



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**ANÁLISIS DE OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL
MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS CON ERP EN LA
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PRESENTA:
ANDREA ROSSANO JUSTO**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MTR. EFRÉN SÁNCHEZ FLORES**



APIZACO, TLAX., ABRIL 2026



Tzompantepec, Tlaxcala, 28/octubre/2025

Oficio No. MM-677/2025

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):	ANDREA ROSSANO JUSTO
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	C19371319
Nombre del Proyecto:	"ANÁLISIS DE OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS CON ERP EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA".
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. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MTRO. EFREN SÁNCHEZ FLORES
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
[241] 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **08/Diciembre/2025**

ANDREA ROSSANO JUSTO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
CON NÚMERO DE CONTROL C19371319.
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: **"ANÁLISIS DE OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS CON ERP EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA"**, 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 empastado, 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 LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



CYAL/Gsc*

ccp. Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que hicieron posible el desarrollo y culminación de esta etapa tan importante en mi formación profesional.

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres por su guía y perseverancia durante estos años de mi preparación ya que sin ellos este gran logro nunca hubiera sido posible, porque sin importar que tan difícil sea siempre contaré con su respaldo incondicional para motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más retadores.

A mis hermanas que siempre me acompañaron en todo momento, y que son mi más grande motivación para seguir adelante y superarme día con día.

A mi asesor externo el Ing. Omar Alfredo Ventura Carbajal por su guía, enseñanza, paciencia y orientación constante que me ayudaron a encaminar correctamente el desarrollo del proyecto, ya que su experiencia y claridad en esta área de aplicación fue de gran ayuda no solo a fortalecer el contenido de este trabajo, sino a crecer como futura ingeniera.

A mi asesor interno el Mtro. Efrén Sánchez Flores por su apoyo, empatía, contribución académica y amistad a lo largo de esta etapa de preparación profesional ya que su apoyo fue parte fundamental para mantener el enfoque y la calidad del trabajo. Agradezco profundamente la confianza que depositó en mi y el apoyo brindado en los momentos clave de este proceso. Sin duda, su acompañamiento fue un pilar fundamental para la culminación exitosa de este proyecto.

Al equipo de operaciones de ATX Business Solutions, por su acompañamiento, orientación técnica y aportes valiosos durante la configuración, validación y puesta en marcha del sistema de Dynamics 365 F&O. Gracias por compartir su conocimiento y permitirme formar parte de un proceso tan enriquecedor y profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de alguna manera formaron parte de este proceso, directa o indirectamente, y que con sus palabras, acciones o ejemplo me impulsaron a concluir esta etapa con compromiso y dedicación.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	2
PRELIMINARES	3
RESUMEN.....	3
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
INTRODUCCIÓN	8
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA DE TRABAJO	8
Área de Trabajo	9
1.2 PROBLEMA A RESOLVER	9
1.3 OBJETIVO GENERAL	10
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.5 ALCANCES DEL PROYECTO	11
Lo que sí incluye.....	11
Lo que no incluye.....	11
1.6 DELIMITACIONES DEL PROYECTO	12
Temporal.....	12
Espacial	12
Técnica	12
1.7 RECURSOS Y LIMITACIONES	12
Recursos Disponibles	12
Limitaciones	13
1.8 JUSTIFICACIÓN	13
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	14
2.1 MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	14
2.1.1 Tipos de Mantenimiento.....	14
2.1.2 Indicadores Clave de Rendimiento de Mantenimiento (KPI's)	18
2.2 GESTIÓN DE ACTIVOS	33
2.2.1 Ciclo de Vida de un Activo	34
2.2.2 Normas y Marcos de Referencia.....	35
2.3 MICROSOFT DYNAMICS 365 FINANCE & OPERATIONS.....	39
2.3.1 Origen y Evolución	39
2.3.2 Beneficios de la Implementación.....	39
2.3.3 Componentes Principales	41
2.3.4 Ventajas del Sistema.....	43
2.4 MÓDULO DE GESTIÓN DE ACTIVOS EN DYNAMICS 365	45

2.4.1	Objetivo del Módulo	45
2.4.2	Funcionalidades Principales	46
2.4.3	Tipos de Mantenimientos que Permite Gestionar	48
2.4.4	Integración con Otros Módulos	49
2.4.5	Beneficios específicos para el Área de Mantenimiento	50
2.5	COMPARACIÓN ENTRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO Y SU RELACIÓN CON DYNAMICS 365 F&O	52
2.6	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO	52
2.6.1	Importancia de Planificar	52
2.6.2	Herramientas de Planificación	53
2.6.3	Flujos de Aprobación	54
2.6.4	Matriz de Criticidad.....	56
2.7	INTELIGENCIA DE NEGOCIOS APLICADA AL MANTENIMIENTO.....	56
2.7.1	Definición de Power BI (Business Intelligence)	56
2.7.2	Ventajas del Análisis Visual	57
2.8	INDUSTRIA 4.0 EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	58
CAPÍTULO 3: DESARROLLO.....		60
3.1	CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS EN DYNAMICS 365 F&O: Enfoque en Control, Mantenimiento y Ciclo de Vida de Equipos	60
3.1.1	Parámetros iniciales del módulo de Administración de activos	60
3.2	ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE DATOS	80
3.2.1	Procesos de Validación	80
3.2.2	Resultados del Análisis.....	81
3.3	CARGA MASIVA DE INFORMACIÓN MEDIANTE LAYOUTS	82
3.4	INTERCONEXIÓN ENTRE DYNAMICS 365 F&O Y POWER BI	85
CAPITULO 4: RESULTADOS.....		87
4.1	INDICADORES DE DESEMPEÑO	88
4.1.1	MTTR (<i>Mean Time To Repair</i>)	88
4.1.2	MTTF (<i>Mean Time To Failure</i>).....	89
4.1.3	MTBF (<i>Mean Time Between Failures</i>)	90
4.1.4	Disponibilidad Operativa.....	91
4.1.5	Costos de Mantenimiento por Activo	92
4.2	ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO	92
4.3	PROPUESTA DE MEJORA.....	93
CAPITULO 5: CONCLUSIONES.....		94
COMPETENCIAS ADQUIRIDAS Y/O APLICADAS		95

FUENTES DE INFORMACIÓN	96
------------------------------	----

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Mantenimiento Correctivo.....	15
Ilustración 2.	Mantenimiento Preventivo.....	16
Ilustración 3.	Mantenimiento Predictivo	17
Ilustración 4.	Mantenimiento Autónomo	18
Ilustración 5.	KPI's de Mantenimiento.....	18
Ilustración 6.	Estructura de aplicación de los Indicadores.....	19
Ilustración 7.	MTTR.....	20
Ilustración 8.	MTTF	23
Ilustración 9.	MTBF	26
Ilustración 10.	Parámetros de administración de activos	61
Ilustración 11.	Niveles de Servicio de Activos.....	63
Ilustración 12.	Tipos de Ubicación Técnica	64
Ilustración 13.	Modelos de ciclo de vida de las Ubicaciones Técnicas.....	65
Ilustración 14.	Estados de ciclo de vida de las Ubicaciones Técnicas	66
Ilustración 15.	Modelos de ciclo de vida de los Activos.....	67
Ilustración 16.	Estados de ciclo de vida de los Activos	68
Ilustración 17.	Tipos de activos.....	69
Ilustración 18.	Tipos de solicitud de mantenimiento.....	71
Ilustración 19.	Modelos de ciclo de vida de las Solicitudes de mantenimiento	72
Ilustración 20.	Estados de ciclo de vida de las Solicitudes de mantenimiento	73
Ilustración 21.	Tipo de orden de trabajo	74
Ilustración 22.	Configuración del proyecto.....	76
Ilustración 23.	Modelos de ciclo de vida de las Ordenes de trabajo	77
Ilustración 24.	Estados de ciclo de vida de las Ordenes de trabajo	78
Ilustración 25.	Trabajadores	79
Ilustración 26.	MTTR - Comparativo	88
Ilustración 27.	MTTF - Comparativo	89
Ilustración 28.	MTBF - Comparativa	90
Ilustración 29.	Dis. Op - Comparativa	91
Ilustración 30.	Cost. Mtto - Comparativa.....	92

