita fallas catastróficas mediante detección temprana.
- Favorece una mayor precisión en la planificación del mantenimiento.

Desventajas

- Requiere inversión en tecnología de monitoreo y personal especializado.
- Demanda análisis constante de datos para interpretar tendencias.
- Puede ser difícil de implementar en equipos antiguos o sin instrumentación adecuada.

Ejecución

- Instalación de sensores y equipos de monitoreo.
- Recolección y análisis de datos en tiempo real.
- Determinación de parámetros críticos y umbrales de alarma.
- Intervención dirigida cuando se detecten valores fuera de norma.
- Evaluación de resultados y ajuste de la estrategia predictiva.

Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo tiene como objetivo identificar, analizar y eliminar las causas raíz que originan fallas o pérdidas de eficiencia, buscando mejorar permanentemente la fiabilidad del sistema.

Características técnicas

- Se apoya en metodologías de análisis de fallas como RCA (Root Cause Analysis), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) y TPM (Total Productive Maintenance).
- Involucra tanto a personal técnico como operativo.

Ventajas

- Elimina definitivamente los problemas recurrentes.
- Incrementa la eficiencia global del equipo (OEE).
- Fomenta la mejora continua y la cultura de mantenimiento autónomo.

Desventajas

- Requiere alto nivel técnico y analítico.
- Su implementación puede ser más lenta y costosa inicialmente.

Ejecución

- Análisis de datos históricos de fallas y causas repetitivas.
- Determinación de causa raíz.
- Implementación de mejoras técnicas o de diseño.
- Verificación del impacto positivo en los indicadores de desempeño.

Tabla 1. Resumen general de tipos de mantenimiento.

Tipo de mantenimiento	Enfoque	Cuando se aplica	Costo inicial	Riesgo de paro	Objetivo principal
Correctivo	Reactivo	Después de la falla	Bajo	Alto	Reparar rápidamente
Preventivo	Programado	Antes de la falla	Medio	Bajo	Evitar fallas futuras
Predictivo	Basado en condición	Según el estado real	Alto	Muy bajo	Predecir fallas
Proactivo	Mejora continua	Después de análisis	Medio-alto	Muy bajo	Eliminar causas raíz

Elaboración propia con la información obtenida, 2025.

El mantenimiento preventivo se elige como estrategia principal para las máquinas de inyección Engel debido a las condiciones críticas de operación, el alto valor de sus componentes, la precisión requerida en el proceso y la necesidad de garantizar la continuidad y calidad de la producción.

Las máquinas Engel están diseñadas con tecnología de alta precisión en sus sistemas hidráulicos, eléctricos y de control, los cuales trabajan bajo condiciones extremas de presión, temperatura y ciclos continuos. Por lo tanto, una falla inesperada no solo representa un riesgo para la integridad del equipo, sino también pérdidas económicas considerables derivadas del tiempo de paro, desperdicio de material y afectación en la calidad de las piezas producidas.

Razones técnicas para elegir mantenimiento preventivo

Alta precisión y sensibilidad del sistema de inyección

Las máquinas Engel utilizan husillos, boquillas y válvulas de control que requieren condiciones específicas de temperatura y presión. Una desviación mínima puede alterar la viscosidad del polímero y generar defectos en las piezas.

Reducción de paros no programados

Dado que estas máquinas operan de manera continua en entornos productivos de alta demanda, un paro inesperado puede afectar significativamente la productividad.

Protección de sistemas hidráulicos y eléctricos

Las maquinas Engel integra sistemas hidráulicos de precisión y controles electrónicos avanzados. La revisión periódica de filtros, sellos, presiones, conexiones eléctricas y sensores evita fugas, sobrecalentamientos o cortocircuitos.

Extensión de la vida útil de componentes críticos

La lubricación, limpieza y calibración regular de elementos móviles (como guías, cilindros y husillos) previene el desgaste prematuro y prolonga la vida útil del equipo, reduciendo los costos a largo plazo.

Cumplimiento de normativas y estándares industriales

Engel es una marca que cumple con estrictos estándares de calidad (como ISO 9001 y CE), los cuales recomiendan el mantenimiento preventivo como práctica para asegurar la trazabilidad y fiabilidad del proceso productivo.

Ventajas

- Aumenta la disponibilidad y productividad de la planta.
- Minimiza los costos derivados de reparaciones mayores o de emergencia.
- Optimiza el consumo energético al mantener los sistemas en condiciones óptimas.
- Reduce el desperdicio de material y el tiempo de ajuste.
- Contribuye a la seguridad del personal técnico y operativo.
- Mejora la estabilidad del proceso y la calidad del producto final.

En la industria del plástico, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo ampliamente utilizado para la fabricación de piezas con alta precisión y repetitividad. Este proceso consiste en inyectar un polímero en este caso será pellets mezclado con fibra de vidrio o algunas otras mezclas, que será fundida en la UI y inyectada a un molde cerrado, a través de una boquilla que regula la salida del material hacia el molde. Una vez dentro, el material se enfría y solidifica tomando la forma de la cavidad del molde. Finalmente, el molde se abre y la pieza terminada se expulsa para iniciar un nuevo ciclo.

Para poder garantizar una explicación de manera eficiente es fundamental conocer las partes esenciales de una máquina de inyección Engel, ya que cada una cumple una función específica dentro del proceso de moldeo. Estas partes son las más esenciales.

Recibidor de materiales

Esta sección se encarga de recibir y almacenar los pelles en una tolva que posteriormente será transportado hacia la unidad de inyección mediante un sistema

Tipos de fallas que pueden presentar

- Falla en el sistema de secado.
- Filtros de aire sucios en el deshumidificador.
- Fallo en el sistema de succión o vacío por filtros saturados o fugas de aire.

Unidad de inyección (UI)

La UI es una máquina de extrusión con un solo husillo que gira para fundir y homogeneizar el material, también se compone de un cilindro calefactor con resistencias y sensores que mantienen la temperatura controlada, por último cuenta con una boquilla que regulara la salida de material ya fundido. La función principal de la UI es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero.

Tipos de fallas que puede presentar

- Desgaste del husillo.
- Fugas en el sistema hidráulico de inyección.
- Válvula check dañada o sucia.
- Obstrucción parcial en la boquilla.

Unidad de cierre

Es una prensa hidráulica o mecánica que se compone principalmente de una placa fija que se encuentra unida al bastidor de la máquina y una placa móvil que se desplaza hacia adelante y hacia atrás mediante un sistema hidráulico o mecánico y cuenta con un sistema de expulsión

que tiene la función de retirar la pieza moldeada una vez que ha solidificado, su correcto funcionamiento asegura la extracción de la pieza sin dañarla ni deformarla.

La unidad de cierre es una de las secciones más importantes de la máquina de inyección, ya que se encarga de mantener el molde cerrado herméticamente durante la inyección del polímero fundido y de abrirlo al finalizar el ciclo para permitir la expulsión de la pieza moldeada. Su función principal es contrarrestar la fuerza de presión ejercida por el material fundido dentro del molde, garantizando que no haya fugas ni deformaciones en la pieza final.

Tipos de fallas más comunes

- Fugas hidráulicas en cilindros o conexiones por sellos deteriorados.
- Desalineación de placas o guías por falta de lubricación o desgaste.
- Rebabas en piezas por fuerza de cierre insuficiente o fallas en válvulas.

Sistema de control eléctrico

Es el que coordina y supervisa todas las funciones de la máquina, se compone principalmente de un tablero de control principal que cuenta con drivers o con un PLC (Controlador Lógico Programable), una pantalla HMI (interfaz hombre máquina), donde se monitorea y ajusta parámetros del proceso y por último se compone de sensores de presión, temperatura y posición, que garantizan el funcionamiento preciso de cada etapa.

Además de los componentes principales, las máquinas Engel cuentan con equipos periféricos que apoyan el proceso de moldeo, asegurando estabilidad térmica y seguridad operativa, los que más se utilizan en estas máquinas son:

Termorreguladores de agua

Son equipos periféricos esenciales en el proceso de moldeo por inyección, cuya función principal es mantener la temperatura del molde dentro de un rango óptimo de operación. Esto se logra mediante la circulación continua de agua a través de canales internos en el molde, asegurando una transferencia de calor eficiente.

Un control térmico adecuado garantiza la estabilidad dimensional de la pieza, la calidad superficial y la reducción del tiempo de ciclo. Si la temperatura del molde varía fuera de los parámetros establecidos, pueden presentarse defectos como alabeo, hundimientos, mala apariencia superficial o rechupes.

Funciona de la siguiente manera el termorregulador bombea agua caliente o fría a través del molde, monitoreando constantemente la temperatura mediante sensores térmicos. Cuando la temperatura baja del valor programado, las resistencias eléctricas internas se activan para calentar el fluido. En cambio, si la temperatura excede el límite superior, el sistema abre una válvula de enfriamiento que introduce agua fría, manteniendo el equilibrio térmico.

Sus componentes principales son:

- Bomba de recirculación.
- Resistencias eléctricas de calefacción.
- Intercambiador o serpentín de enfriamiento.
- Sensores de temperatura en este caso es un termopar.
- Controlador digital de temperatura.
- Válvulas de control y drenaje.

Fallas que pueden presentar;

- Obstrucción en los canales del molde o líneas de agua.
- Fugas en conexiones o válvulas.
- Fallo en la bomba o resistencias.

Flujómetro

Son dispositivos encargados de medir y regular el caudal del agua que circula por los canales del molde o los sistemas de refrigeración. Su función es fundamental para garantizar que cada circuito del molde reciba el flujo necesario para mantener la temperatura uniforme durante el ciclo de inyección.

Un flujo insuficiente o desequilibrado puede provocar zonas calientes, defectos de llenado, deformaciones en las piezas o tiempos de enfriamiento excesivos, lo que disminuye la productividad.

Su funcionamiento se basa en el fluido que pasa por el cuerpo del flujómetro, elevando un flotador proporcional al caudal.

Fallas más comunes:

- Acumulación de sarro o residuos en los conductos.
- Desgaste o bloqueo del flotador.

Micros de seguridad de puertas

Los micros de seguridad o interruptores de puerta son dispositivos electromecánicos o electrónicos diseñados para detectar la posición de las protecciones o puertas móviles de la máquina de inyección, evitando su funcionamiento mientras las protecciones estén abiertas. Su principal objetivo es garantizar la seguridad del operador y prevenir accidentes durante la operación, el ajuste o el mantenimiento.

Estos micros están conectados al sistema de control eléctrico, de modo que si una puerta está abierta, el sistema bloquea automáticamente los movimientos peligrosos como el cierre del molde o la inyección del material fundido.

Tipos más comunes:

- Micros de seguridad mecánicos: operan mediante un actuador físico (palanca o émbolo).
- Interruptores codificados de seguridad: ofrecen mayor protección, utilizados en máquinas modernas Engel con sistemas electrónicos avanzados.

Fallas más comunes:

- Daño por desgaste mecánico o suciedad.
- Desajuste en el actuador o pérdida de calibración.
- Cables sueltos o conectores deteriorados.

En la industria del moldeo por inyección de plásticos, se requiere de un mantenimiento preventivo ya que es fundamental en las máquinas de inyección Engel, como se mencionó antes hay algunas fallas muy recurrentes tanto en la maquina como en sus periféricos ya que trabajan bajo condiciones de alta presión, temperatura y precisión, por lo que un fallo puede representar pérdidas.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas destinadas a inspeccionar, limpiar, ajustar, lubricar y reemplazar componentes de una máquina antes de que ocurra una falla. Su principal objetivo es garantizar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos industriales, reduciendo los tiempos muertos y los costos derivados de reparaciones correctivas.

Al implementar un programa bien estructurado de mantenimiento en máquinas de inyección Engel no solo mejora la productividad, sino que también reduce los costos asociados a reparaciones correctivas y paros no programados. Asimismo, garantiza un entorno de trabajo más seguro, al mantener en óptimas condiciones la maquina y sus periféricos los cuales son fundamentales para el correcto funcionamiento del proceso.

MTBF (Tiempo Medio Entre Fallos)

El MTBF mide la duración media de tiempo que un sistema o componente opera antes de experimentar una falla.

- Importancia: Ayuda a evaluar la confiabilidad de un sistema y a planificar el mantenimiento preventivo.

- Cálculo: Se calcula dividiendo el tiempo total de funcionamiento entre el número total de fallas.
- Interpretación: Un MTBF alto indica que el sistema es más confiable, mientras que un MTBF bajo indica que el sistema es más propenso a fallar.

MTTR (Tiempo Medio de Reparación)

El MTTR mide el tiempo promedio que tarda en repararse un sistema o componente después de una falla.

- Importancia: Ayuda a minimizar el tiempo de inactividad del sistema y a evaluar la eficiencia de las reparaciones.
- Cálculo: Se calcula dividiendo el tiempo total de reparación entre el número total de reparaciones.
- Interpretación: Un MTTR bajo indica que las reparaciones se realizan rápidamente, mientras que un MTTR alto indica que las reparaciones pueden ser más lentas.

Diferencia clave:

El MTBF se centra en la confiabilidad (tiempo entre fallos), mientras que el MTTR se centra en la eficiencia de reparación (tiempo para reparar).

Ambas métricas son cruciales para evaluar la disponibilidad y la eficiencia operativa de un sistema.

Usar ambas métricas permite a los técnicos de mantenimiento optimizar el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo para minimizar el tiempo de inactividad y los costos asociados.

Desarrollo

Este plan de mantenimiento se enfoca en diversas áreas de la máquina como en unidad de inyección (UI), tableros de control, flujómetros (también conocidos como rotámetros),

micros de seguridad, y termorreguladores de agua, las cuales deben funcionar en sincronía para asegurar la estabilidad del proceso.

Conocimiento completo de la empresa

Antes de iniciar con el plan de mantenimiento, es fundamental tener un conocimiento básico de la empresa en el área de interés y sus procesos, incluyendo operación de las máquinas, conocer las normas de seguridad y por último conocer su registro histórico de fallas y mantenimiento previo.

El área de interés es mantenimiento y servicios de máquinas de inyección, también conocido como MPO servicios.

Esto va a permitir planificar acciones preventivas de manera eficiente y minimizar tiempos muertos.

Fecha de inicio de plan de mantenimiento

Se determina una fecha de inicio clara junto con el personal a cargo del área para el plan de mantenimiento, tomando en cuenta la programación de producción, la fecha estipulada va permitir llevar un control de cumplimiento y se establecerá un calendario periódico para mantenimientos.

La fecha estipulada para el inicio de plan preventivo es la tercera semana de agosto, con más exactitud el día lunes 18 de agosto del 2025.

Una vez determinada la fecha de inicio del plan de mantenimiento se ejecutarán las siguientes acciones en la máquina de inyección Engel.

Medidas de seguridad antes de iniciar el mantenimiento

Antes de comenzar cualquier actividad de mantenimiento preventivo en cualquier máquina, es fundamental garantizar la seguridad tanto del personal técnico como de la maquinaria, con el fin de evitar accidentes, daños materiales o fallas eléctricas y mecánicas.

Primero, se deberá asegurar que la máquina haya finalizado completamente su ciclo de trabajo, evitando que quede presión o material fundido dentro del sistema. Posteriormente, se verificará que las resistencias, el motor principal estén completamente apagados. Una vez hecho esto se aplicará el procedimiento de bloqueo y etiquetado (Lock Out, imagen 1), asegurando que ningún operador pueda encender la máquina mientras se realiza el mantenimiento.



Imagen 1. Lock Out procedimiento de bloqueo y etiquetado, Eugen Wexler, 2025.

Además, se deberán utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado como guantes dieléctricos, lentes de seguridad, calzado industrial y ropa de mezclilla o tyvek para evitar quemaduras. imagen 2



Imagen 2. Equipo de protección (EPP) por amigo safety de <https://blog.amigosafety.com>,2025.

Colocar señalizaciones de mantenimiento en proceso para advertir al resto del personal en la se logra ver el señalamiento imagen 3.



Imagen 3. Señalamiento de mantenimiento, Eugen Wexler, 2025.

Usar herramientas aisladas y en buen estado para evitar descargas o daños en conexiones eléctricas imagen 4.



Imagen 4. Herramientas para electricidad de <https://www.amazon.com.mx/FESA-herramientas-aisladas-electricista-destornilladores>, 2025.

Una vez cumplidos estos pasos, el personal del área podrá tomar el área de interés y proceder con las tareas específicas de mantenimiento, garantizando un entorno de trabajo seguro y controlado tanto para el operario como para la máquina.

Mantenimiento preventivo al área de unidad de inyección (UI)

La UI es una de las secciones más importantes de la máquina de inyección Engel imagen 5, esta esta encargada de fundir, homogeneizar e inyectar el material en este caso pellets fundidos dentro del molde. Su correcto funcionamiento garantiza la calidad, el acabado y la estabilidad del proceso de producción.

Esta unidad trabaja a altas temperaturas y presiones, es fundamental aplicar un mantenimiento preventivo regular para prevenir fallas mecánicas, eléctricas e hidráulicas, así como evitar pérdidas de material y tiempos muertos en la producción.



Imagen 5.Unidad de inyección (UI) de maquina 48, Eugen Wexler, 2025.

Para hacer este mantenimiento se hará las siguientes actividades.

Se hace limpieza general del sistema de inyección como retirar residuos de pellets fundidos en la boquilla, corona y zona de husillo imagen 6 y imagen 7.



Imagen 6.Corona sucia de maquina 47, Eugen Wexler, 2025



Imagen 7. Corona limpia de maquina 47, Eugen Wexler 2025.

Inspección del husillo en esta parte se revisa el desgaste en el husillo, válvula check y se comprueba el libre desplazamiento del husillo en todo su recorrido. Imagen 8



Imagen 8. Zona de husillo de maquina 40, Eugen Wexler, 2025

Verificación del sistema de calentamiento, se revisa resistencias eléctricas esto por lo generalmente se logra apreciar en la interfaz HMI donde dará información a que temperatura trabaja cada resistencia imagen 9, imagen 10 e imagen 11.