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.	MTTR – MAULEC
Gráfico 2.	Tendencia mensual - MAULEC
Gráfico 3.	MTTF – MAULEC
Gráfico 4.	Tendencia del MTTF – MAULEC
Gráfico 5.	MTBF – MAULEC
Gráfico 6.	Tendencia mensual del MTBF – MAULEC
Gráfico 7.	Tiempo programado vs real

- Gráfico 8. Disponibilidad operativa por activo
Gráfico 9. Costo total del mantenimiento por activo
Gráfico 10. Costo por hora operativa de cada activo

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Cálculo del MTTR por activo crítico
Tabla 2. MTTF por sensor desechable
Tabla 3. Registro de horas y número de fallas por activo
Tabla 4. Disponibilidad operativa por activo en el mes de mayo
Tabla 5. Costo de mantenimiento por activo
Tabla 6. Elementos configurados por sectores en el módulo de Administración de activos
Tabla 7. Carga de información de MTTO - MAULEC

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los activos dentro de una empresa es un factor clave ya que garantizan la continuidad operativa y minimizan los costos de mantenimiento, teniendo en cuenta esto la Pasteurizadora Maulec, ubicada en Puebla, es una empresa mexicana que se dedica a la producción, pasteurización, y venta de leche de vaca, actualmente enfrenta dificultades en el control y planificación del mantenimiento de sus activos, lo que genera fallas inesperadas, incrementa los costos operativos y reduce la eficiencia productiva. Para abordar esta situación, en este proyecto se propone implementar un nuevo plan de mantenimiento, así como también implementar el módulo de gestión de activos de **Dynamics 365 Finance and Operations**, integrando las competencias de un Ingeniero Electromecánico para fortalecer la gestión técnica y operativa de los equipos industriales en la Pasteurizadora Maulec.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA DE TRABAJO

Se desempeñan las actividades de Residencias Profesionales dentro de la empresa **ATX BUSINESS SOLUTIONS**, ubicada en **Apizaco, Tlaxcala**, que es una empresa consultora, especializada en la implementación de soluciones de **Microsoft Dynamics** como **ERP, CRM, Office 365 y Azure**.

ATX Business Solutions fue inaugurada en el año **1994** y ha jugado un papel importante en la implementación de Microsoft Dynamics en la mayoría de las empresas ubicadas en **México, España y Centroamérica**, algunas empresas con las que han colaborado son:

1. **Grupo Maulec:** empresa mexicana con más de 50 años de experiencia de la industria láctea, especializada en la producción y pasteurización de leche, además de la fabricación de productos de cartón.
2. **Farmatodo:** cadena de farmacias de autoservicios líder en la venta directa de medicamentos, productos de cuidado personal, productos para el hogar, belleza, y comestibles.
3. **Pinehurst Manufacturing:** empresa líder en la fabricación de ropa deportiva, con presencia internacional y con oficinas en Honduras, Atlanta y Suiza.
4. **Bissu:** empresa mexicana líder en la venta y fabricación de cosméticos.
5. **Alcione:** empresa mexicana líder en la distribución de material y equipo eléctrico.
6. **Euwe Eugen Wexler:** empresa líder en la inyección de plásticos, enfocada a la producción de autopartes plásticas automotrices.
7. **Etc.**

Desde su apertura, la empresa ha crecido y evolucionado, enfocándose en el compromiso perseverancia y resiliencia.

Actualmente ATX ha crecido exponencialmente y ha logrado inaugurar una Oficina en Puebla en el año 2010 y otra oficina en Chile en el año 2018, las cuales atienden más de 100 proyectos Nacionales e Internacionales de implementación de las tecnologías de Microsoft Dynamics.

Área de Trabajo

La residencia profesional se lleva a cabo en dos entornos organizacionales: el departamento de Operaciones de la empresa ATX y el departamento de Mantenimiento y Tecnología de la empresa Pasteurizadora Maulec. En ATX, el puesto desempeñado es el de **Practicante en Dynamics 365**, donde se recibe capacitación especializada en el uso del sistema **Microsoft Dynamics 365 Finance & Operations**. Esta formación tiene como objetivo desarrollar las habilidades necesarias para aplicar esta herramienta en entornos empresariales reales.

Por otro lado, en Pasteurizadora Maulec se colabora estrechamente con el área de Mantenimiento, apoyando en el análisis y optimización de sus procesos mediante la implementación del módulo de gestión de activos dentro de Dynamics 365. La colaboración se enfoca en brindar un servicio de calidad que supere las expectativas del cliente, contribuyendo al desarrollo de soluciones que mejoren la planificación, control y gestión del mantenimiento. Además, la plataforma Dynamics 365 permite analizar los gastos operativos de manera detallada, lo cual representa un valor añadido para la toma de decisiones estratégicas en la organización.

Dentro del área de Mantenimiento en Pasteurizadora Maulec, la gestión eficiente de los activos es fundamental para garantizar la continuidad operativa y minimizar tiempos de inactividad. A través de la implementación del módulo de gestión de activos en Dynamics 365, se busca estructurar y centralizar la información relacionada con órdenes de trabajo, mantenimientos preventivos y correctivos, historial de fallas, uso de repuestos y programación de actividades. Esta información es clave para el análisis de Indicadores Clave de Desempeño (KPI's), los cuales permiten medir la eficiencia del mantenimiento, evaluar el cumplimiento de los planes programados, identificar áreas de mejora y tomar decisiones basadas en datos. La integración de estos indicadores en herramientas como Power BI facilita la visualización y seguimiento continuo de la operación, promoviendo una cultura de mejora continua dentro del área de mantenimiento.

1.2 PROBLEMA A RESOLVER

En el ámbito industrial, la eficiencia operativa y la gestión de costos son fundamentales para la competitividad. Sin embargo, muchas de las organizaciones que existen actualmente enfrentan desafíos significativos en la planificación y ejecución de sus planes de mantenimiento. Según un estudio de la *Asociación Internacional de Mantenimiento en el año 2022* dice que hasta el 30% del presupuesto destinado al área de mantenimiento puede

desperdiciarse debido a una falta de estrategia adecuada en la asignación de recursos y la planificación las diferentes actividades. Este proyecto se centra en el análisis de optimización en el área de mantenimiento por medio de **KPI's**, dicha información será obtenida del sistema de **Microsoft Dynamics 365 Finance & Operations** y presentada a través de un informe en **Power BI** para su mejor visualización y comprensión, a través de este enfoque, se busca la visualización del impacto que genera el uso de esta herramienta de Microsoft, ya que este sistema promete mejorar la gestión, optimizar procesos, aumentar la productividad y la correcta integración de las diferentes áreas de la empresa.