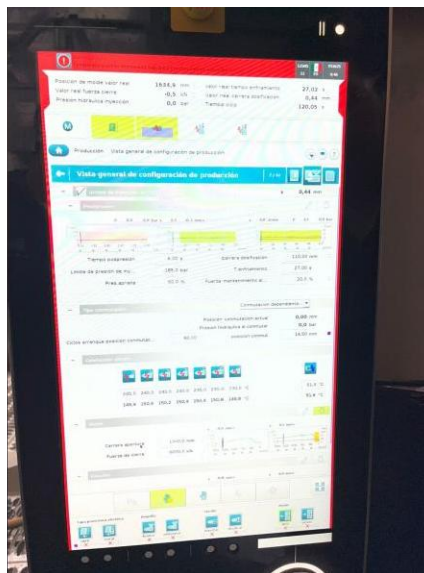


Imagen 9. Interfaz HMI parámetros de temperatura maquina 48, Eugen Wexler, 2025.



Imagen 10. Resistencia dañada de maquina 45, Eugen Wexler, 2025



Imagen 11. Resistencia en buen estado, Eugen Wexler, 2025

Inspección del sistema hidráulico se revisa que no existan fugas de aceite y agua en mangueras o tuberías y si existe se sustituye tubería o mangueras imagen 12.



Imagen 12. Mangueras de agua y aceite de maquina 48, Eugen Wexler, 2025

Lubricación de componentes móviles consiste en aplicar grasa industrial a rieles, guías y acoples móviles y se comprueba que los movimientos de avance y retroceso de la UI sean suaves figura 13.



Imagen 13. lubricación a partes móviles de UI de maquina 48, Eugen Wexler, 2025

Pruebas funcionales finales se enciende la máquina y se verifica tiempos de plastificación e inyección estos pueden variar de acuerdo con el tipo de pieza tamaño y material, pero va de los 32 segundos a 75 segundos aproximadamente, también se comprueba que la presión y la velocidad de inyección sean estables y se asegura que no existan vibraciones o ruidos anormales durante el ciclo imagen 14.

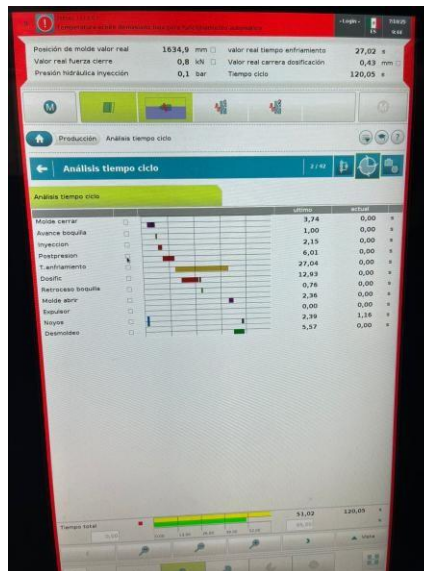


Imagen 14. Interfaz HMI mostrando ciclos de tiempo y función maquina 46, Eugen Wexler 2025

Mantenimiento preventivo a tableros de control

Los tableros de control en las máquinas de inyección son el centro nervioso del sistema, ya que concentran los dispositivos eléctricos, electrónicos que permiten controlar cada parámetro del proceso como temperatura, presión, seguridad y comunicación entre módulos, imagen 15.

El mantenimiento preventivo en esta área es esencial para garantizar la continuidad operativa, evitar fallas y prolongar la vida útil de los componentes electrónicos.



Imagen 15. Tableros de control de maquina 45, Eugen Wexler, 2025

Inspección visual y limpieza general, se retirar polvo, pellets o residuos del interior del gabinete mediante aire seco o aspiradora, también se limpia tarjetas electrónicas y componentes sensibles con compuklin que es un spray dieléctrico para evitar cortocircuitos imagen 16.



Imagen 16. Limpieza a tableros de control 45, Eugen Wexler, 2025

Revisión de conexiones eléctricas se comprueba el ajuste y apriete de tornillos en bornes, fusibles, contactores, relés y terminales y se revisa el estado físico de los conductores, buscando signos de sobrecalentamiento o daño imagen 17.



Imagen 17. Componentes fijos maquina 45, Eugen Wexler,2025

Verificación de dispositivos de protección, se comprueba el correcto funcionamiento de fusibles, disyuntores y relevadores térmicos mediante un multímetro o amperímetro con la opción de continuidad para verificar que no están quemados imagen 18.



Imagen 18. Fusible de refacción de protección, Eugen Wexler, 2025.

Verificación del entorno del tablero se verifica que el tablero esté correctamente sellado y con filtros adecuados para una ventilación adecuada y también se tiene que evitar acumulación de polvo o humedad externa que pueda afectar los componentes imagen 19 y 20.



Imagen 19. Filtro sucio de tablero de control maquina 45, Eugen Wexler, 2025.



Imagen 20 Filtro limpio de tablero de control maquina 45, Eugen Wexler, 2025.

Mantenimiento preventivo a micros de seguridad

Los micros de seguridad o interruptores de seguridad son componentes esenciales en las máquinas de inyección, ya que impiden el funcionamiento del equipo cuando las puertas o cubiertas protectoras están abiertas imagen 21.

Su función principal es garantizar la seguridad del operador y proteger la máquina ante un mal uso o una intervención indebida durante el ciclo de inyección. Un mal funcionamiento de estos dispositivos puede provocar accidentes o daños mecánicos graves.



Imagen 21 Micro de seguridad maquina 46, Eugen Wexler, 2025.

Actividades de mantenimiento preventivo

Inspección visual general se revisar todos los micros de seguridad instalados en puertas, cubiertas y áreas de acceso y verificar que los actuadores y palancas no presenten deformaciones, suciedad o desgaste, también se comprueba que las carcassas estén firmemente sujetas y libres de humedad o residuos imagen 22.



Imagen 22. Micro de seguridad sucio, maquina. 47, Eugen Wexler, 2025.

Limpieza se limpian los actuadores y contactos con conpuklin que es un spray dieléctrico para eliminar polvo, grasa o residuos imagen 22

Pruebas de funcionamiento se abre y se cierra las puertas o protecciones para comprobar que el micro interrumpa el circuito correctamente al detectar la apertura, también se puede simular condiciones de operación para verificar que el sistema de control detenga la máquina cuando un micro es activado y por último se tiene que confirmar que no existan tiempos de respuesta lentos ni falsos contactos imagen 23.



Imagen 23. Micro de seguridad maquina 42, Eugen Wexler, 2025.

Sustitución de componentes se reemplazará los micros que cuenten con daños visibles, piezas sueltas, contactos quemados o pérdida de sensibilidad figura 24, para esto se tendrá que utilizar repuestos originales Engel o equivalentes certificados para mantener la integridad del sistema de seguridad.



Imagen 24. Micro de seguridad dañado maquina 44, Eugen Wexler, 2025.

Mantenimiento preventivo a flujómetros

Los flujómetros o rotámetros son instrumentos esenciales en las máquinas de inyección y sus periféricos, ya que permiten medir, regular y monitorear el flujo de agua de enfriamiento que circula a través de los canales del molde imagen 25.

Un flujómetro obstruido o dañado, puede provocar enfriamientos inefficientes, defectos dimensionales, aumento en el tiempo de producción o paros no programados



Imagen 25. Flujómetros o rotámetros maquina 41, Eugen Wexler,2025

Actividades del preventivo

Inspección visual general se revisa que el cuerpo del flujómetro no tenga fisuras, manchas, incrustaciones o fugas, también se verificar que las conexiones de entrada y salida estén firmes y sin goteos y por último se comprueba que el flotador se desplace libremente dentro del tubo imagen 26.



Imagen 26. Flujómetro sucio maquina 41, Eugen Wexler, 2025

Limpieza del sistema se desmonta cuidadosamente el flujómetro y limpiar el tubo transparente con agua limpia y swipe imagen 27.



Imagen 27. Flujómetro desarmado de maquina 41, Eugen Wexler, 2025

Verificación del flujo se conecta el sistema y se deja circular agua limpia para verificar que el flotador suba y baje correctamente según el caudal, después de esto se ajusta el caudal de agua según las especificaciones del molde o del proceso se confirma que las lecturas en el tubo sean visibles, estable imagen 28.

Revisión de conexiones por último se verifica que las mangueras, niples, válvulas y conexiones rápidas, no existan fugas y si existe se tendrá que sustituir.



Imagen 28. Flujómetros limpios y funcionando maquina 41, Eugen Wexler, 2025

Mantenimiento Preventivo a termorregulador de agua GWK

El termorregulador de agua GWK es un periférico esencial en las máquinas de inyección, encargado de mantener la temperatura del molde dentro de un rango específico durante el proceso de inyección imagen 29. Este dispositivo trabaja mediante la circulación de agua caliente o fría a través de los canales del molde, garantizando una temperatura constante que permite una óptima calidad superficial, estabilidad dimensional y reducción de tiempos de ciclo.

Un termorregulador en mal estado puede generar variaciones térmicas que ocasionen deformaciones, marcas, rebabas, contracciones irregulares o defectos de apariencia en las piezas moldeadas. Además, el mal funcionamiento de sus bombas, resistencias o sensores puede ocasionar sobrecalentamientos, paros no programados o daños al sistema.



Imagen 29. Termo regulador de agua GWK de maquina 43, Eugen Wexler, 2025

Actividades de mantenimiento preventivo

Inspección visual y general se revisa el estado exterior del termorregulador como carcasa, panel de control, conexiones y cableado, también se verifica que no existan fugas de agua, en las conexiones.

Revisión de sistema eléctrico y de control se comprueba el estado del cableado, fusibles, relevadores y terminales eléctricos y también se revisa el funcionamiento del panel de control, pantallas LED, botones y alarmas figura 30.



Imagen 30. Cableado y control interno de termorregulador GWK, Eugen Wexler, 2025

Mantenimiento al sistema hidráulico se limpia los filtros de agua para eliminar sedimentos o partículas, también se comprueba el estado de la bomba, verificando que no presente ruidos anormales ni fugas por el sello mecánico y por último se revisa la presión de trabajo y caudal de la bomba imagen 31, 32 y 33.



Imagen 31 . Filtro limpio, Eugen Wexler, 2025.



Imagen 32. Filtro sucio, Eugen Wexler, 2025



Imagen 33 . Bomba levantando presión de agua, Eugen Wexler, 2025.

Verificación del sistema térmico se revisar que el funcionamiento de las resistencias eléctricas de calentamiento funcione de lo contrario se cambian o se limpian depende el estado en el que se encuentre imagen 34 y 35.

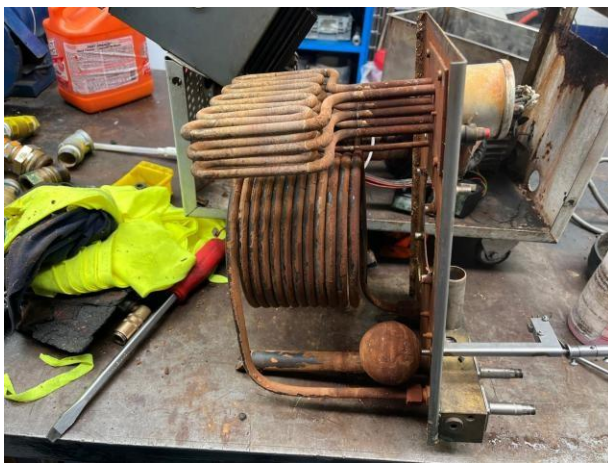


Imagen 35. Resistencias y válvulas solenoides sucias, Eugen Wexler, 2025.



Imagen 34 Resistencias y válvulas solenoides limpias, Eugen Wexler, 2025

Limpieza interna y desincrustación se realiza una limpieza química interna con productos desincrustantes para eliminar sarro o depósitos minerales y se enjuaga completamente el sistema con agua limpia para evitar residuos químicos imagen 36 y 37.



Imagen 36. Tanque de agua sucio, Eugen Wexler, 2025.



Imagen 37. Tanque de agua limpio, Eugen Wexler, 2025.

Prueba de funcionamiento se enciende el termostato y se monitorea su desempeño durante al menos 30 minutos, se verifica que el equipo alcance y mantenga la temperatura programada sin fluctuaciones significativas y por último se verifica los valores de presión y temperatura imagen 38.



Imagen 38. Termorregulador de agua funcionando de maquina 42, Eugen Wexler, 2025.

Con el fin de asegurar la correcta documentación y trazabilidad de todas las actividades realizadas durante los mantenimientos preventivos, se implementa una plantilla estandarizada. Esta plantilla permitirá llevar un registro ordenado, uniforme y verificable de cada procedimiento, tal como se observa en las imágenes anteriores.

Contar con una plantilla establecida asegura que todas las actividades se realicen siguiendo un orden lógico y sistemático, evitando omisiones y facilitando la evaluación del estado de la máquina y sus periféricos. Además, permite documentar de manera clara las condiciones iniciales, las acciones realizadas, los hallazgos detectados y los resultados obtenidos al finalizar el servicio.

Genero:

Responsable:

Fecha programada: 04.10.25

Reviso:

Duración aproximada (min): 570

Autorizo:

Fecha real:

N° vale:

Tiempo real (min):

N° parte:

liberación del usuario:

01MI48 – MAQUINA DE INYECCION ENGEL DUO 12060/2300

localización: MPO

Color de tarjeta _____

Equipo padre 01MI48 – MAQUINA DE INYECCION ENGEL DUO 12060/2300

Actividades rutinarias

Lubricación. Unidad de cierre: Lubricar la placa expulsora

Comentario

.....
.....

Lubricación. Unidad de cierre: Lubricar los patines de deslizamiento

Comentario

.....
.....

Lubricación. Nivel de aceite: Verificar visualmente el nivel de aceite. Debe ser mayor al 80%

Comentario

.....
.....

Lubricación. Unidad de inyección: Lubricar patines de deslizamiento y unidad de dosificación.

Comentario

.....
.....

Seguridad. Revisar funcionamiento y secuencia de micros de seguridad de puertas y guardas.

Comentario

.....
.....

La plantilla presentada corresponde a un plan de mantenimiento preventivo de una máquina de inyección Engel, y constituye un documento esencial para garantizar el funcionamiento seguro, eficiente y continuo del equipo. Su diseño permite estandarizar y documentar todas las actividades rutinarias que deben realizarse de forma periódica, asegurando que los procedimientos de lubricación, inspección y verificación se lleven a cabo de manera ordenada, completa y conforme a las especificaciones del fabricante.

Esta plantilla incluye secciones específicas para registrar la ubicación del equipo, los datos de control interno, las actividades asignadas y los responsables, lo cual facilita su integración dentro del sistema de mantenimiento de la empresa. Asimismo, incluye espacios destinados para comentarios técnicos y observaciones del personal, permitiendo registrar condiciones anormales, desgastes, fallas o acciones correctivas detectadas durante la inspección.

El documento aborda aspectos críticos para el funcionamiento de la máquina, tales como la lubricación de unidades de cierre e inyección, la verificación del nivel de aceite, y la revisión de dispositivos de seguridad, entre los que se incluyen interruptores, micros de seguridad de puertas y resguardos. Estos elementos son indispensables para prevenir fallas mecánicas, evitar paros inesperados y garantizar la seguridad del personal operativo.

Gracias a su estructura, esta plantilla no solo sirve como herramienta de trabajo para los técnicos de mantenimiento, sino que también funciona como evidencia documental del cumplimiento del mantenimiento preventivo programado, mejorando la trazabilidad, la calidad en el registro y la confiabilidad del proceso productivo.

Tabla 2.

Lista de máquinas Engel para mantenimiento preventivo.

Maquina	Componente	Actividad	Realizado
			✓
Maquina 40	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
Maquina 41	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
Maquina 42	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓

Maquina 43	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
Maquina 44	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
Maquina 45	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓

Maquina 46	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
Maquina 47	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓
Maquina 48	Unidad de inyección	Limpieza de boquilla	✓
	Unidad de inyección	Revisión de resistencias	✓
	Unidad de cierre	Lubricación de guías	✓
	Tablero de control	Limpieza dieléctrica	✓
	Flujómetros	Limpieza y calibración	✓
	Micros de seguridad	Prueba funcional	✓
	Termorregulador GWK	Verificación de temperatura	✓

Elaboración propia, 2025.

Resultados

Se empieza con una explicación breve para entender mejor los resultados.

El MTBF mide la duración media de tiempo que un sistema o componente opera antes de experimentar una falla.

- **Importancia:** Ayuda a evaluar la confiabilidad de un sistema y a planificar el mantenimiento preventivo.
- **Cálculo:** Se calcula dividiendo el tiempo total de funcionamiento entre el número total de fallas.
- **Interpretación:** Un MTBF alto indica que el sistema es más confiable, mientras que un MTBF bajo indica que el sistema es más propenso a fallar.

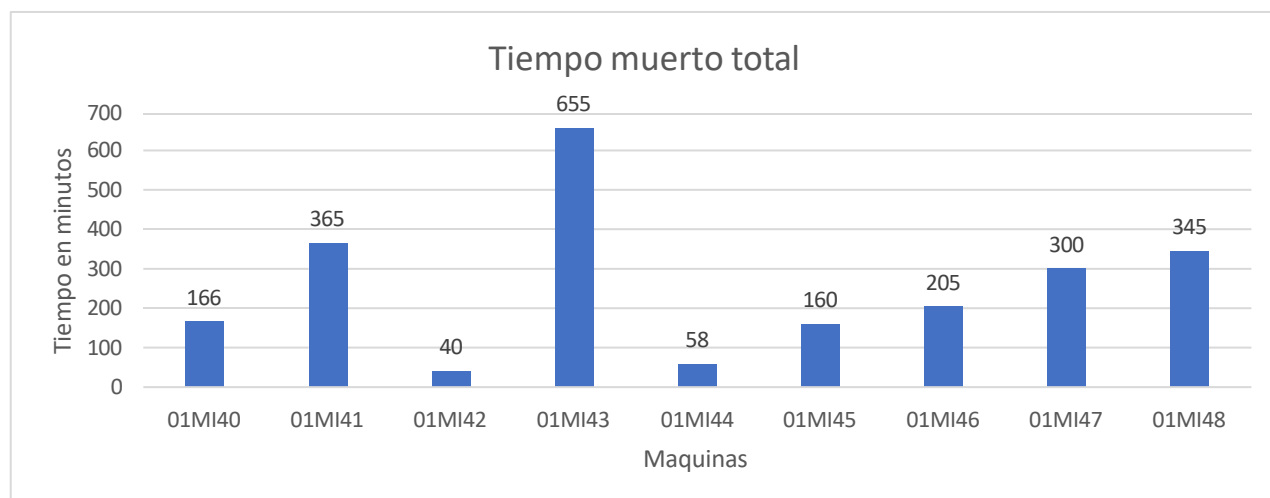
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)

El MTTR mide el tiempo promedio que tarda en repararse un sistema o componente después de una falla.

- **Importancia:** Ayuda a minimizar el tiempo de inactividad del sistema y a evaluar la eficiencia de las reparaciones.
- **Cálculo:** Se calcula dividiendo el tiempo total de reparación entre el número total de reparaciones.
- **Interpretación:** Un MTTR bajo indica que las reparaciones se realizan rápidamente, mientras que un MTTR alto indica que las reparaciones pueden ser más lentas.

Gráfica 1.

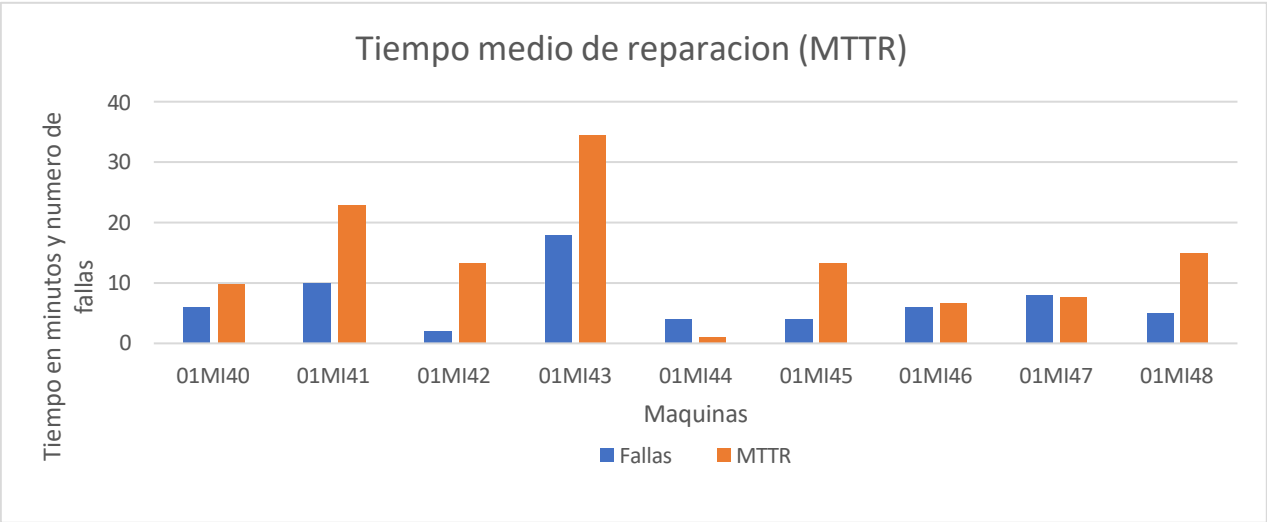
Tiempo muerto semana 35.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 2.

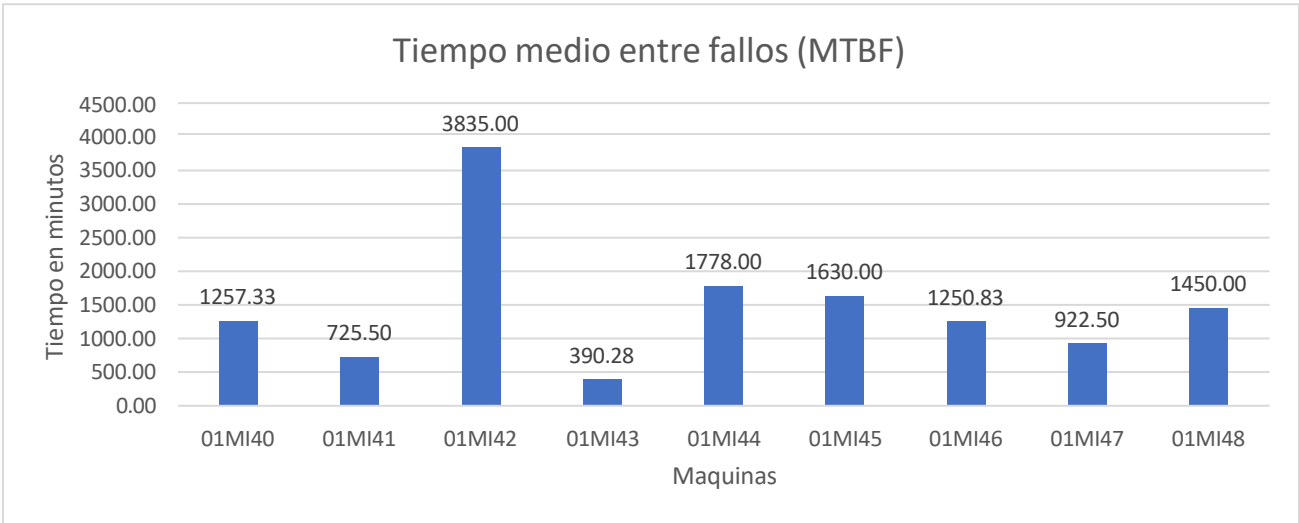
MTTR semana 35.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 3.

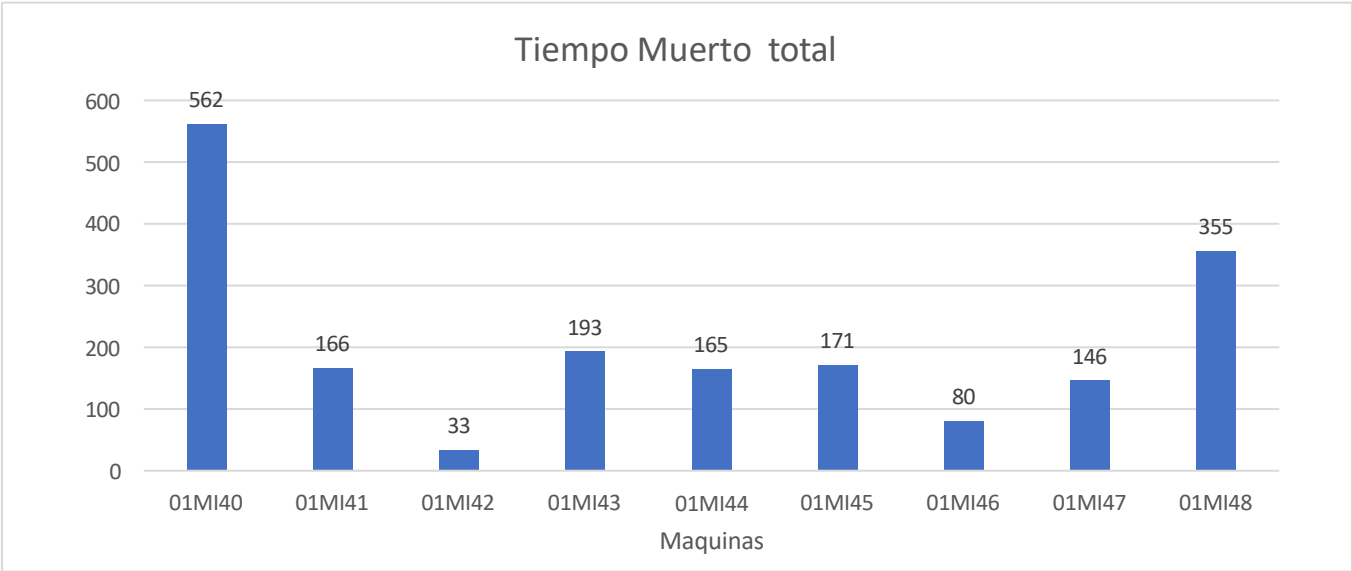
MTBF semana 35



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 4.

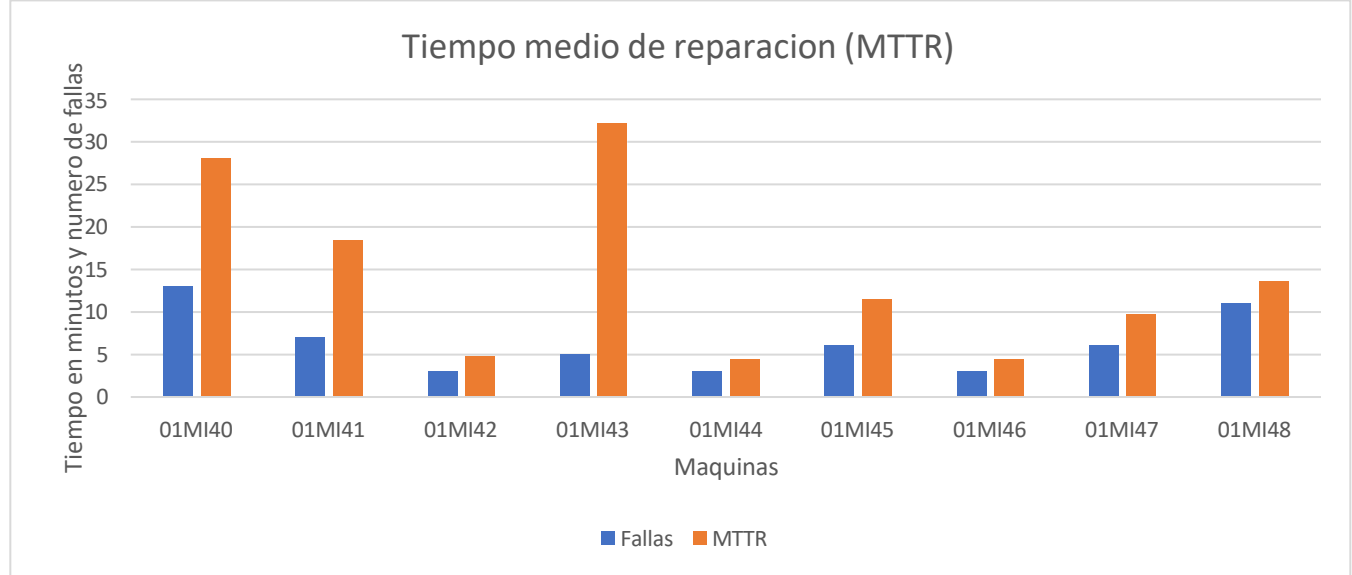
Tiempo muerto semana 36.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 5.

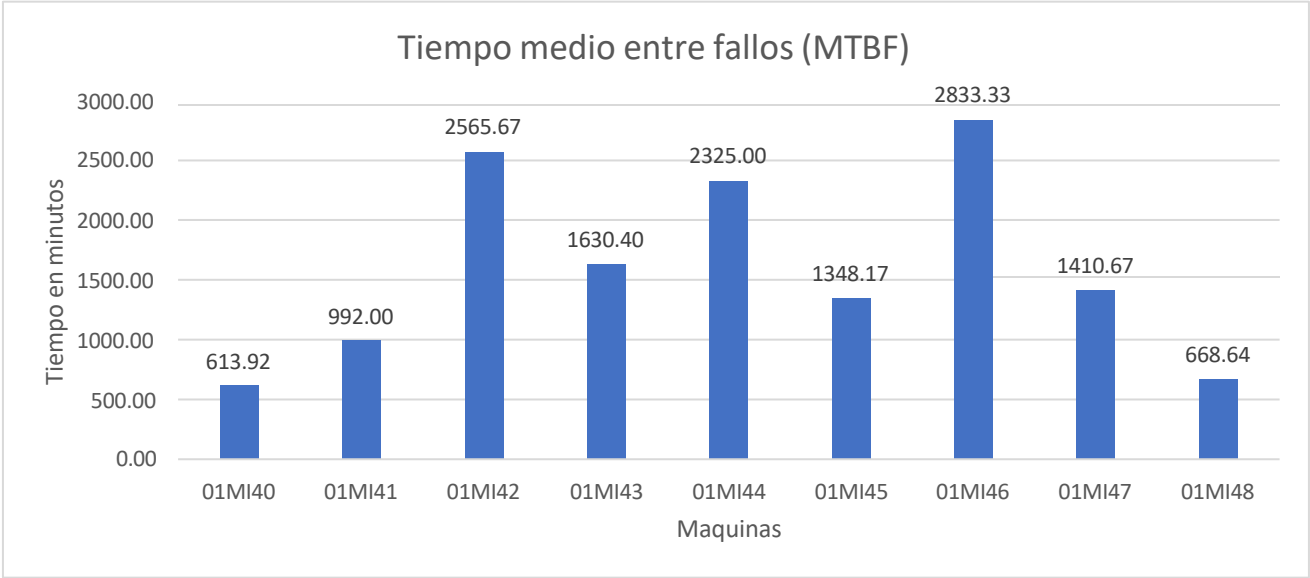
MTTR semana 36



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 6.

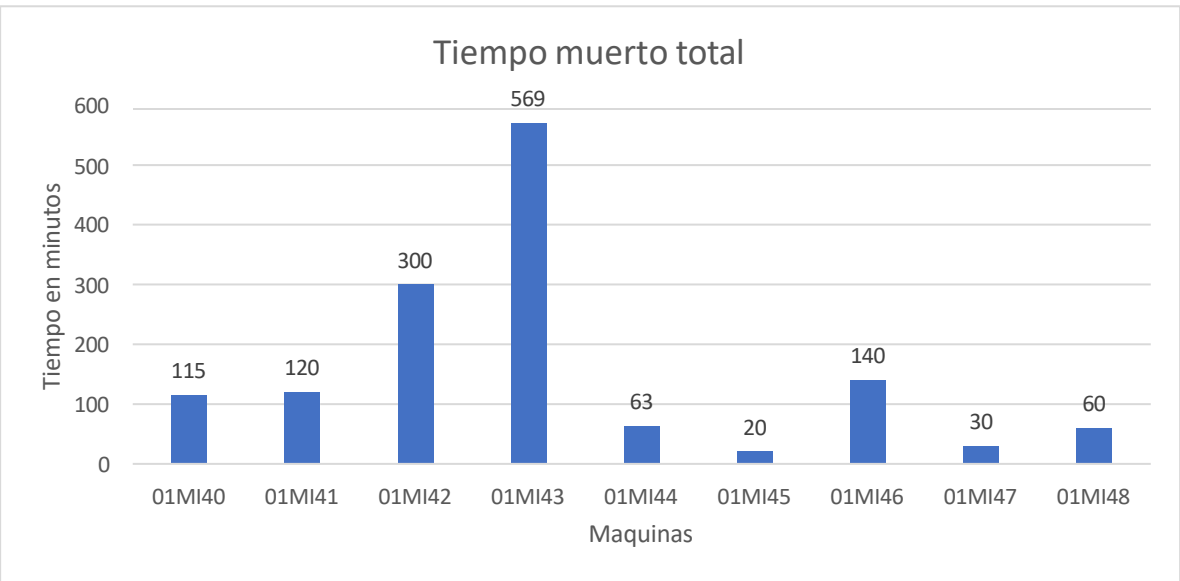
MTBF semana 36



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 7.

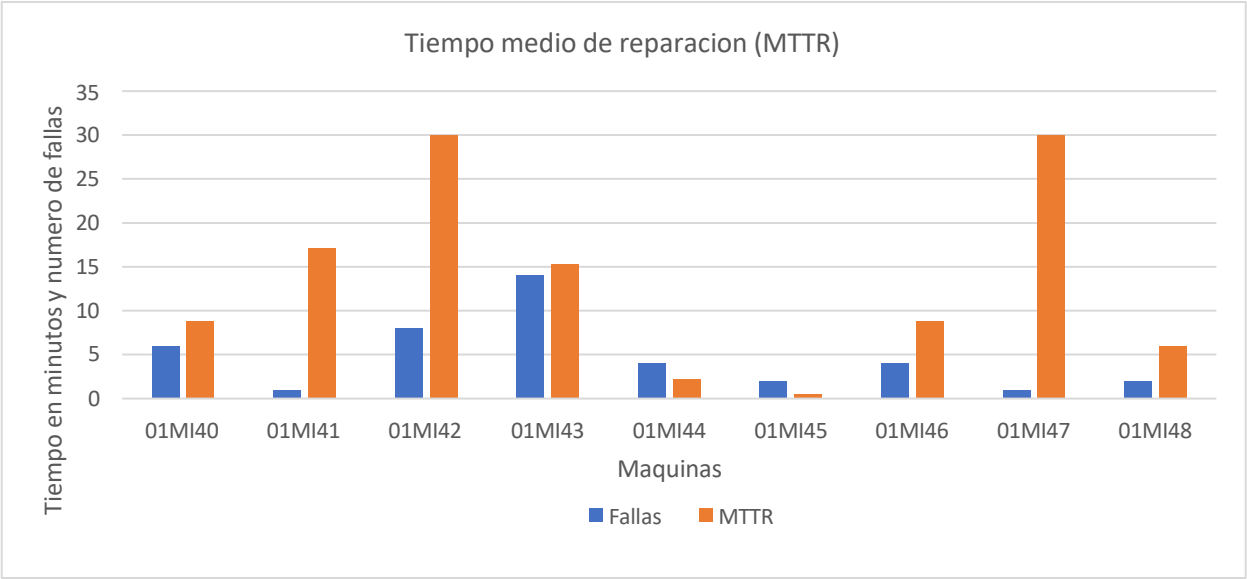
Tiempo muerto semana 37



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 8.