La **Pasteurizadora Maulec** cuenta con una gran cantidad de activos que requieren un mantenimiento periódico para así garantizar su buen funcionamiento. Sin embargo, el sistema actual de gestión de mantenimiento que maneja la empresa (*GIM, Gestión Integral de Mantenimiento*) presenta algunas deficiencias como, por ejemplo:

- Falta de un Plan de Mantenimiento automatizado
- Falta de un Sistema digital especializado y enfocado en el mantenimiento a activos con comunicación directa a otras áreas de la empresa.
- Desconocimiento del estado actual o real de los activos.
- Costos elevados debido a paros inesperados y fallos imprevistos.
- Aumento considerable de los mantenimientos correctivos.
- Falta de un control de los paros de los activos.

Dados los puntos anteriores, se propone implementar el módulo de gestión de activos de Dynamics 365 Finance and Operations para optimizar la planificación y ejecución del mantenimiento, mejorar la gestión de los recursos y reducir costos operativos.

Este análisis no solo permitirá saber el impacto del uso del sistema, sino también ayudará a cualquier empresa a optimizar y controlar todos los planes de mantenimiento.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Integrar las competencias de un Ingeniero Electromecánico en la implementación del módulo de gestión de activos de Dynamics 365 en la Pasterizadora Maulec para optimizar y gestionar la planificación del mantenimiento reducir costos, mejorar la productividad, reducir fallos inesperados y tener un historial completo de cada activo para auditorías y análisis y mejorar la eficiencia operativa de la empresa.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las necesidades de la Pasterizadora Maulec en el área de mantenimiento.
- Analizar la información proporcionada por el personal de la Pasterizadora Maulec sobre la implementación de los mantenimientos a sus máquinas.

- Desarrollar una propuesta para disminuir los costos de mantenimiento y la cantidad de mantenimientos correctivos.
- Realizar un prototipo en una base de pruebas de la Pasteurizadora Maulec con activos y ubicaciones técnicas reales.
- Alta de activo en sistema para tener un control de estos.
- Alta de refacciones en el sistema para el correcto seguimiento de estas, así como el control del consumo en sus respectivos activos.
- Alta de trabajadores del área de mantenimiento para una correcta asignación de tareas de mantenimiento (especializados por operación) y así tener una correcta extracción de información.
- Capacitar al personal que hará uso del Sistema de Dynamics 365 para el área de mantenimiento.
- Poner en marcha el sistema.
- Evaluar el impacto de la implementación en los costos, eficiencia y operatividad del mantenimiento.

1.5 ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto abarcará la implementación del módulo de gestión de activos de Dynamics 365 Finance and Operations en la Pasteurizadora Maulec, con un enfoque en la optimización del mantenimiento de los activos críticos de la empresa, para esto, se considerarán los siguientes puntos:

Lo que sí incluye

- Configuración del módulo de gestión de activos.
- Integración de los procesos existentes de mantenimiento.
- Aplicación del conocimiento del Ingeniero Electromecánico en la optimización de procesos.
- Capacitación a usuarios de la Pasteurizadora Maulec.
- Evaluación de la implementación del sistema.
- Dar acceso al personal de la Pasteurizadora Maulec a la app **Finance and Operations** para administrar, modificar, visualizar el estado real de los activos y ordenes de trabajo en todo momento y dar de alta nueva información en el Módulo de Administración de Activos desde un dispositivo móvil.

Lo que no incluye

- Desarrollo de nuevas funcionalidades dentro de Dynamics 365 ya que eso es parte de otro departamento.

- Integraciones con sistemas no relacionados con el mantenimiento.
- Implementación fuera del departamento de mantenimiento.

1.6 DELIMITACIONES DEL PROYECTO

Temporal

El proyecto tendrá una duración de cuatro meses, comprendidos entre el **10 de febrero de 2025 y el 10 de junio de 2025**.

Espacial

La implementación se realizará exclusivamente entre las instalaciones de **ATX Bussines Solutions** dentro del área de **Operaciones** y la empresa **Pasteurizadora Maulec** dentro del departamento de **Mantenimiento y Tecnología**.

Técnica

El proyecto se enfocará en la **configuración e implementación del módulo de gestión de activos de Dynamics 365 Finance and Operations**, sin modificar su estructura base ni desarrollar nuevas funcionalidades personalizadas aun que el cliente lo pida ya que esas actividades pertenecen a otra área dentro de la empresa ATX.

1.7 RECURSOS Y LIMITACIONES

Recursos Disponibles

- Software Dynamics 365 con módulo de gestión de activos.
- Acceso a la Val de pruebas de ATX y la de la Pasterizadora Maulec, así como también al Live que es la base oficial en la que podrá trabajar el personal de la Pasterizadora Maulec.
- Acceso a la información actual del área de producción y mantenimiento de la Pasterizadora Maulec.
- Infraestructura existente en la empresa ATX y parte de la Pasterizadora Maulec.
- Comunicación directa con gerentes de Producción y Mantenimiento de la Pasterizadora Maulec.

Limitaciones

- Disponibilidad del personal para la capacitación.
- Dependencia de la infraestructura actual de la Pasteurizadora Maulec.
- Soporte técnico de 15 días a 1 mes dependiendo de las indicaciones al momento por parte del personal de la Pasteurizadora Maulec.

1.8 JUSTIFICACIÓN

La gestión eficiente del mantenimiento es fundamental para garantizar la continuidad operativa, la productividad y la vida útil de los activos en una planta industrial. Sin embargo, muchas organizaciones carecen de herramientas que les permitan visualizar, analizar y evaluar de forma efectiva el desempeño de sus procesos de mantenimiento. En este contexto, la implementación de indicadores clave de desempeño (*KPI's*) se convierte en una herramienta estratégica que permite no solo medir el rendimiento, sino también respaldar la toma de decisiones y facilitar auditorías internas y externas.

Este proyecto tiene como finalidad diseñar un sistema de medición de **KPI's** integrados con el módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365, con enfoque en los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo. La recopilación, análisis y visualización de estos indicadores a través de herramientas como Power BI permitirá identificar desviaciones, optimizar recursos, reducir fallas inesperadas, y generar reportes confiables para auditorías. Asimismo, los KPI's facilitarán a los responsables de mantenimiento y a la alta dirección la toma de decisiones informadas, alineadas con los objetivos de eficiencia operativa y cumplimiento normativo.

En resumen, este proyecto contribuye a cerrar la brecha entre la operación diaria del área de mantenimiento y los requerimientos estratégicos de la organización, aportando valor a través del análisis de datos y la inteligencia operativa.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El mantenimiento es considerado una de las actividades más longevas de la humanidad debido a que hay registros históricos de que la civilización realizaba diversas técnicas de mantenimiento a sus herramientas de caza y otros artilugios. Muchos años después con la evolución del hombre y el desarrollo de la tecnología tenemos lo que hoy en día se conoce como mantenimiento, pero al enfocarlo al área industrial se obtiene un conjunto de actividades tanto técnicas como administrativas destinadas a preservar o restaurar la funcionalidad de los equipos e instalaciones en una Fábrica Industrial. Este tipo de actividades tienen como principal objetivo asegurar la continuidad operativa, minimizar tiempos de inactividad y garantizar la seguridad en el entorno laboral.

Dentro de la industria alimentaria, el mantenimiento de equipos cumple una función fundamental ya que garantiza la continuidad operativa, la seguridad alimentaria y el cumplimiento de normativas que como bien se sabe son de suma importancia dentro de esta industria. Los equipos específicos como los pasteurizadores, las líneas y los tanques de envasado, los tanques de alimentación y los sistemas de refrigeración requieren una disponibilidad constante para asegurar la inocuidad de los productos, es por esto que una falla inesperada en estas máquinas sería totalmente catastrófico ya que podría derivar en una contaminación cruzada, pérdida de grandes cantidades de producto o incumplimiento de normas sanitarias y es aquí donde se visualiza con gran facilidad el cumplimiento y la fiabilidad de una buena gestión e implementación del plan de mantenimiento interno. Es por ello que actualmente las empresas están invirtiendo en sistemas como Dynamics 365 F&O ya que como se había mencionado anteriormente este es uno de los mejores sistemas para gestionar y administrar al área de mantenimiento de cualquier empresa ya que tiene la versatilidad de adaptarse a cualquier tipo empresa, ya sea grande, mediana o pequeña, e incluso se adapta a cualquier sector de trabajo.

2.1.1 Tipos de Mantenimiento

La existencia de una gran variedad de empresas, de diferentes sectores de aplicación, ha ocasionado que con el paso del tiempo se hayan desarrollado diversas variantes del mantenimiento, es por eso que actualmente existen más de 10 tipos diferentes, pero para generar un enfoque claro, este proyecto se enfocará únicamente en 4 tipos ya que la empresa Maulec (que es la empresa de la que se va a obtener la información para este proyecto) planea realizar sus mantenimientos con estos tipos específicos, dentro de los cuales son:

2.1.1.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es uno de los más utilizados dentro de la industria, debido a que en ocasiones no se tiene establecido un buen plan de mantenimiento o bien falta presupuesto. Este tipo de mantenimiento se basa en todas aquellas actividades que se deben realizar cuando un activo tiene un paro inesperado por fallas, ya sea en el sistema eléctrico o en el sistema mecánico, dichas actividades pueden ir desde el cambio de alguna pieza, hasta un problema más grave del cual no se tenga conocimiento en el momento, sino hasta que se desarma la máquina.



Ilustración 1. Mantenimiento Correctivo

Su principal objetivo como bien se sabe es restaurar el funcionamiento de la máquina debido a que cada minuto que pasa con la máquina detenida por fallas ocasiona una gran pérdida económica para la empresa, es por eso que este tipo de mantenimiento es considerado uno de los más costosos, por lo que las grandes industrias hacen lo posible para no tener que utilizarlo.

2.1.1.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de intervenciones programadas como limpieza y reemplazo de componentes, que permiten economizar gran parte del proceso de mantenimiento, prolongar la vida útil de los activos y así evitar los paros por fallas inesperadas.



Ilustración 2. Mantenimiento Preventivo

Dentro de sus ventajas más destacadas está la capacidad de planificar y programar las intervenciones que se desean tener en cada activo, lo que permite a las industrias gestionar sus recursos de una manera más eficiente, ya que reduce considerablemente los paros en líneas de producción por fallas inesperadas y de igual manera evita gastos considerables innecesarios para la empresa. Cabe mencionar que este tipo de mantenimiento puede utilizarse en cualquier tipo de activo, incluyendo cosas muy comunes como una simple silla de escritorio hasta máquinas más complejas como sistemas de refrigeración o pasteurizadores, etc.

2.1.1.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo se apoya de las nuevas tecnologías para así anticipar fallos dentro de los activos antes de que ocurran. Este tipo de mantenimiento se apoya directamente de sensores y diversas herramientas de monitoreo ya que permiten evaluar el estado en tiempo real de los activos. Dicho esto, solo en ocasiones muy específicas se llegan a hacer intervenciones humanas, un ejemplo de estos casos es cuando los datos indicados por los dispositivos inteligentes se salen de los parámetros previamente establecidos, lo que optimiza el uso de recursos dentro de las empresas.



Ilustración 3. Mantenimiento Predictivo

Una de las ventajas más destacadas de este tipo de mantenimiento es la **precisión en todas las lecturas** e intervenciones, ya que esto ayuda a evitar paros inesperados y costos excesivos e imprevistos. Por otro lado, aunque este tipo de mantenimiento suele requerir una inversión inicial mucho más considerable ya que se requiere de bastante tecnología y capacitación para el personal, los beneficios a largo plazo suelen superar esos costos elevados. Sin embargo, cabe mencionar que la efectividad de este mantenimiento depende completamente de la calidad y precisión de los datos recolectados y del análisis realizado por el personal.

2.1.1.4 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo tiene un enfoque muy particular debido a que este se basa en actividades diarias, es decir, rutinarias, las cuales son realizadas por los operadores y constan de funciones básicas como **limpieza, inspecciones visuales y lubricación**, pero que sin duda llegan a hacer una gran diferencia a corto y largo plazo. Por otro lado, es importante mencionar que para que los operadores logren realizar las actividades requieren de capacitación básica para que así puedan identificar y solucionar problemas básicos, lo que permite optimizar el uso de recursos.

La gran ventaja de este tipo de mantenimiento es que no requiere de costos elevados ya que en este se realizan actividades sumamente sencillas y de fácil aplicación.



Ilustración 4. Mantenimiento Autónomo

2.1.2 Indicadores Clave de Rendimiento de Mantenimiento (KPI's)

Los indicadores de rendimiento de mantenimiento, más conocidos como **KPI's** (*Key Perform Indicators*), son métricas estandarizadas que se utilizan para evaluar la eficiencia y efectividad de un plan de mantenimiento, ya sea asistido por IA (como es el caso de Maulec con el uso del sistema de Dinamics F&O) o bien de manera interna mediante herramientas como Microsoft Excel.

Estos indicadores permiten medir el desempeño de las actividades de mantenimiento, identificar áreas de mejora y optimizar recursos para así poder garantizar el funcionamiento continuo de los equipos y la maquinaria.



Ilustración 5. KPI's de Mantenimiento

Al hacer uso de los KPI's en el área de mantenimiento, los objetivos tienden a cuantificarse, por lo que con mucha facilidad se puede analizar la información sobre la evolución de los proyectos o actividades realizadas en tiempo real.

Existen varias categorías de KPI's de mantenimiento, como por ejemplo los adelantados y los retrasados. Para tener un mejor panorama de entendimiento un indicador adelantado es aquel que ayuda a tener una noción de eventos futuros incluyendo algunas métricas como el

cumplimiento del mantenimiento o bien una presentación del rendimiento estimado frente al real y, por otro lado, los indicadores retrasados son aquellos que únicamente incluyen métricas actuales como por ejemplo el tiempo medio entre fallos, tiempo medio de reparación y algunos otros.