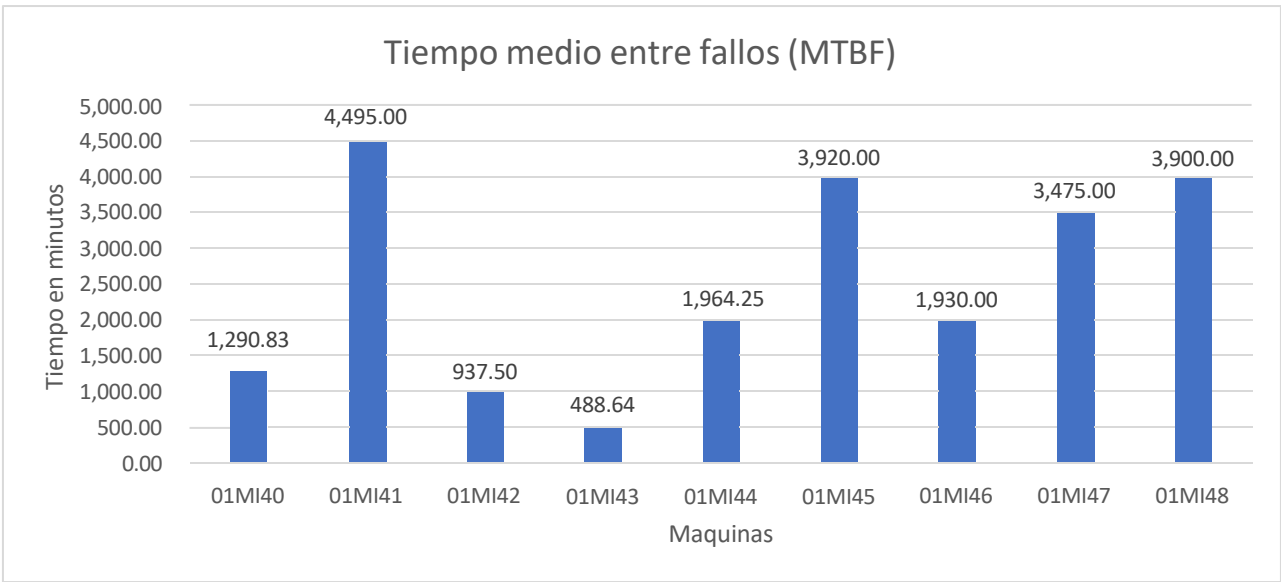
MTTR semana 37.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 9.

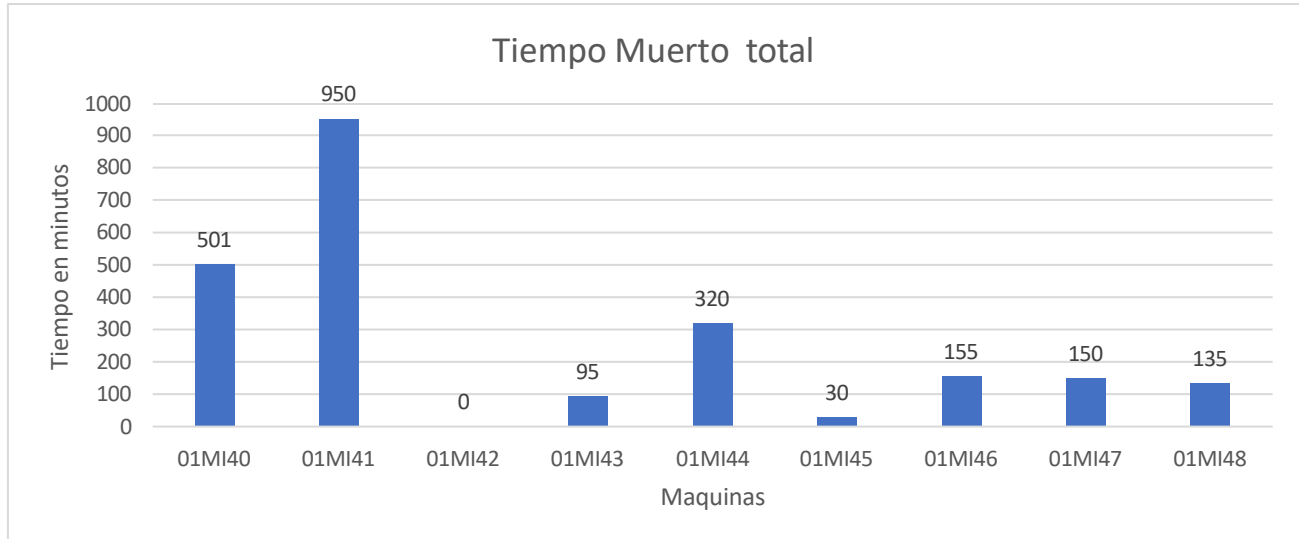
MTBF semana 37.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 10.

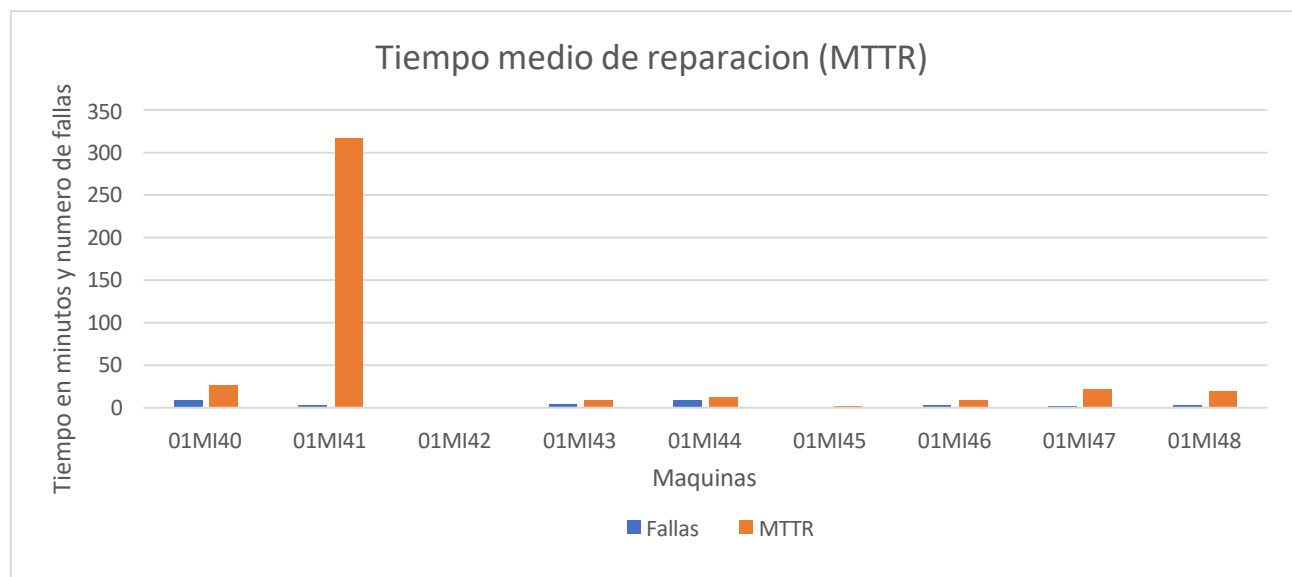
Tiempo muerto semana 38.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 11.

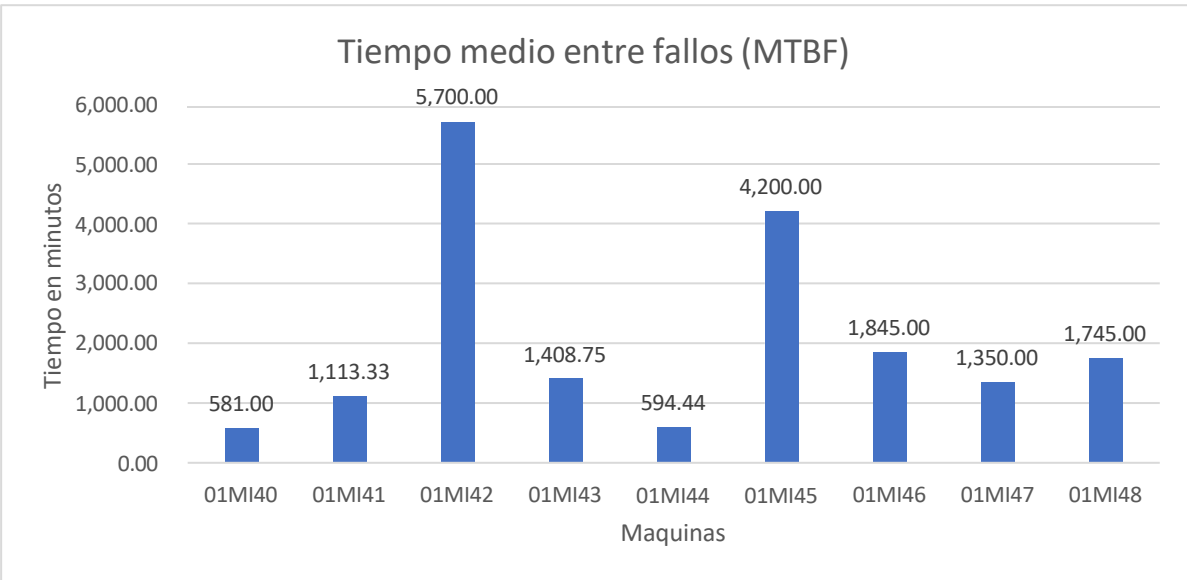
MTTR semana 38.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 12.

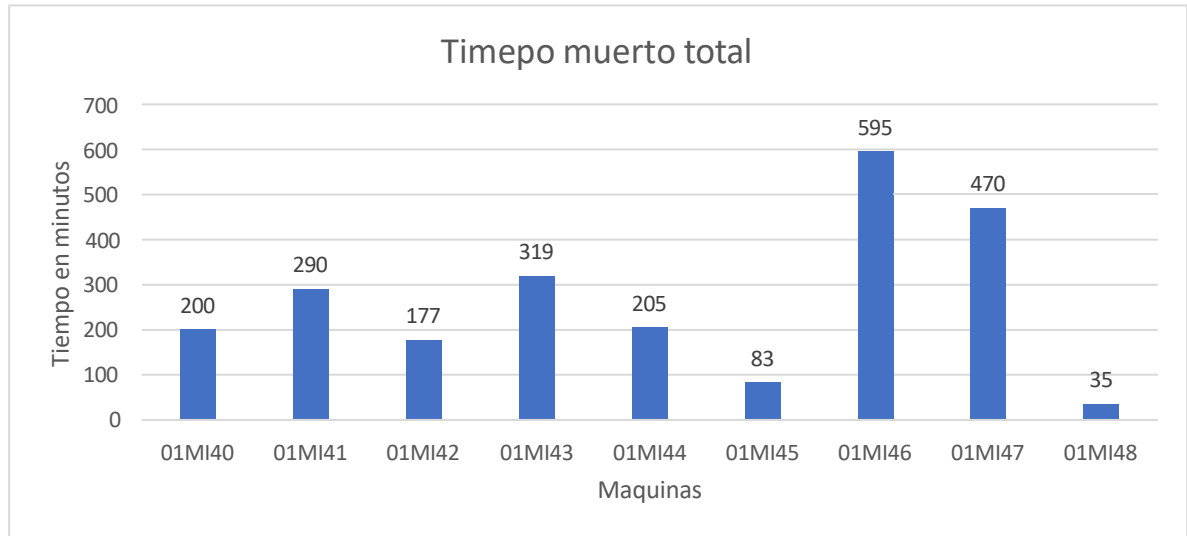
MTBF semana 38.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 13.

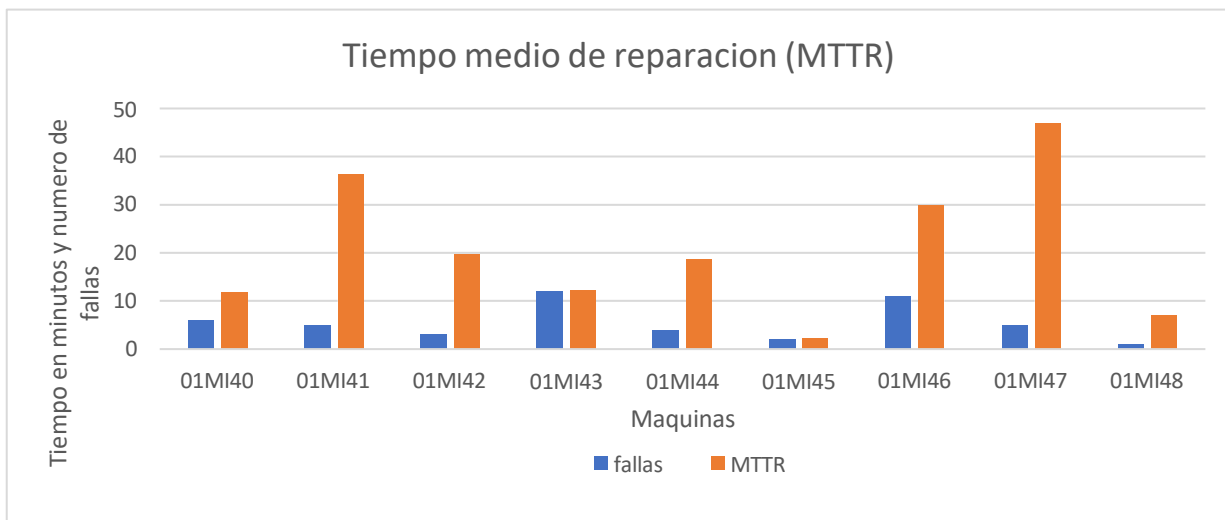
Tiempo muerto semana 39.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 14.

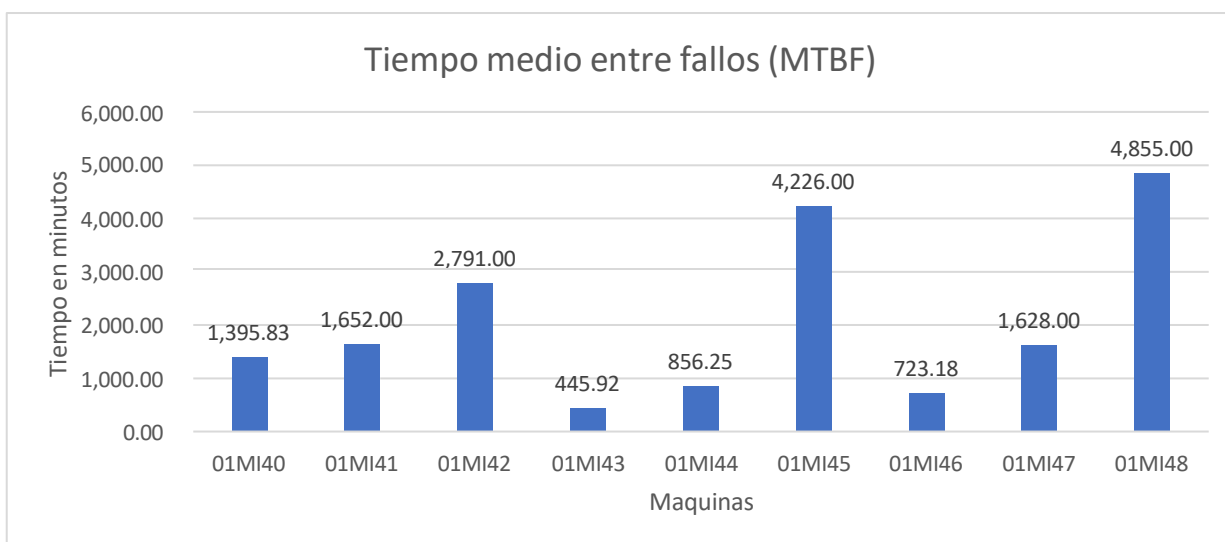
MTTR semana 39



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 15.

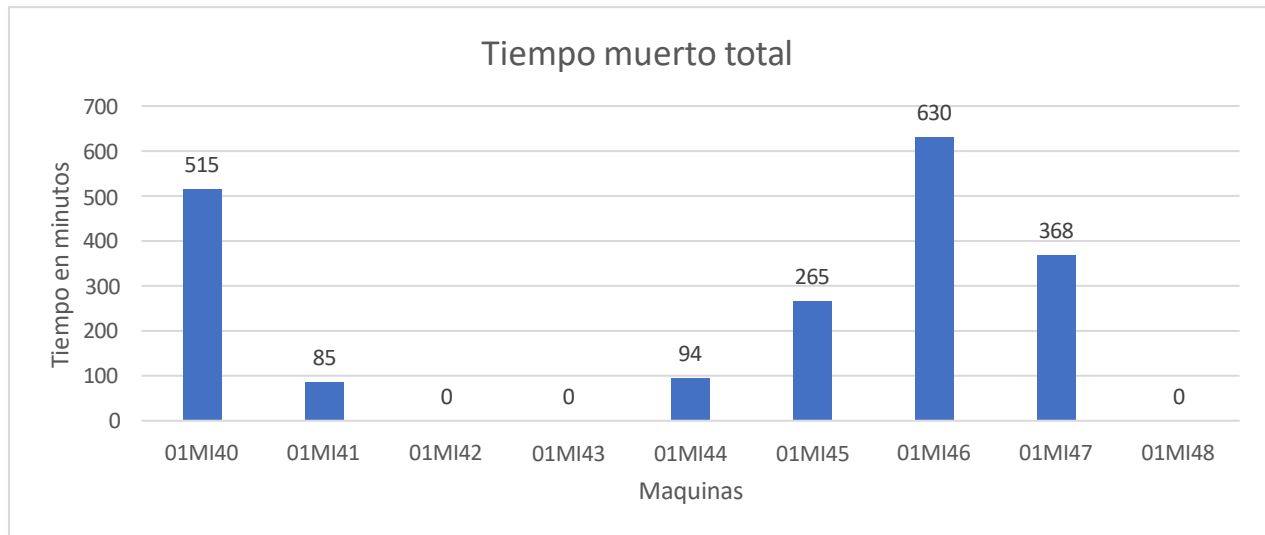
MTBF semana 39



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 16.