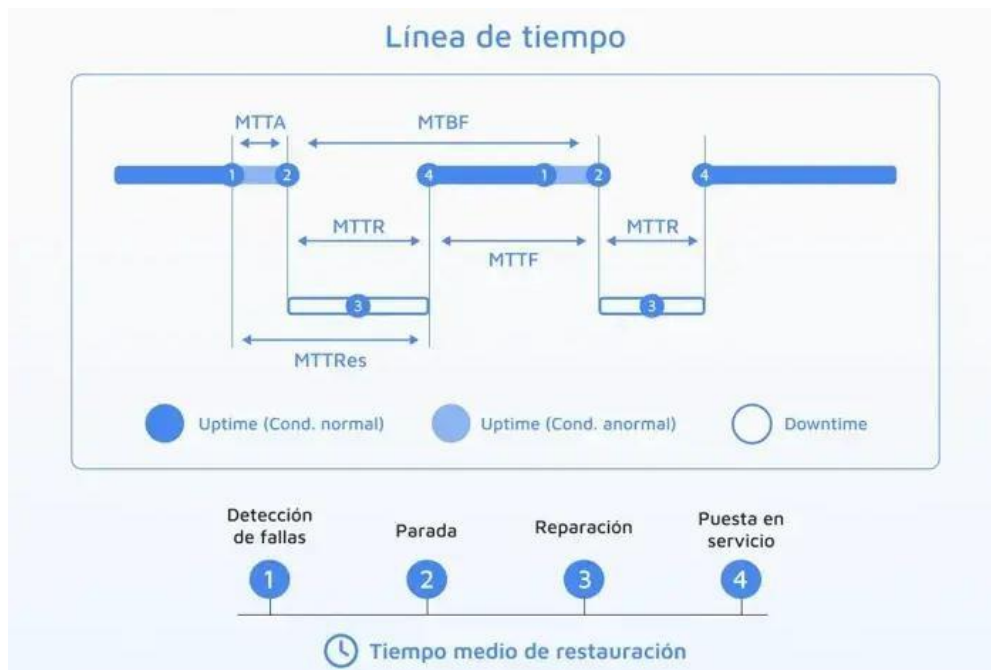


Ilustración 6. Estructura de aplicación de los Indicadores

Dicho esto, a continuación, se desglosarán los 5 tipos de KPI's que se utilizarán para el desarrollo de este proyecto.

2.1.2.1 MTTR (Tiempo medio de reparación de activos)

Este indicador también conocido como *Mean Time to Repair* por sus siglas en inglés es una métrica utilizada en el área de mantenimiento para medir el tiempo medio que se tarda el personal de la planta en restaurar una máquina o un activo después de que se produce una falla, esto con el fin de contabilizar la efectividad, productividad y respuesta del equipo de mantenimiento y los planes de mantenimiento de la empresa.

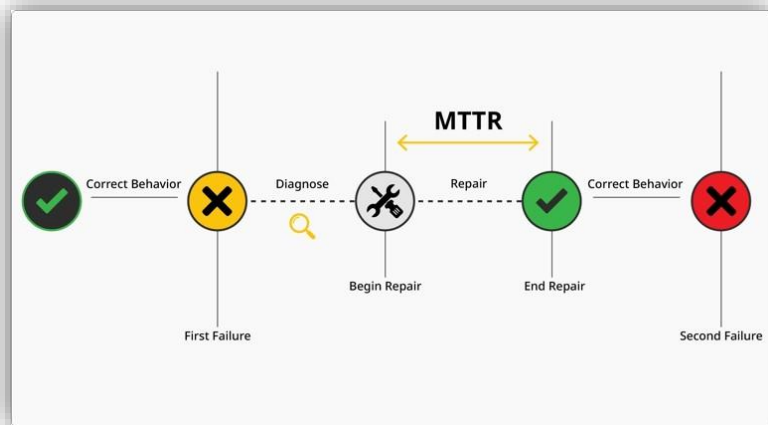


Ilustración 7. MTTR

El **MTTR** ayuda a todas las organizaciones a minimizar el tiempo muerto de la operación de mantenimiento y con la ayuda del constante monitoreo otorgado por el sistema de Dynamics 365 F&O se busca incrementar el tiempo operacional de la organización y su productividad.

Al poner en marcha este indicador y al hacer un análisis a fondo de la información, la eficiencia de los sistemas mejorará considerablemente ya que se mantendrán los equipos con un buen mantenimiento y control de este.

Dicho esto, para poder calcular este indicador es necesario tomar en cuenta la siguiente formula:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones realizadas}}$$

Cabe recalcar que el contexto de la fórmula a pesar de parecer totalmente básico realmente puede hacer la diferencia entre tener una mayor o menor eficiencia de las máquinas o los activos y también un mayor control de este como anteriormente se había comentado.

Ejemplo:

Durante el mes de **mayo del año 2024**, se registraron fallas en distintos activos críticos dentro de la Pasteurizadora Maulec. En este caso en específico se atendieron cinco ordenes de trabajo de mantenimiento correctivo correspondientes a **tres activos diferentes**: una **bomba centrífuga**, un **pasteurizador** y un **compresor de aire**.

Se muestra a continuación una tabla, la cual muestra la información relacionada.

Tabla 1. Cálculo del MTTR por activo crítico

	Orden de trabajo	Activo	Tiempo de reparación (horas)
	OT - 0001	Bomba centrífuga 2 (Limpieza de tanques)	2.5
	OT - 0002	Pasteurizador 4	3.0
	OT - 0003	Compresor de aire 07	4.0
	OT - 0004	Bomba centrífuga 2 (Limpieza de tanques)	2.0
	OT - 0005	Compresor de aire 07	3.5
Total			15.0

Cálculo:

$$MTTR = \frac{15.0 \text{ hrs}}{5 \text{ reparaciones}} = 3.0 \text{ hrs}$$

El resultado anterior se puede interpretar como que el tiempo promedio para reparar un activo durante el mes fue de **3.0 hrs**. Este valor puede considerarse aceptable ya que el estándar interno es ≤ 4 horas. Sin embargo, si hay activos con reparaciones recurrentes y tiempos elevados (como el **compresor de aire 07**, con tiempos de 4.0 y 3.5 hrs), por lo que se sugiere evaluarlos a fondo o revisar el plan de mantenimiento preventivo con el fin de disminuir la ocurrencia de fallas.

Teniendo en cuenta lo anterior el personal interno dentro de Maulec podrá tomar acciones de mejora como, por ejemplo:

- Revisar causas raíz en el equipo.
- Evaluar si las herramientas y refacciones están disponibles en tiempo.
- Mejorar la asignación de técnicos enfocados al área de especialidad requerida.
- Implementar instrucciones estándar de reparación para reducir variaciones.