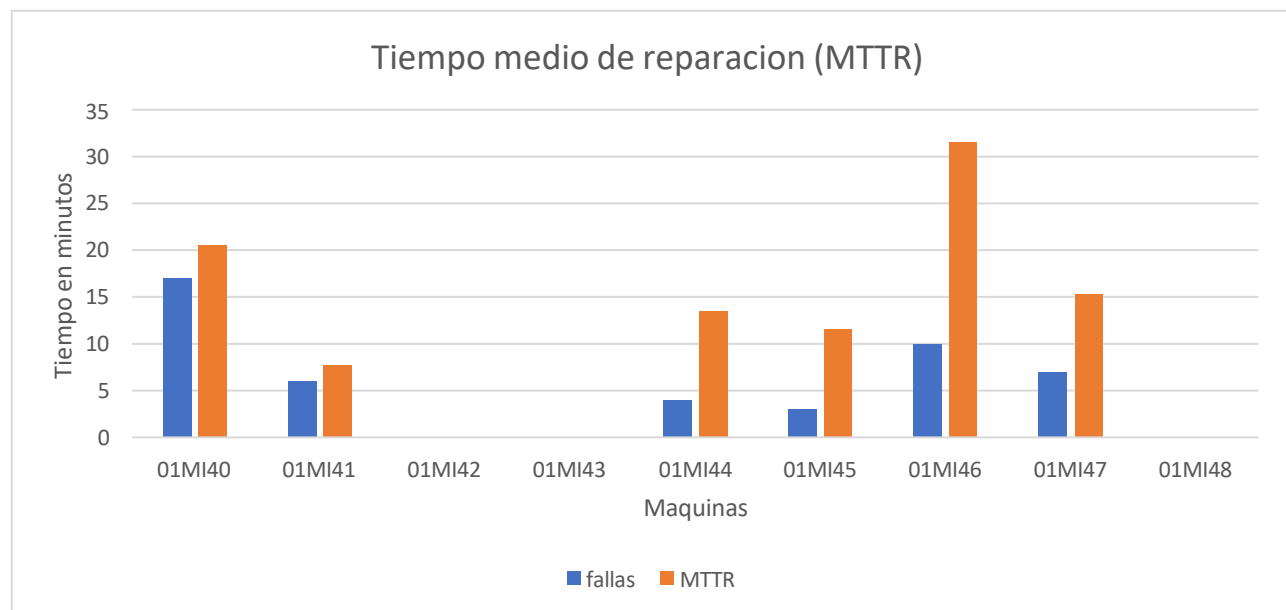
Tiempo muerto semana 40



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 17.

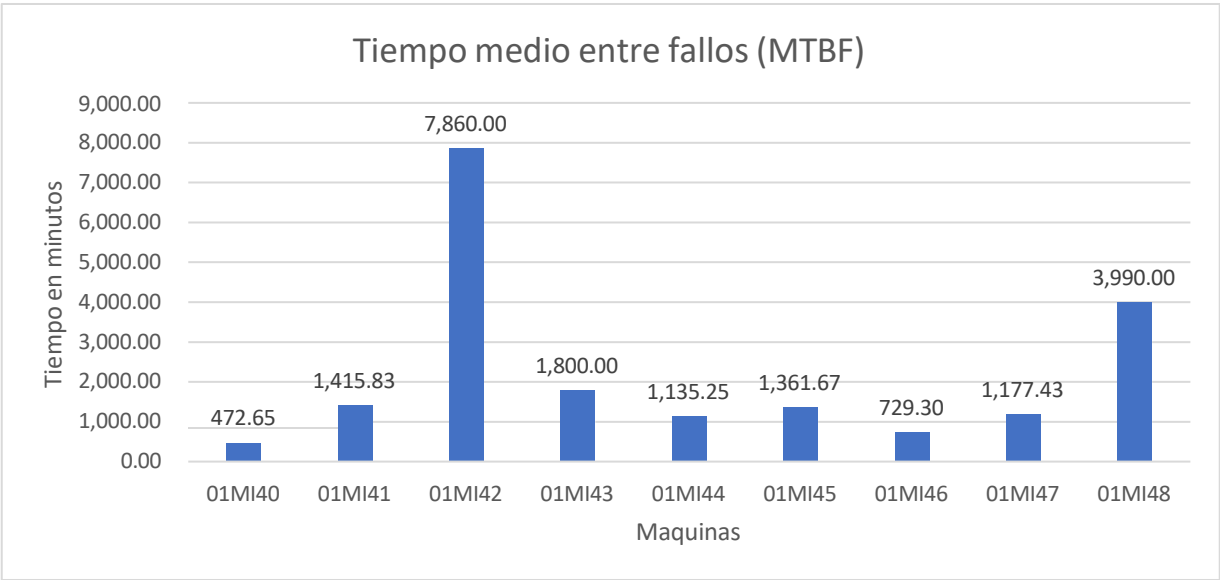
MTTR semana 40.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 18.

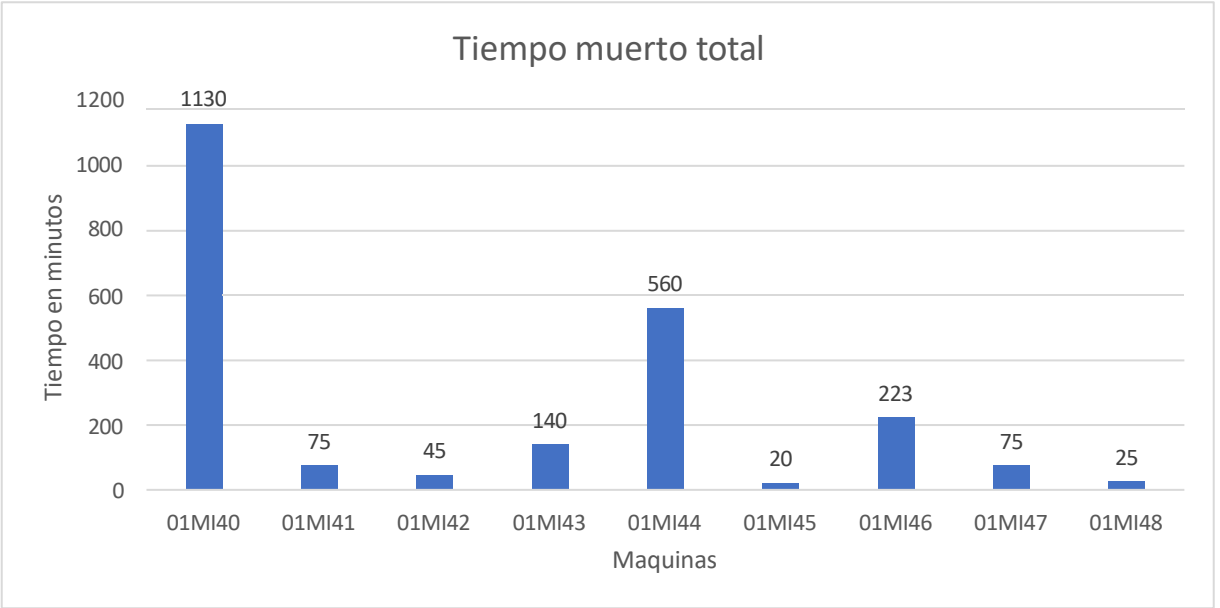
MTBF semana 40.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 19.

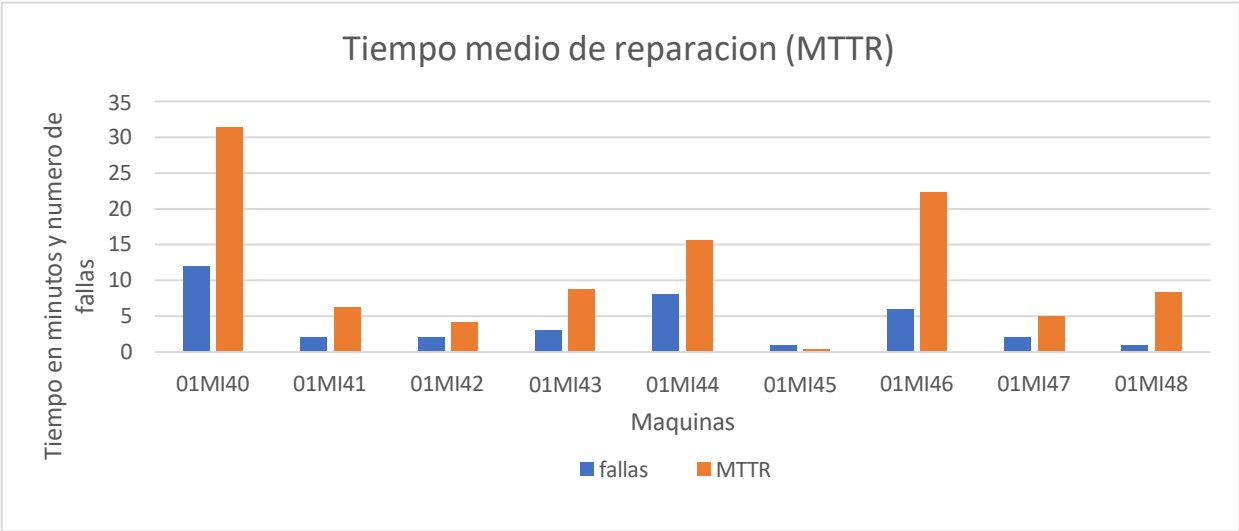
Tiempo muerto semana 41.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 20.

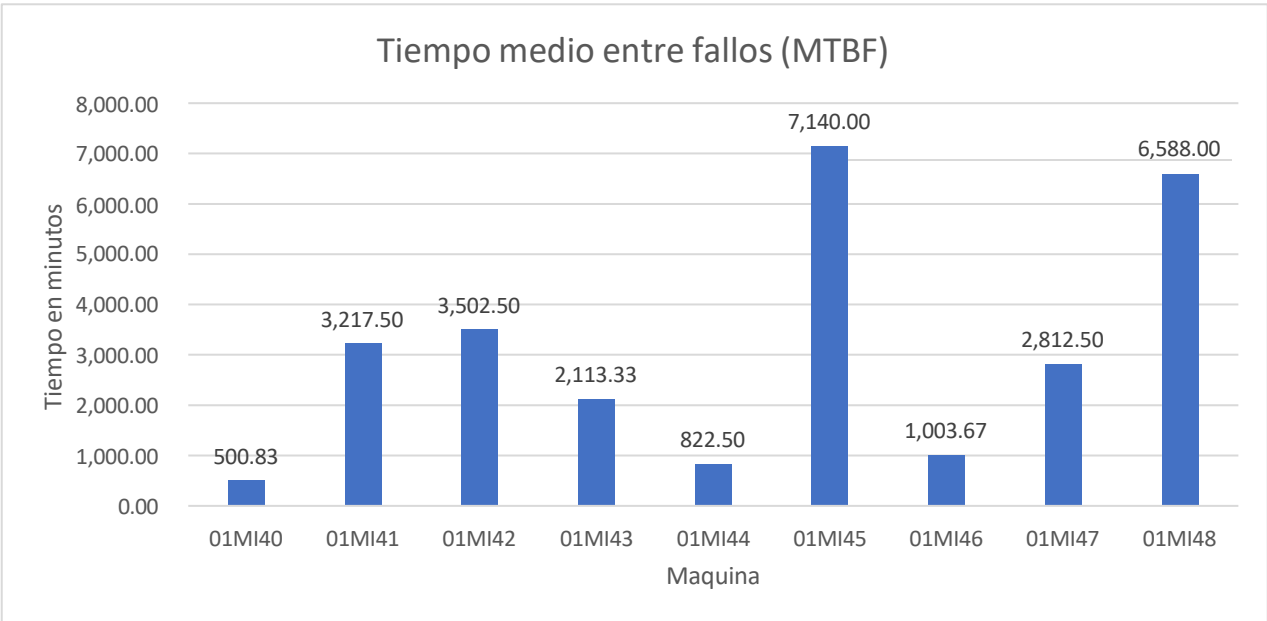
MTTR semana 41 .



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 21.

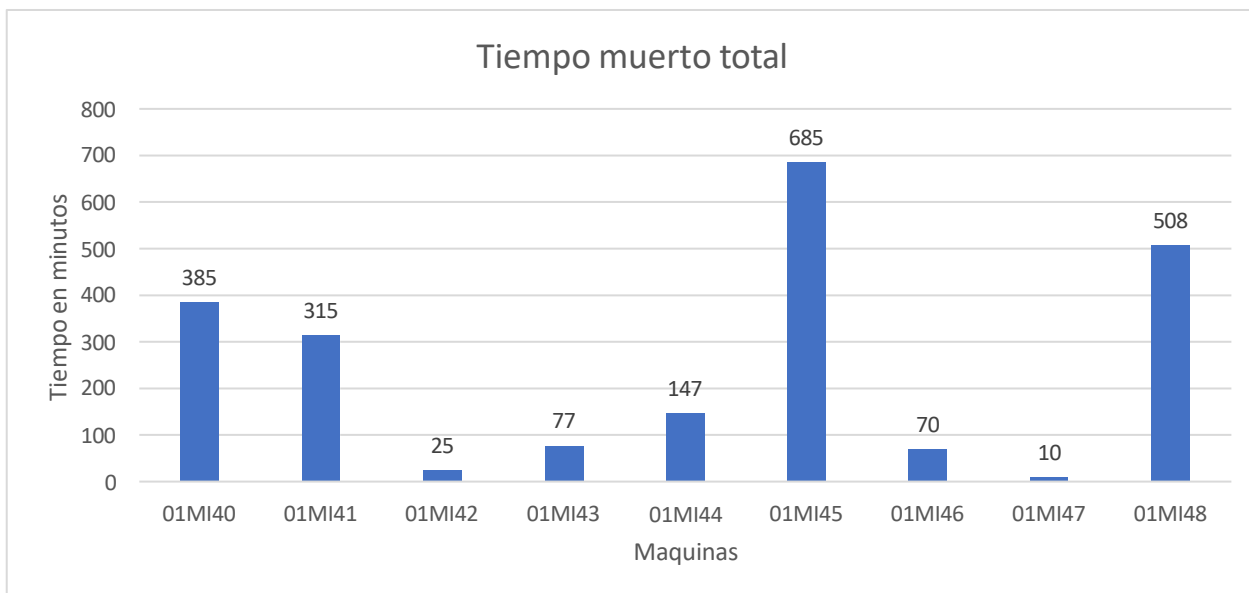
MTBF semana 41.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 22.

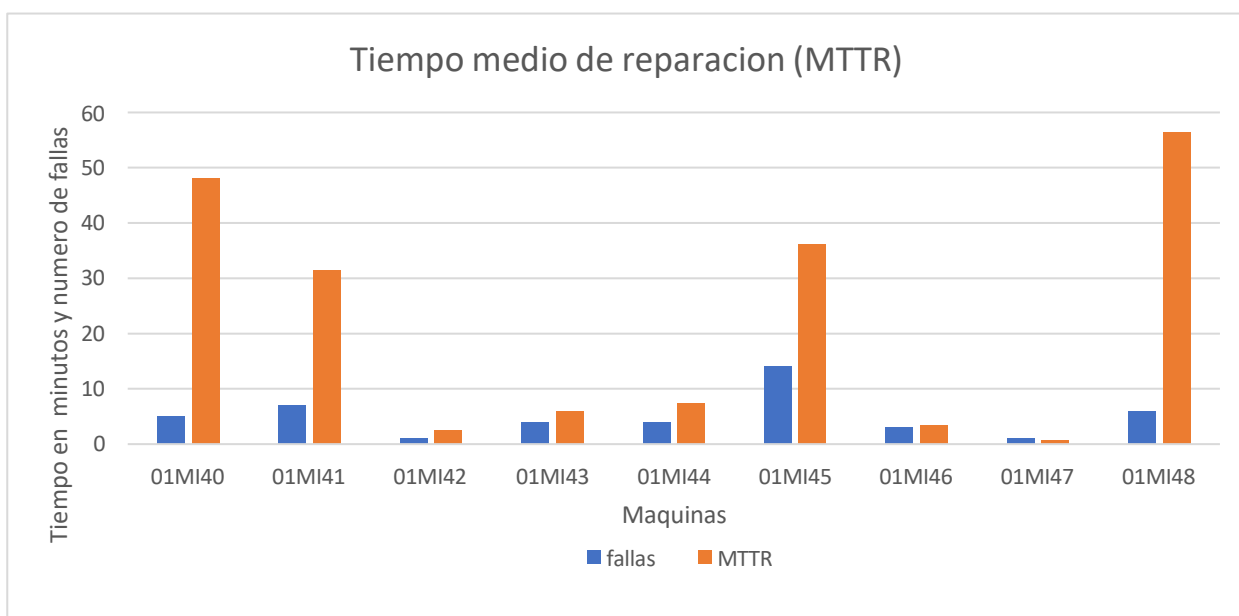
Tiempo muerto semana 42.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 23.

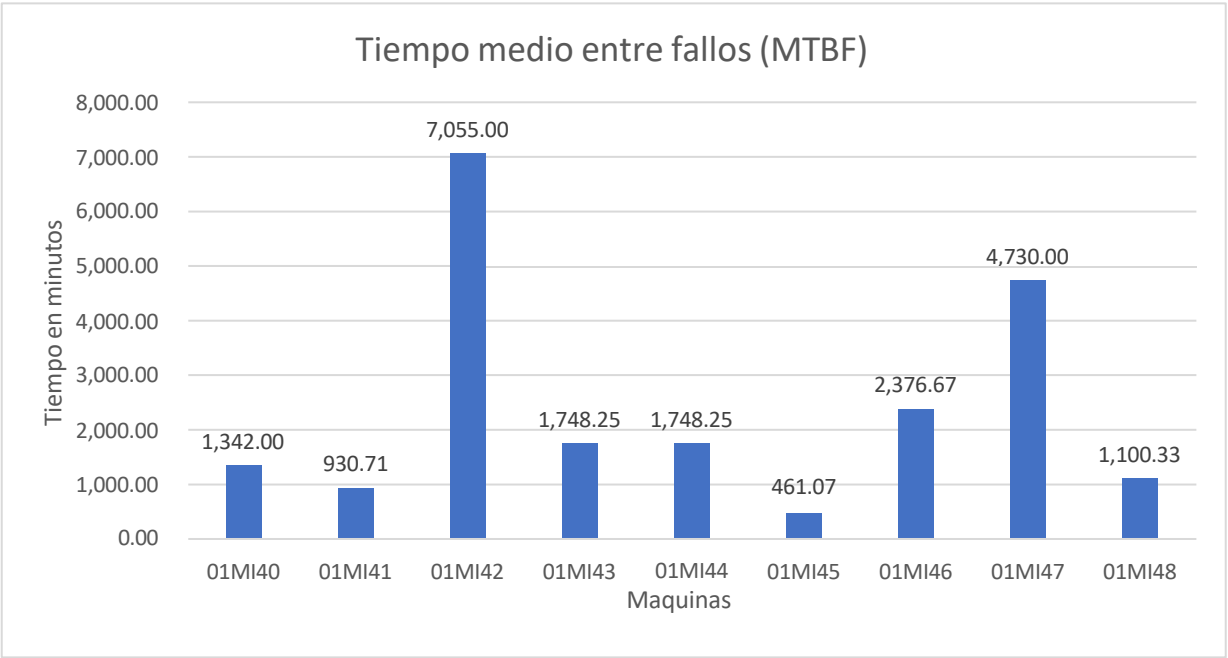
MTTR semana 42



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 24.