Graficando el ejemplo, se visualiza de la siguiente manera:

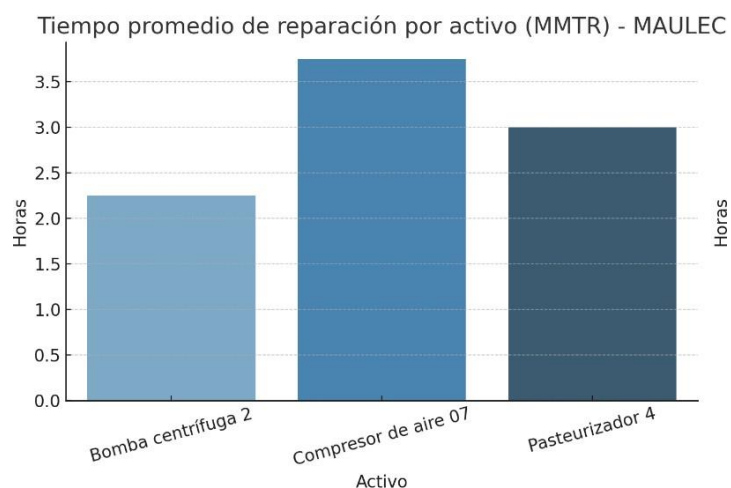


Gráfico 1. MTTR - MAULEC

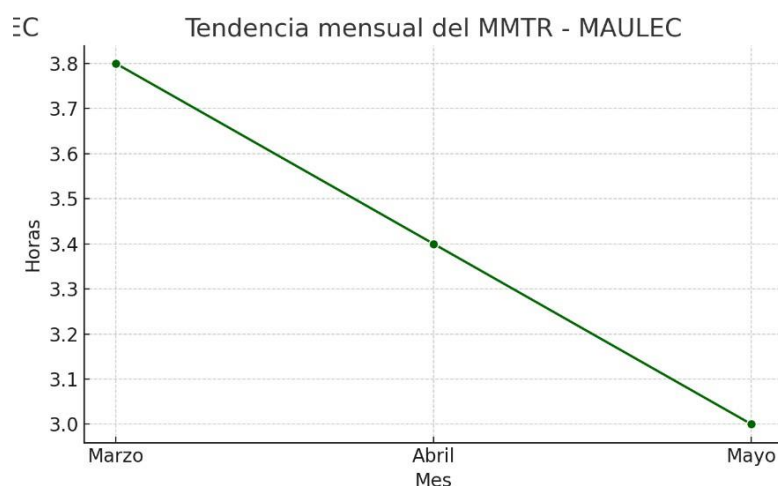


Gráfico 2. Tendencia mensual - MAULEC

El **Gráfico de barras** muestra el tiempo promedio de reparación por tipo de activo (bomba, pasteurizador, compresor).

El **Gráfico de línea** representa la tendencia mensual del MTTR, evidenciando una mejora progresiva en los tiempos de reparación entre el periodo del mes de marzo a mayo).

2.1.2.2 MTTF (Tiempo medio hasta el fallo)

El **MTTF** es un indicador clave utilizado para realizar un seguimiento de vida útil de los activos que no pueden repararse y deben ser sustituidos directamente. Conocer la vida útil de estos activos permite a la empresa tomar decisiones estratégicas en relación con el inventario

existente, la producción realizada y el mantenimiento para garantizar el máximo tiempo de productividad de los activos.

El **MTTF** es responsable de medir el tiempo transcurrido desde la instalación de un activo hasta el momento del fallo, además indica el número medio de horas que dura cada activo, pieza o componente antes de que sea necesario sustituirlo, ya que hacer reemplazos de componentes periódicamente suele ser más económico que reemplazar toda la máquina, es por ello que este tipo de indicadores se suele usar en activos más pequeños y en componentes individuales, por ejemplo: rodamientos, bombas, válvulas, compresores, intercambiadores de calor, rodillos y bandas transportadoras, etc.

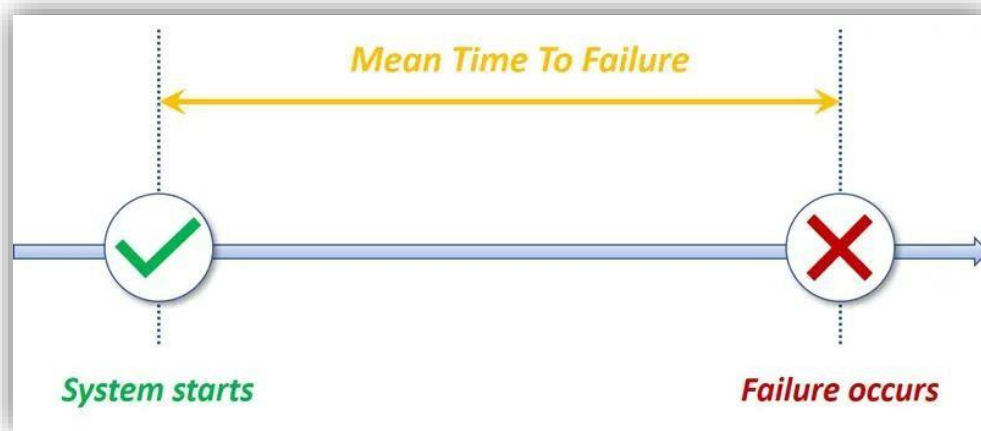


Ilustración 8. MTTF

Para el cálculo de este indicador se requiere conocer el número de piezas que se han reemplazado y el tiempo que ha durado cada una, ya que básicamente se necesitará calcular el número de horas que se utilizó cada pieza desde que se instaló hasta su sustitución (cuantos más datos se tengan, el cálculo del MTTF será más preciso).

El cálculo se realiza sumando el tiempo de funcionamiento total de los productos que se están evaluando y después se divide esa cifra para el número de activos, como se muestra en la siguiente expresión:

$$MTTF = \frac{\text{Total de horas de funcionamiento}}{\text{Número de activos}}$$

Dado que las horas de funcionamiento se dividen entre varios activos, hay que considerar que se tendrán que sumar todas las horas relacionadas, como antes de había comentado.

Ejemplo:

Durante el último trimestre, se monitoreó el funcionamiento continuo de tres activos críticos que no son reparables internamente y deben ser reemplazados al presentar alguna falla (por ejemplo, los sensores de temperatura desechables en tanques).

Tabla 2. MTTF por sensor desechable

	Activo	Horas de operación antes de la falla	Número de fallas registradas
	Sensor de temperatura ST56 - TP	600 hrs	1
	Sensor de temperatura ST32 - TP	550 hrs	1
	Sensor de temperatura ST27 - TP	650 hrs	1
Total		1 800 hrs	3 fallas

Cálculo:

$$MTTF = \frac{1\,800\text{ hrs}}{3\text{ fallas}} = 600\text{ hrs}$$

Interpretando el resultado anterior se tiene que el tiempo promedio que transcurre antes de que los sensores de temperatura fallen es de 600 hrs. Este dato puede servir como base para programar reemplazos preventivos, evitando interrupciones no planeadas en la producción o en los procesos de control de calidad.

Por lo tanto, el personal del área de mantenimiento de Maulec podrá tomar decisiones en base a los resultados obtenido, por ejemplo:

- Definir alertas de reemplazo basadas en tiempo promedio de falla realizando una configuración de máximos y mínimos dentro del sistema de Dynamics 365 F&O (por ejemplo, reemplazar cada 550 horas).
- Considerar sensores de mayor duración si el tiempo entre fallas es bajo.
- Realizar un análisis más a fondo sobre las condiciones de operación (humedad, calor, presión) ya que pueden estar acelerando las fallas de estos sensores.