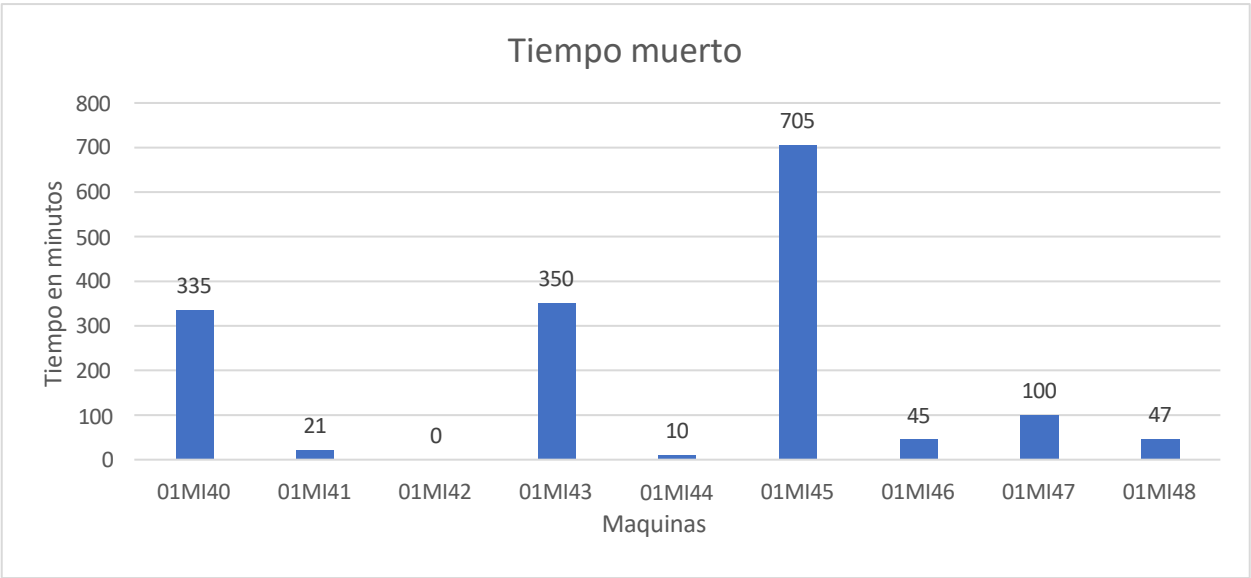
MTBF semana 42.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 25.

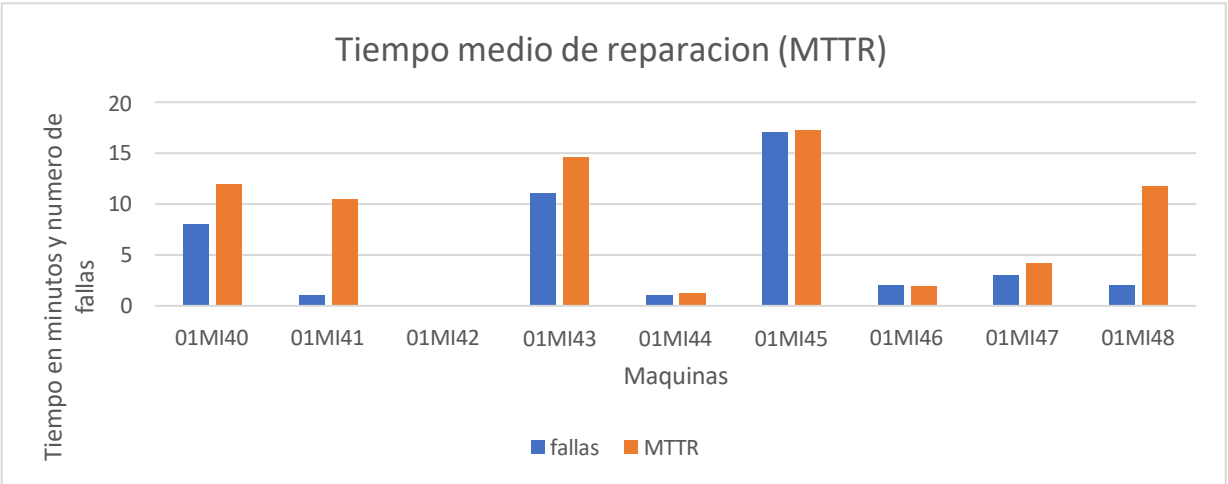
Tiempo muerto semana 43.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 26.

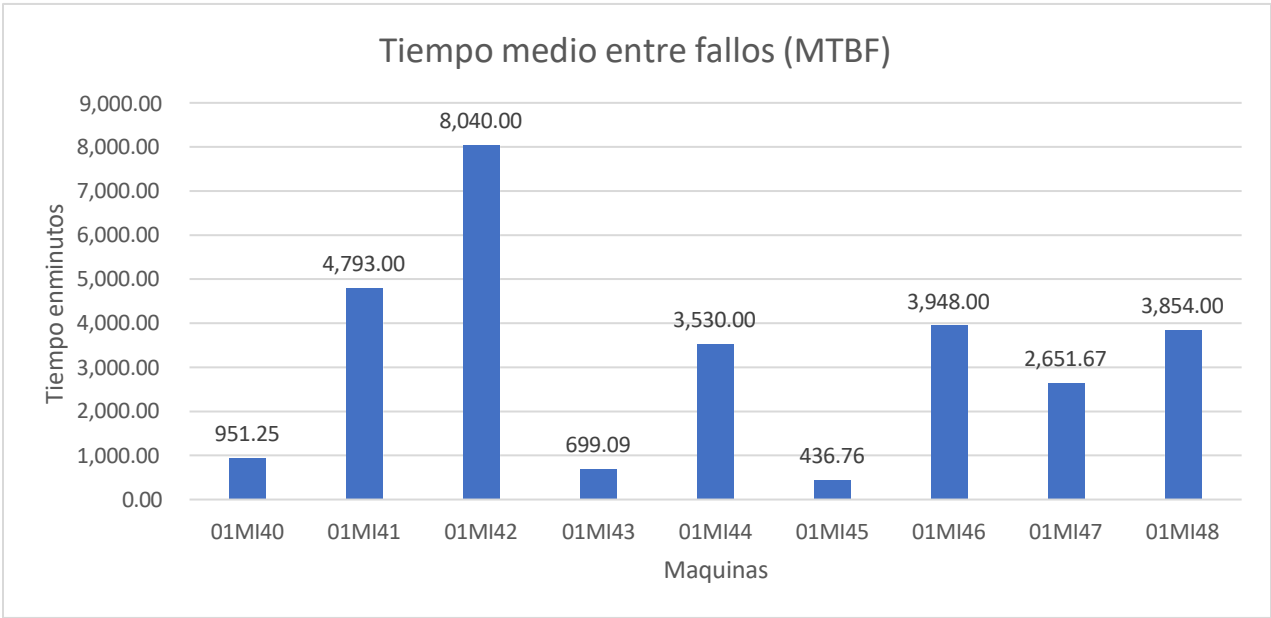
MTTR semana 43.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 27.

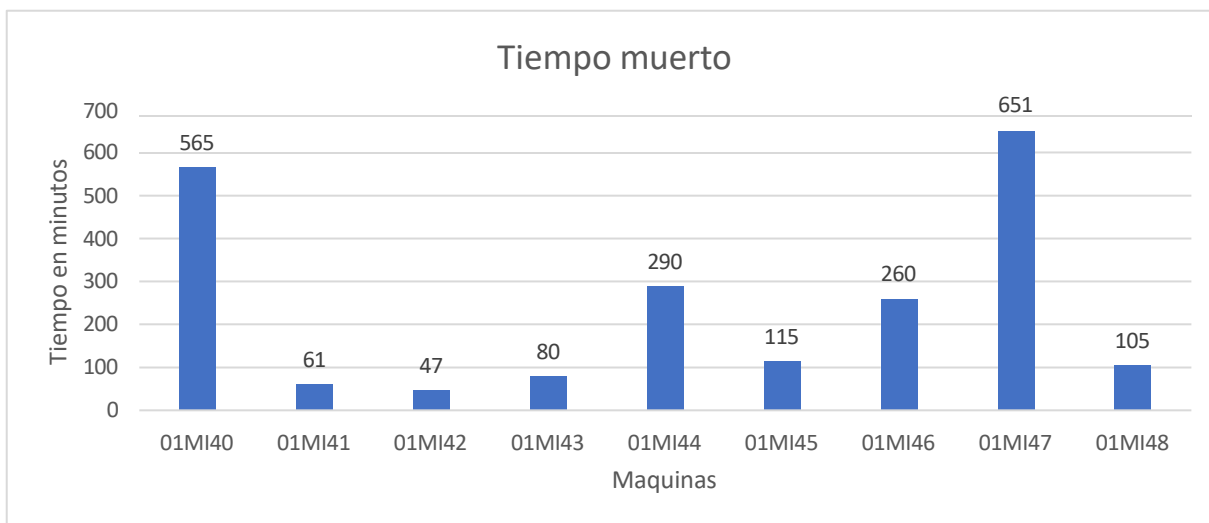
MTBF semana 43.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 28.

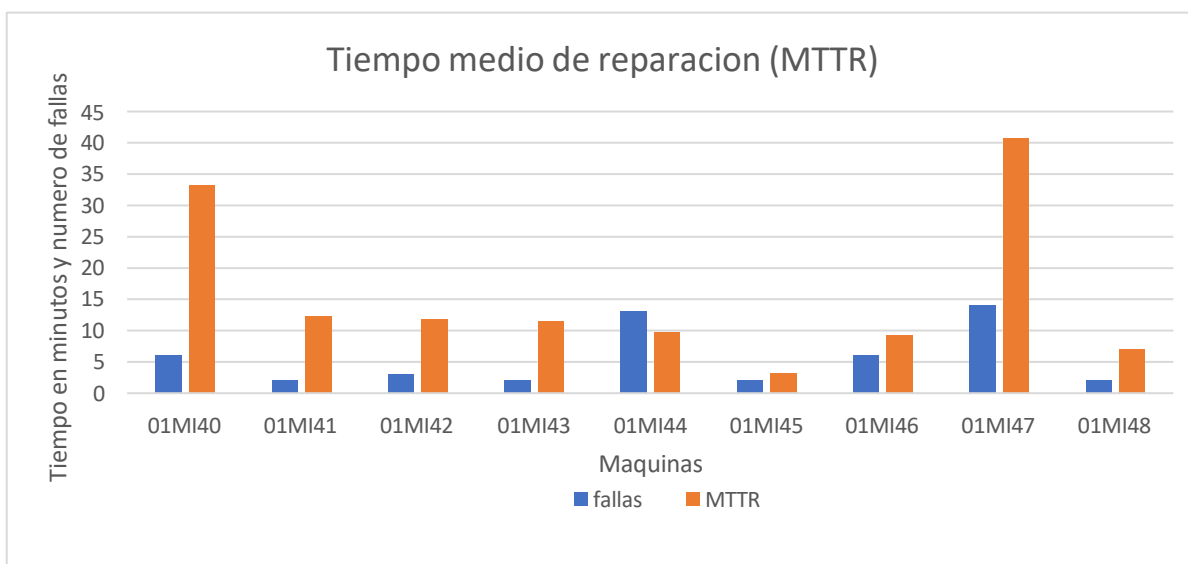
Tiempo muerto semana 44



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 29.

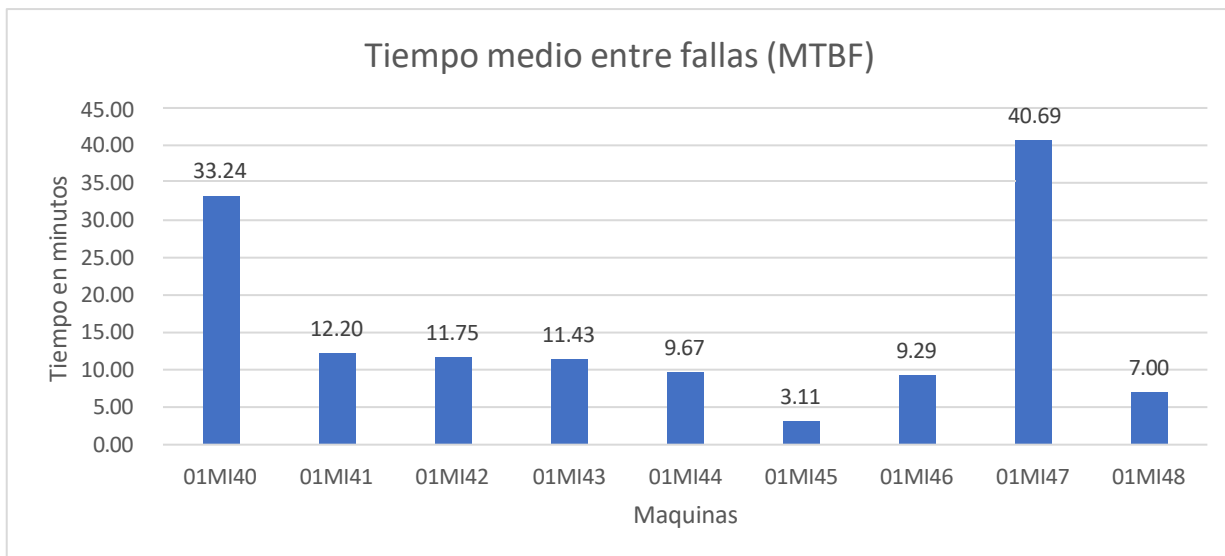
MTTR semana 44



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 30.

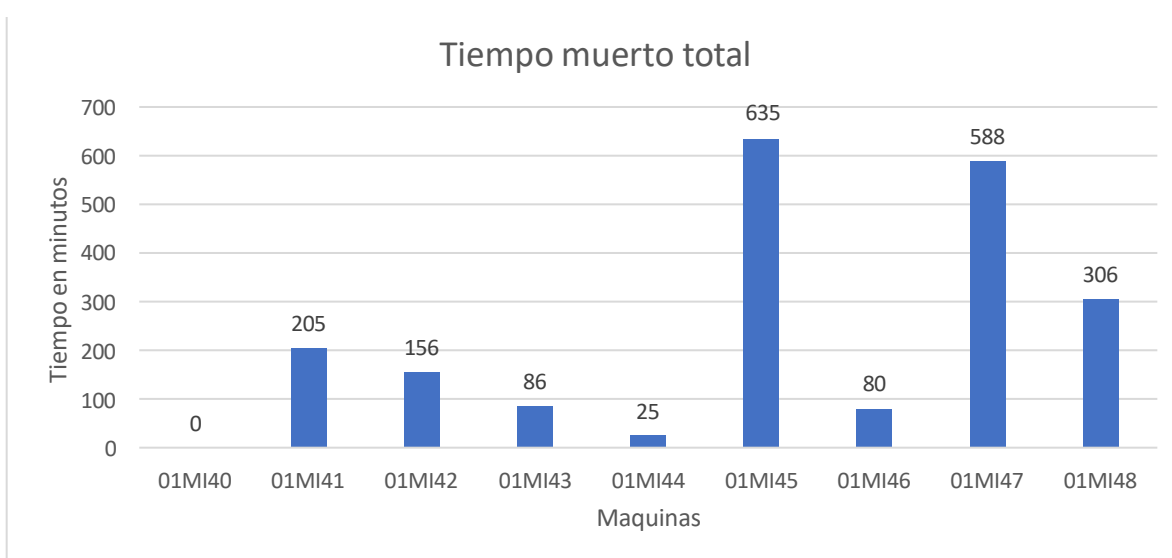
MTBF semana 44.



Gráfica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 31.

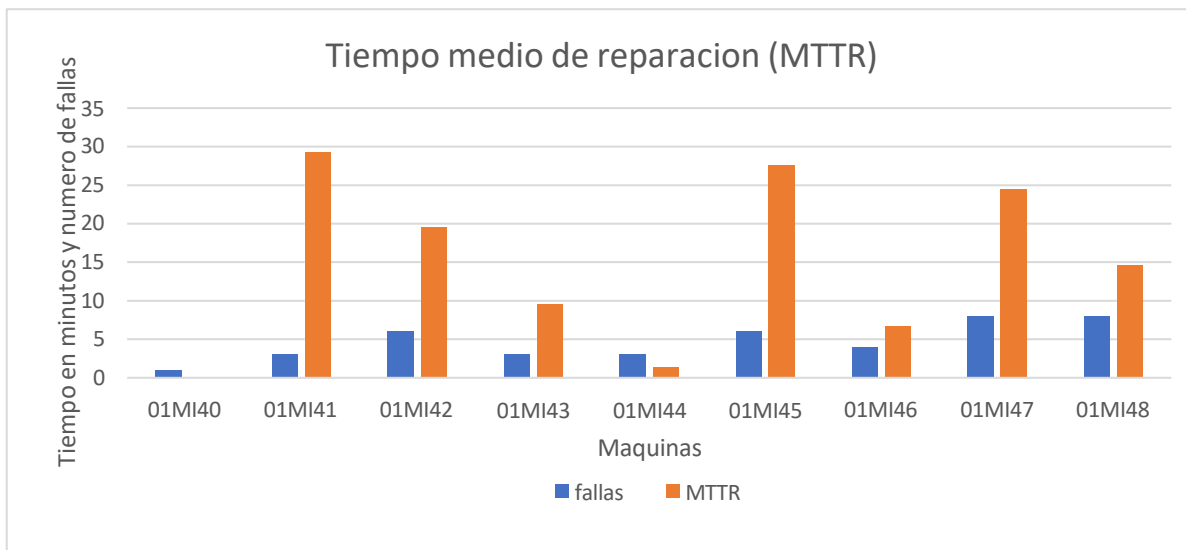
Tiempo muerto semana 45.



Gráfica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 32.

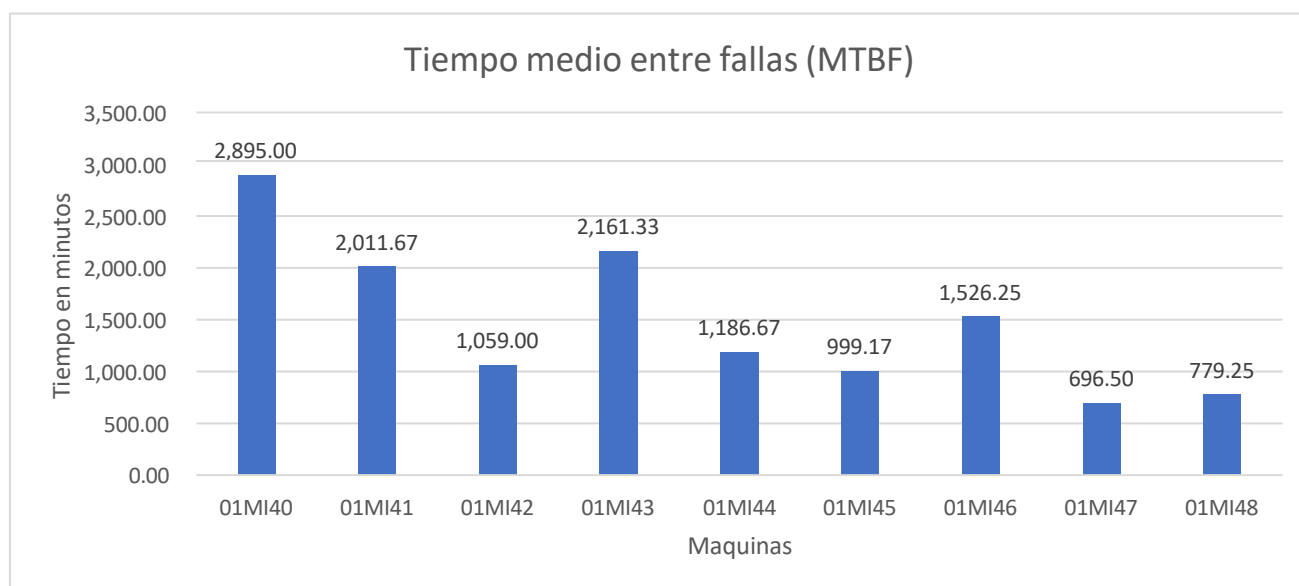
MTTR semana 45.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 33.

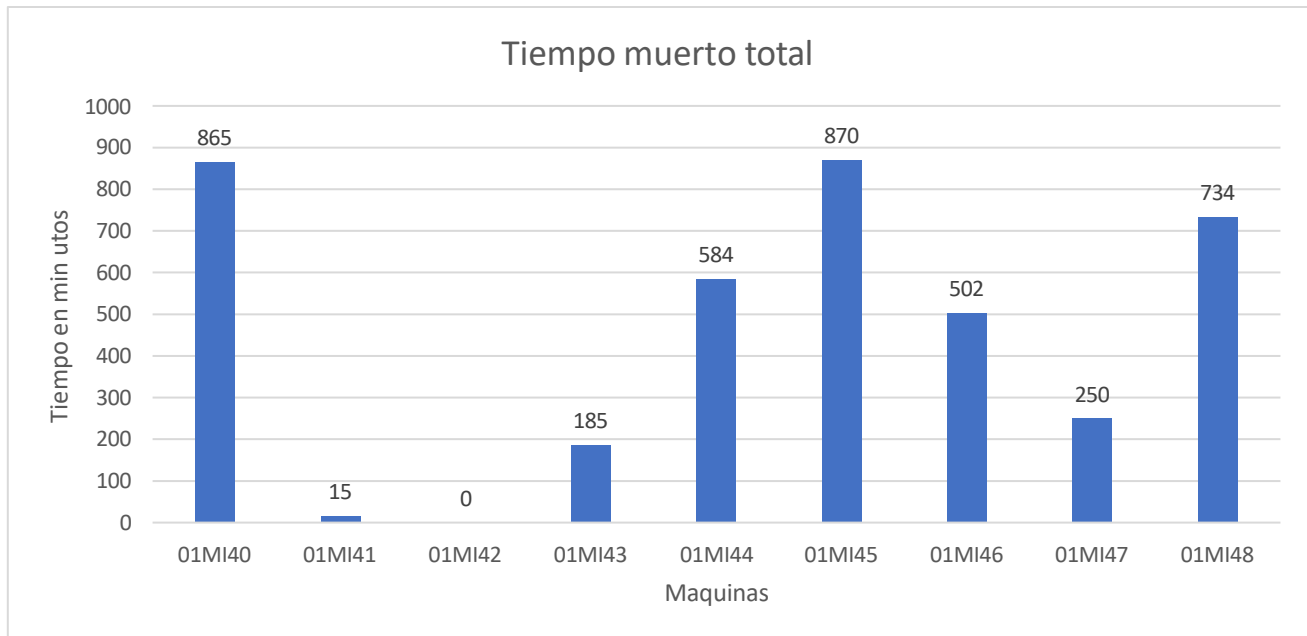
MTBF semana 45



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 34

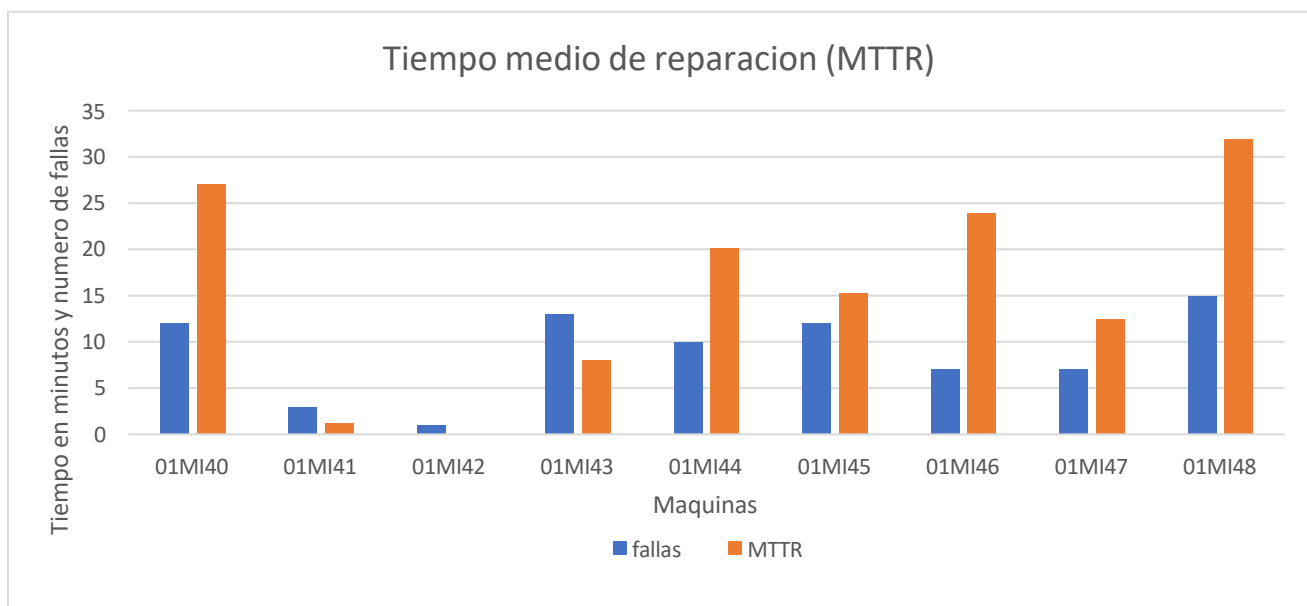
Tiempo muerto semana 46.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 35.

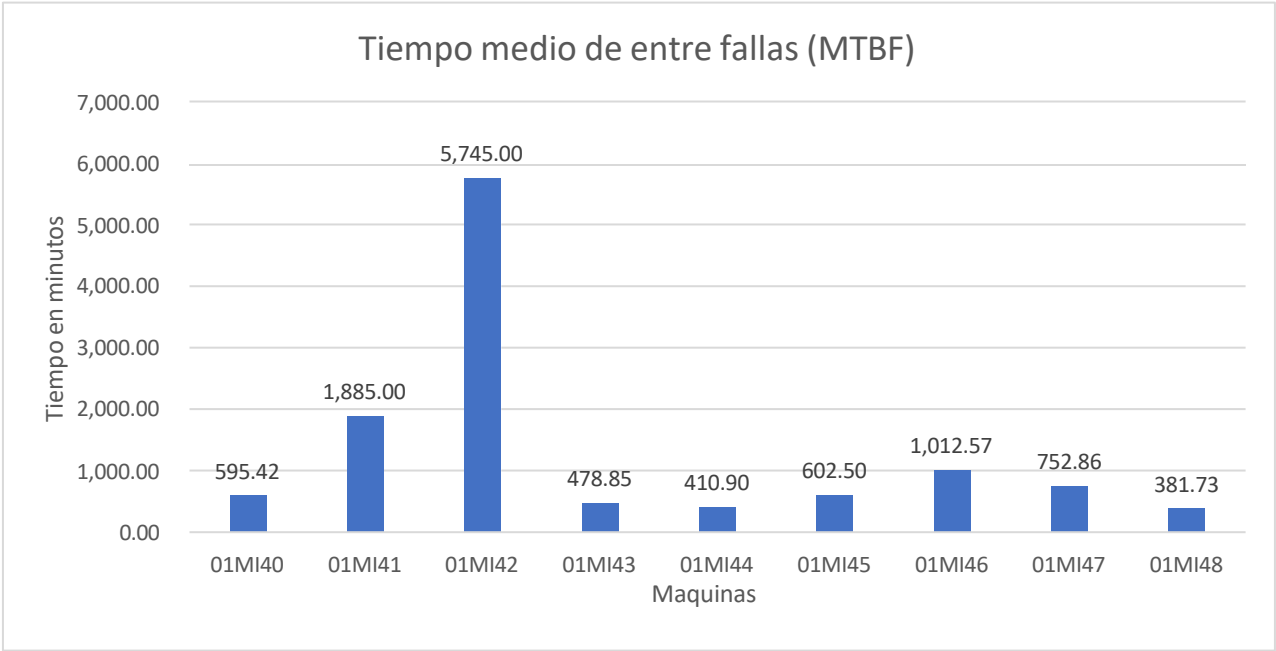
MTTR semana 46.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 36.

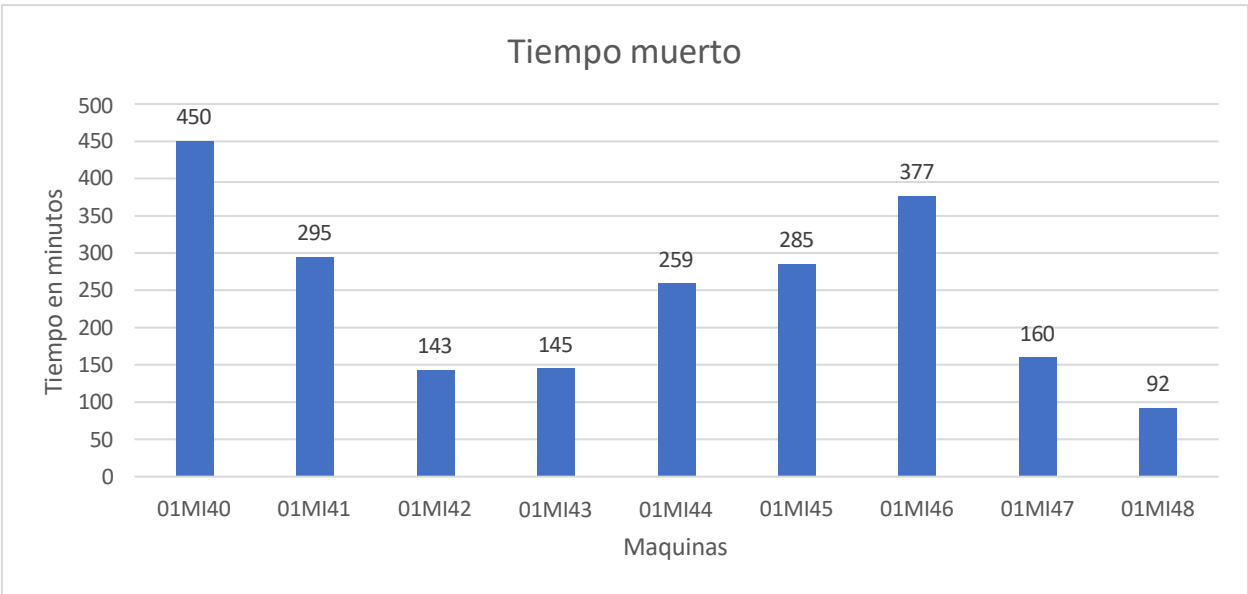
MTBF semana 46.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 37.

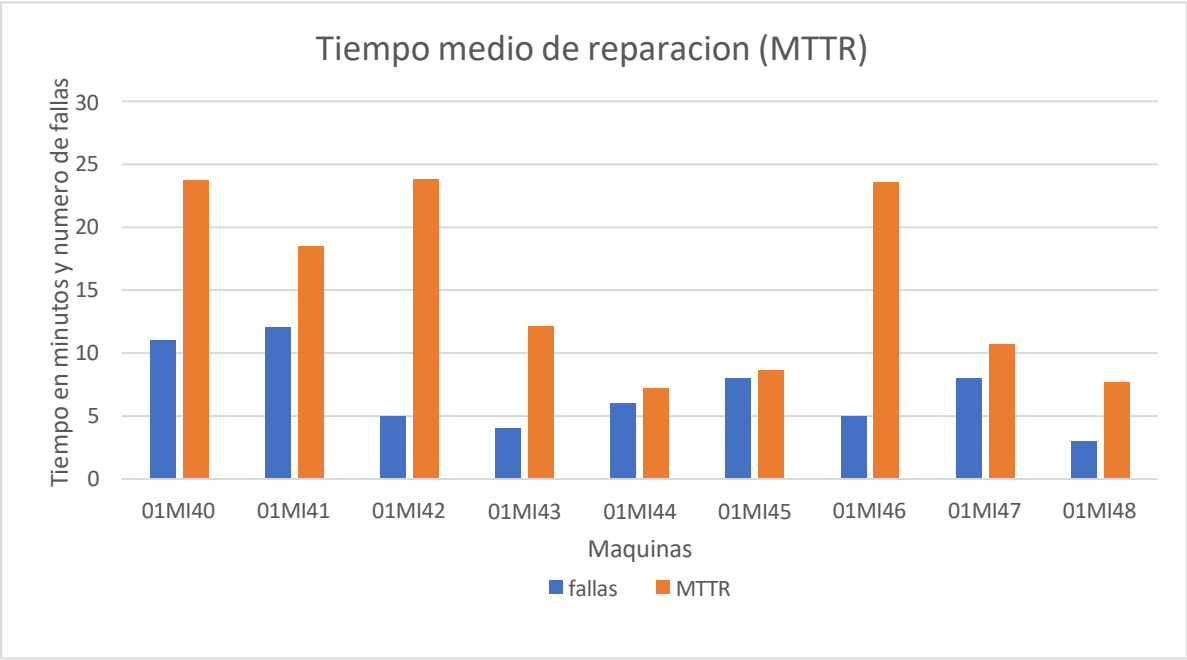
Tiempo muerto semana 47.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 38.

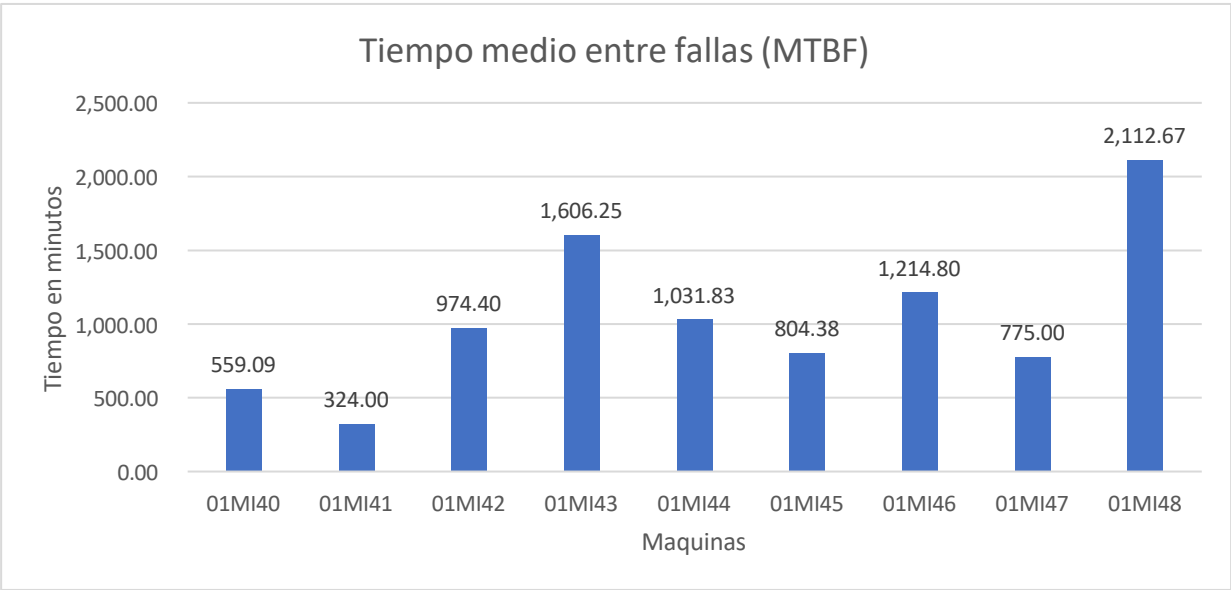
MTTR semana 47.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 39.

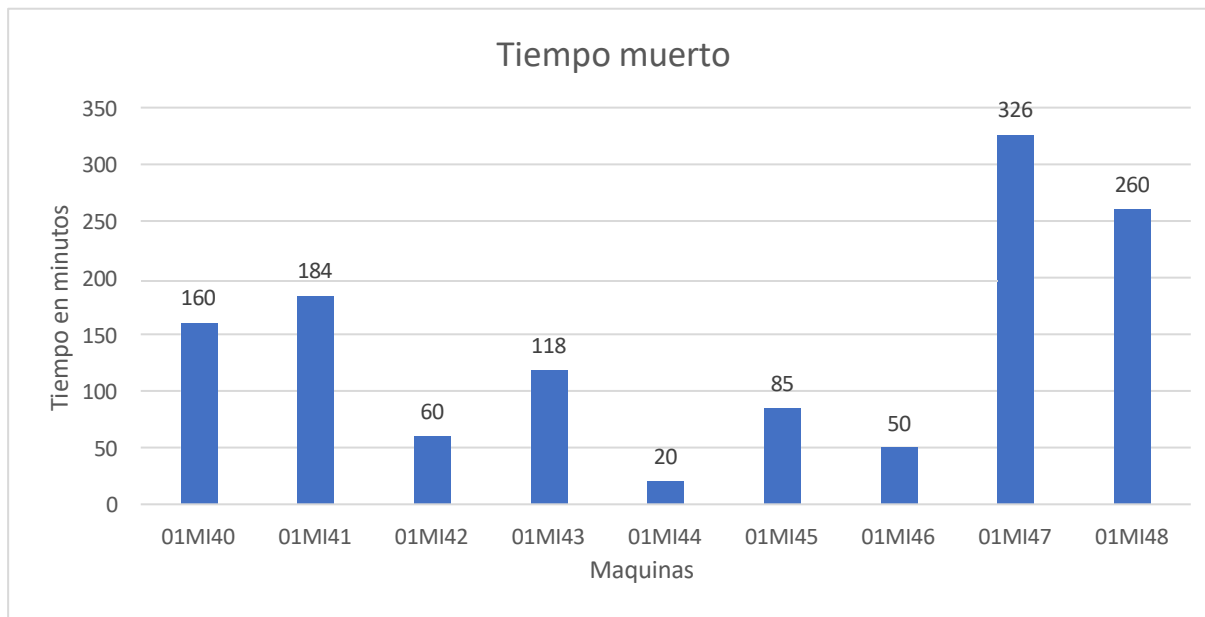
MTBF semana 47.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 40.

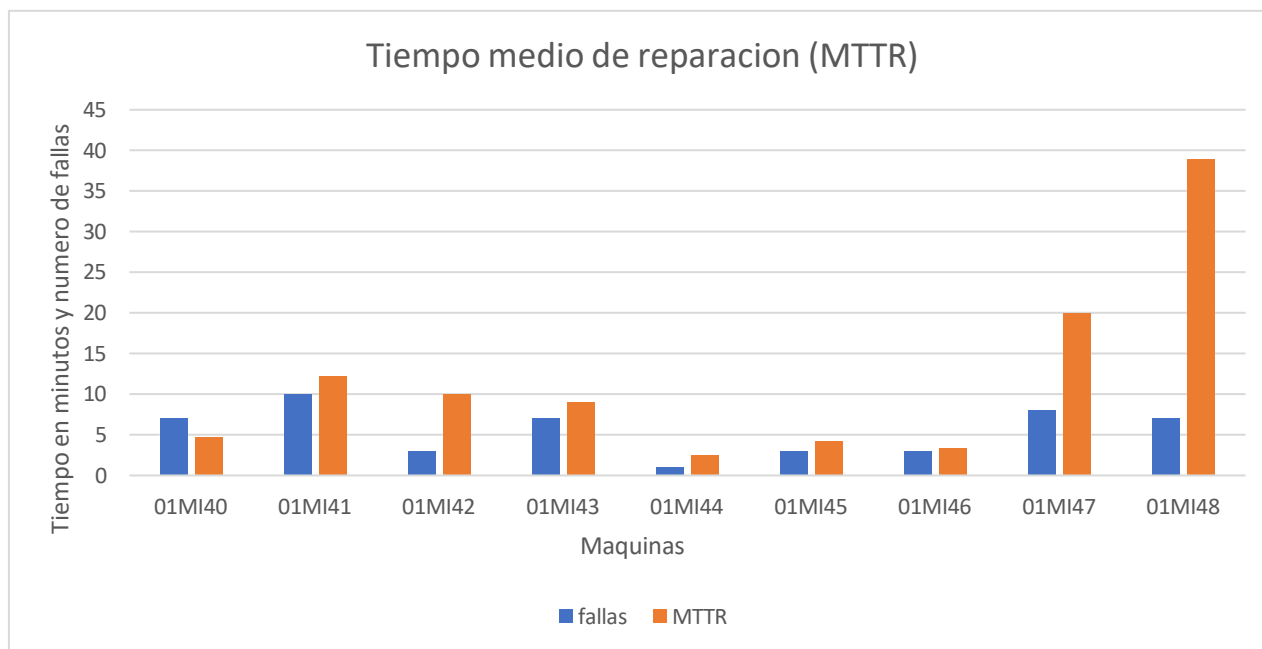
Tiempo muerto semana 48.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 41,

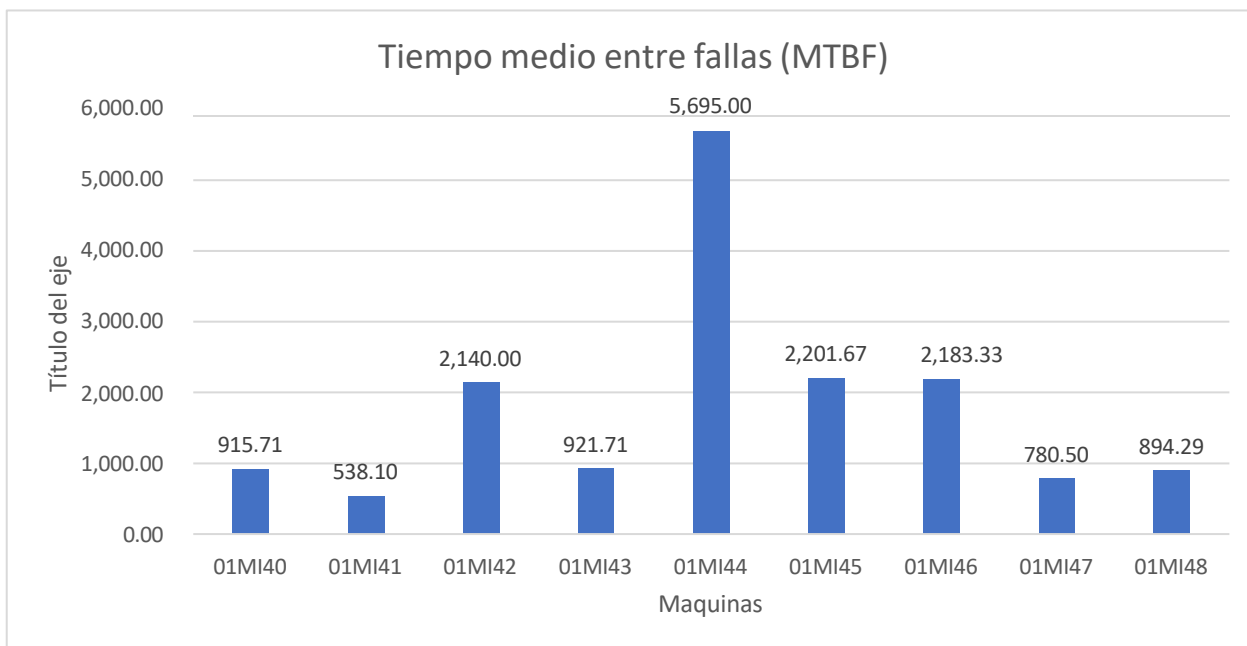
MTTR semana 48.



Grafica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Gráfica 42.

MTBF semana 48



Gráfica propia a partir de datos del área de mantenimiento, 2025.

Durante las semanas 35 a 48, las máquinas presentaron comportamientos distintos dependiendo del estado general del equipo, la disponibilidad de refacciones y la correcta ejecución del mantenimiento preventivo.

Las máquinas 01MI42, 01MI44 y 01MI45 mostraron mejoras claras en sus indicadores:

- Menos fallas,
- Menores tiempos muertos (TM),
- Reparaciones más rápidas (MTTR),
- Mayor tiempo de operación sin fallar (MTBF).

Esto refleja que el mantenimiento preventivo aplicado en estas máquinas fue eficiente, oportuno y técnicamente adecuado.

En contraste, equipos como 01MI43, 01MI41 y 01MI48 mantuvieron valores críticos o irregulares. Esto se debe a:

- Falta de refacciones.
- Componentes desgastados que requieren mantenimiento mayor inclusive un cambio.
- Limitación del personal para atender fallas complejas.
- Interrupciones por producción que impiden detener la máquina a tiempo.

.

¿Cómo influyen los mantenimientos preventivos en estos resultados?

El mantenimiento preventivo es el principal responsable del comportamiento positivo de las máquinas que mostraron mejoras. Su influencia se ve de la siguiente manera

Reduce fallas inesperadas

Al lubricar, limpiar, calibrar y revisar sensores, se evita que los equipos fallen por causas simples.

Ejemplo:

Máquinas como 01MI42 aumentaron de forma notable su MTBF debido a estas actividades preventivas.

Disminuye el Tiempo Muerto (TM)

Las fallas menores se corrigen antes de que se vuelvan fallas mayores que detienen la producción por horas o días.

Ejemplo:

Máquinas 01MI44 y 01MI45 redujeron sus paros prolongados porque el mantenimiento preventivo detectó problemas antes de que crecieran.

Baja el MTTR (Tiempo Medio de Reparación)

Cuando la máquina está en buenas condiciones gracias al mantenimiento preventivo:

- las reparaciones son más rápidas,
- el diagnóstico es más fácil,
- el técnico pierde menos tiempo revisando fallas complejas.

MTTR bajo (buena eficiencia): 01MI42, 01MI44

- Reparaciones rápidas gracias a diagnósticos correctos y menores fallas complejas.

MTTR alto (problemas persistentes): 01MI43, 01MI41, 01MI48

- Demoras por tiempos de espera de refacciones ya que se encargan a proveedor.

Los mantenimientos preventivos sí están funcionando, pero solo donde se aplican con recursos y tiempo suficiente ya que el área necesita mayor disponibilidad de refacciones y más control sobre equipos críticos para obtener una mejora uniforme en todas las máquinas. La diferencia entre máquinas con mejora y máquinas sin mejora demuestra que el mantenimiento preventivo es determinante para la confiabilidad operativa.

Conclusión

El mantenimiento preventivo demostró ser una herramienta fundamental para mejorar el desempeño de las máquinas de inyección Engel y de sus periféricos esenciales. Gracias a su aplicación constante, las máquinas atendidas bajo este programa presentaron una reducción notable en los tiempos muertos, fallas más espaciadas y reparaciones significativamente más rápidas. Esto se ve reflejado en los indicadores MTBF, MTTR y TM, los cuales mostraron una mejora parcial pero evidente. Equipos como las máquinas 01MI42, 01MI44 y 01MI45 alcanzaron niveles de estabilidad operativa superiores, dejando claro que las actividades preventivas realizadas fueron oportunas y adecuadas.

Sin embargo, no todas las máquinas lograron el mismo nivel de mejora. Equipos como 01MI43, 01MI41 y 01MI48 continuaron presentando fallas repetitivas derivadas de la falta de refacciones, el desgaste acumulado de componentes críticos y la limitación de tiempo disponible para detener la máquina y realizar los mantenimientos de manera completa. Estas condiciones afectaron de forma negativa los resultados esperados y reflejan la necesidad de reforzar la estrategia preventiva con intervenciones mayores y mejor planificación.

Los periféricos, tales como los termorreguladores de agua, flujómetros, micros de seguridad y tableros de control, demostraron tener un impacto directo en la calidad del producto final y en la continuidad del proceso. Su mantenimiento adecuado permitió evitar problemas como sobrecalentamientos, obstrucciones en el flujo de agua, fallas eléctricas, paros inesperados y riesgos de seguridad para los operadores. Esto confirma que no solo la máquina principal debe mantenerse en óptimas condiciones, sino todo el sistema que la rodea.

Asimismo, se comprobó que una buena planeación del mantenimiento, acompañada de la disponibilidad de refacciones clave, es indispensable para asegurar la continuidad operativa de la producción. Cuando los recursos, materiales y tiempos están debidamente alineados, las intervenciones preventivas funcionan como un escudo que evita fallas mayores y asegura un flujo de trabajo estable.

En conclusión, el mantenimiento preventivo no solo mejora la confiabilidad de las máquinas de inyección Engel, sino que también prolonga la vida útil de sus componentes, reduce significativamente los costos de reparación y mejora la productividad general del área. Su correcta implementación representa una inversión indispensable para garantizar la eficiencia y la seguridad dentro del proceso de producción.

Competencias desarrolladas y aplicadas

Durante el desarrollo de este proyecto adquirí y fortalecí diversas competencias técnicas y profesionales que resultan esenciales en el ámbito industrial. En primer lugar, desarrollé una comprensión sólida del funcionamiento integral de las máquinas de inyección Engel, identificando sus componentes principales, su relación con los periféricos y la importancia de cada sistema para garantizar un proceso de producción continuo y seguro. Esta experiencia me permitió aprender e interpretar de manera adecuada los indicadores clave de mantenimiento, como MTBF, MTTR y TM, y comprender cómo influyen directamente en la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

Asimismo, fortalecí mis competencias en diagnóstico y análisis técnico, ya que fue necesario evaluar tendencias, identificar patrones de fallas repetitivas y determinar las causas que originaban los comportamientos anómalos de algunas máquinas. Esto implicó desarrollar habilidades para interpretar datos reales, comparar resultados entre semanas y elaborar conclusiones basadas en evidencia.

Otra competencia importante fue la capacidad de elaborar documentación técnica clara y organizada. Aprendí a estructurar informes, plantillas y formatos de mantenimiento, los cuales son indispensables para estandarizar los procedimientos y facilitar el seguimiento histórico de cada máquina. El trabajo constante con información técnica también mejoró mi habilidad para comunicar resultados de forma profesional, tanto en lenguaje técnico.

El trabajo colaborativo y la comunicación interna representaron otra área de crecimiento personal, ya que fue necesario coordinar actividades con el personal de mantenimiento y producción, comprender sus necesidades y adaptar las intervenciones a los tiempos disponibles. Esto me permitió desarrollar habilidades de coordinación, responsabilidad y toma de decisiones fundamentadas.

Finalmente, adquirí competencias relacionadas con la gestión del mantenimiento, incluyendo la importancia de la planeación, la priorización de equipos críticos, la disponibilidad de refacciones y la implementación de acciones preventivas como estrategia para evitar fallas mayores. Estas experiencias no solo fortalecieron mi preparación técnica, sino que también

ampliaron mi visión sobre la importancia del mantenimiento dentro de la industria, reforzando mi capacidad para resolver problemas reales y proponer mejoras orientadas a la eficiencia operativa.

Bibliografías

¿Cuál es la importancia del mantenimiento preventivo? (2022, julio 6). SDI Industrial.

<https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-mantenimiento-preventivo/>

Startseite. (s/f). Euwe.com. Recuperado el 19 de octubre de 2025, de

<https://www.euwe.com/index.php?id=35>

Mantenimiento preventivo. (s/f-b). ENGEL. Recuperado el 9 de octubre de 2025, de

<https://www.engelglobal.com/es/mx/servicio-de-engel/servicio-maquina-de-moldeo-por-inyeccion/mantenimiento-preventivo>

WIK A México. (s. f.). *Unidades de control de temperatura*. Recuperado el 9 de octubre de

2025 de https://www.wika.com/es-mx/unidades_de_control_de_temperatura

Plastico.com. (2023, 29 de junio). *Flujómetros para la industria plástica: conozca su importancia*. Recuperado el 9 de octubre de 2025 de

<https://www.plastico.com/noticias/flujo%C3%B3metros-para-la-industria-pl%C3%A1stica-conozca-su-importancia>

Vacca Engineering. (2025). *¿Qué es un termorregulador?* Recuperado el 9 de octubre de

2025 de <https://www.vacca.es/que-es-un-termorregulador/>

□ G7A Mx. (s. f.). *Tipos de mantenimiento industrial: ventajas y desventajas*. Recuperado

el 4 de noviembre 2025 de <https://g7a.mx/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-y-desventajas/g7a.mx>

□ Grupo ORS. (2021, 29 de marzo). *¿Cuáles son los diferentes tipos de mantenimiento?*

Recuperado el 4 de noviembre 2025 de <https://grupoors.com.mx/2021/03/29/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-mantenimiento/> Grupo Ors

□ Grupo ORS. (2021, 29 de noviembre). *Ventajas y desventajas del mantenimiento*

preventivo. Recuperado de el 4 de noviembre de 2025 de <https://grupoors.com.mx/2021/11/29/ventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-preventivo/>

MantenimientoEléctrico.com. (2024, 19 de febrero). *Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo*. Recuperado el 4 de noviembre de 2025 de <https://www.mantenimientoelectrico.com/mantenimiento-correctivo/ventajas-y->

IMEPI México. (s. f.). *Mantenimiento correctivo: qué es y cómo funciona*. Recuperado el 4 de noviembre de <https://imepi.com.mx/mantenimiento-correctivo-que-es-y-como-funciona/> MantenimientoEléctrico.com. (2024, 12 de octubre). *Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo*. Recuperado el 4 de noviembre de 2025 de <https://www.mantenimientoelectrico.com/mantenimiento-predictivo/ventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-predictivo-n5771>

Order, S. (2024, 9 abril). *MTTR y MTBF: qué son y cómo calcularlos - STEL Order*. STEL Order. <https://www.stelorder.com/blog/mttr-y-mtbf-que-son-y-como-calcularlo>