Graficando el ejemplo, se visualiza de la siguiente manera:

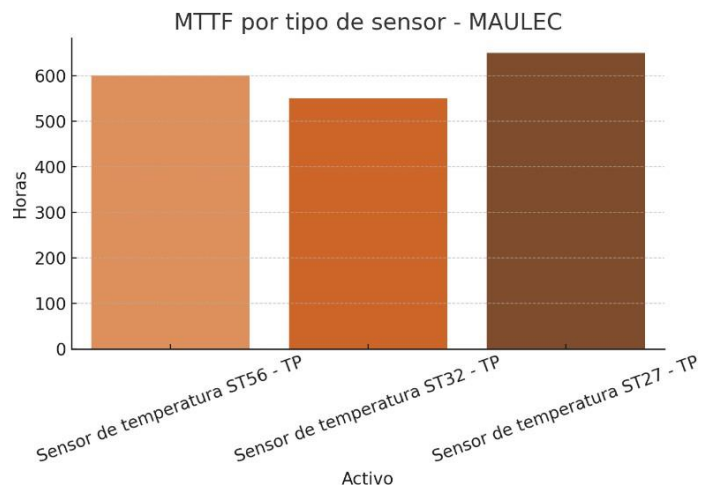
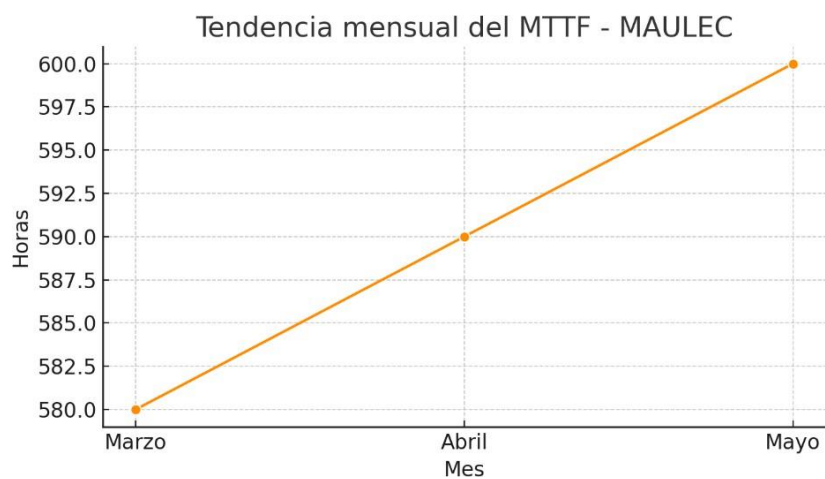


Gráfico 3. MTTF - MAULEC



El **Gráfico de barras** muestra cuántas horas de operación resistió cada sensor de temperatura antes de fallar.

Gráfico 4. Tendencia mensual del MTTF - MAULEC

muestra cuántas horas de operación resistió cada

El **Gráfico de línea** representa la tendencia mensual del MTTF, con una mejora constante en la confiabilidad de los sensores entre marzo y mayo.

2.1.2.3 MTBF (Tiempo promedio entre fallas consecutivas)

El **MTBF** es la medida de tiempo entre fallas reparables de una misma máquina. Esta métrica se utiliza principalmente para controlar tanto la disponibilidad como la fiabilidad de una máquina en específico (**cuanto mayor sea el tiempo entre fallas, más fiable será el sistema utilizado para la gestión del plan de mantenimiento**).

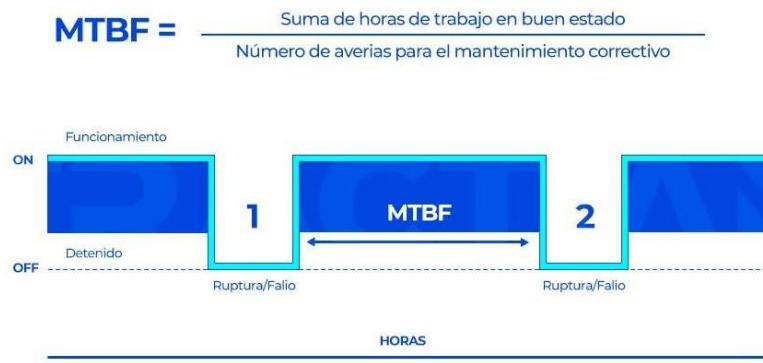


Ilustración 9. MTBF

Es importante considerar que la mayoría de los jefes del área de mantenimiento de las empresas buscan mantener el MTBF lo más bajo posible, es decir, que transcurran cientos de miles de horas (o incluso millones) entre las fallas presentadas de cada activo.

Como todos los indicadores, este se puede calcular utilizando una métrica aritmética simple, para calcularlo se debe elegir un periodo en específico (puede ir desde 6 meses, 1 año o incluso un periodo más extenso como por ejemplo de 5 años) después se hará la sumatoria del tiempo que estuvo disponible la máquina, a este número obtenido se le restará la sumatoria del tiempo de inactividad presentado y posteriormente se dividirá entre el número de fallos, como se muestra en la siguiente imagen:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Ejemplo:

Durante el mes de marzo, se realizó un análisis sobre el registro de las horas de operación y el número de fallas en tres equipos reparables en la planta de Maulec.

Tabla 3. Registro de horas y número de fallas por activo

	Activo	Horas de operación (marzo)	Número de fallas registradas
	Bomba centrífuga 2B	720 hrs	2
	Compresor de aire 07	680 hrs	1
	Pasteurizador 4	700 hrs	2
Total		2 100 hrs	5 fallas

Cálculo:

$$MTBF = \frac{2\,100 \text{ hrs}}{5 \text{ fallas}} = 420 \text{ hrs}$$

Al interpretar los resultados del cálculo se tiene que el **tiempo promedio que transcurre entre fallas** en estos equipos es de **420 hrs**, lo cual indica un buen nivel de confiabilidad para activos sometidos a condiciones exigentes. Sin embargo, si algún activo se encuentra sistemáticamente por debajo de este promedio, puede requerir ajustes en su mantenimiento preventivo o revisión de condiciones operativas.

En caso de que esto suceda se podrían tomar las siguientes acciones de mejora:

- Reforzar mantenimiento preventivo en activos con MTBF por debajo del promedio.
- Identificar patrones o causas repetitivas de las fallas presentadas.
- Instalar sensores para mantener un monitoreo continuo en activos críticos.
- Proporcionar capacitaciones recurrentes a los operadores si es que se llega a la conclusión de que las fallas presentadas están relacionadas con el uso.

Graficando el ejemplo, se visualiza de la siguiente manera:

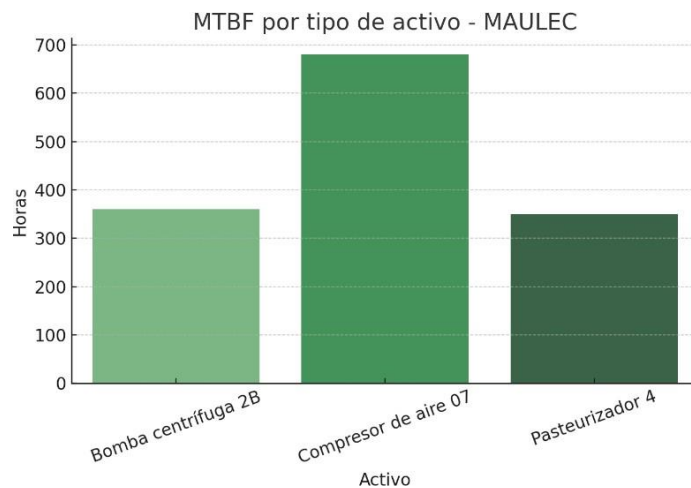


Gráfico 5. MTBF - MAULEC

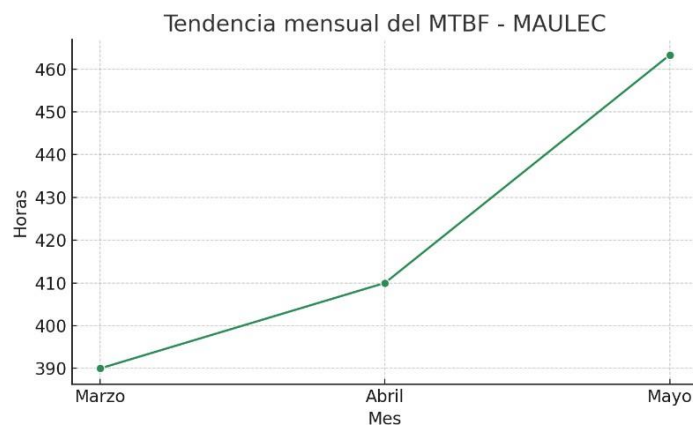


Gráfico 6. Tendencia mensual del MTBF - MAULEC

El **Gráfico de barras** muestra el MTBF por tipo de activo, mientras que el **Gráfico de línea** refleja la tendencia mensual del MTBF desde marzo hasta mayo, con una mejora progresiva en la confiabilidad de los activos.

2.1.2.4 Disponibilidad operativa

La **disponibilidad operativa** es un indicador clave que refleja el tiempo en que un equipo o sistema está en condiciones de funcionamiento respecto al tiempo total en el que se espera que esté disponible. Este indicador es un concepto central en la gestión de mantenimiento, ya que está directamente relacionado con la **capacidad de producción, eficiencia operativa y rentabilidad** de la empresa.

Este indicador puede calcularse de una manera muy sencilla, ya que podemos apoyarnos de los demás indicadores, es decir:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

Cabe mencionar que las industrias alimentarias requieren de diversos equipos que están involucrados en procesos continuos y sumamente sensibles al tiempo (pasteurización, refrigeración y envasado), es por esto que el uso o implementación de este indicador es de suma importancia ya que ayuda a minimizar **los tiempos de inactividad no planificada, aumentar la confiabilidad del equipo, reducir los costos por paros inesperados y contribuye al cumplimiento normativo en industrias reguladas** como lo son las alimentarias como la pasteurizadora Maulec.

Ejemplo:

Durante el mes de mayo, se monitorearon 3 activos críticos en la planta. A continuación, se registró su tiempo programado de operación y el tiempo real de funcionamiento.

Tabla 4. Disponibilidad operativa por activo en el mes de mayo

Activo	Tiempo programado (hrs)	Tiempo real de operación (hrs)	Disponibilidad (%)
Pasteurizador 4	720	700	97.22
Compresor de aire 07	720	690	95.83
Bomba centrífuga 2B	720	710	98.61

Cálculo:

→ Pasteurizador 48

$$\left(\frac{700 \text{ hrs}}{720 \text{ hrs}} \right) \times 100 = 97.22 \%$$

→ Compresor de aire 07

$$\left(\frac{690 \text{ hrs}}{720 \text{ hrs}} \right) \times 100 = 95.83 \%$$

→ Bomba centrífuga 2B

$$\left(\frac{710 \text{ hrs}}{720 \text{ hrs}}\right) \times 100 = \mathbf{98.61 \%}$$

En Maulec los puntos clave de la línea de producción presentan una disponibilidad operativa **superior al 95%**, lo cual es favorable ya que entra dentro del rango establecido. Esto muestra una gestión adecuada del mantenimiento. No obstante, el Compresor de aire 07 tuvo la menor disponibilidad, lo que puede interpretarse como que es necesario revisar sus planes de mantenimiento preventivo o condiciones de uso.

Otras posibles acciones de mejora que puede realizar el personal de Maulec pueden ser:

- Aumentar la cobertura del mantenimiento preventivo en activos con menor disponibilidad.
- Mejorar el tiempo de respuesta (MTTR) ante fallas críticas.
- Optimizar el inventario de refacciones para reducir tiempos muertos por espera de piezas.
- Implementar mantenimiento predictivo si hay sensores o historial suficiente.

Graficando el ejemplo, se visualiza de la siguiente manera:

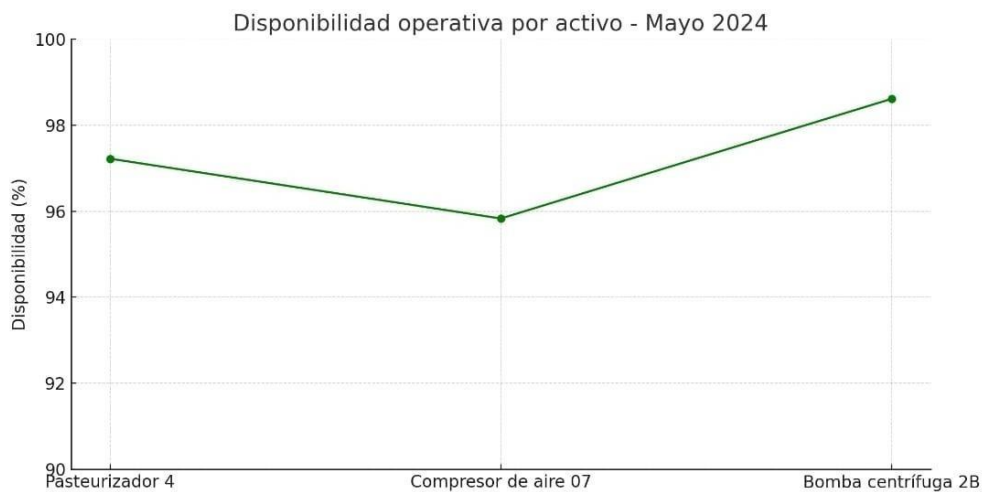


Gráfico 8.

Disponibilidad operativa por activo

El **Gráfico de barras** compara el tiempo programado vs. tiempo real de operación por activo, mientras que el **Gráfico lineal** muestra el porcentaje de disponibilidad operativa, de igual forma para cada activo utilizado para este ejemplo.

2.1.2.5 Costo de mantenimiento por activo

El costo de mantenimiento por activo es una métrica que representa el gasto total que implica mantener en óptimas condiciones cada activo (por ejemplo, una pasteurizadora, una caldera, o una línea de envasado) durante un periodo determinado. Estos costos deben incluir todo tipo de insumos, refacciones, mano de obra, servicios externos y tiempo improductivo asociado.

Esta métrica se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Costo de mantenimiento por activo} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento del activo}}{\text{Periodo analizado (mes /año)}}$$

Es importante implementar este indicador ya que ayuda a detectar activos costosos o ineficientes que generan más gasto del esperado, facilitar comparaciones entre equipos similares para identificar mejores prácticas, facilitar la toma de decisiones o rediseñar los mantenimientos y justificar inversiones en mantenimiento preventivo o predictivo.

En empresas alimentarias como lo es la pasteurizadora Maulec es fundamental el uso de este activo ya que es indispensable controlar los costos de equipos críticos como pasteurizadores o enfriadores, donde un mal mantenimiento no solo incrementa los costos, sino que también puede comprometer la inocuidad del producto y provocar grandes cantidades de pérdida de materia prima.

Por ejemplo, si un activo presenta un costo de mantenimiento anual excesivamente alto, puede evaluarse para su sustitución, automatización o intervención técnica de reparación a fondo.

Es importante mencionar que al contratar los servicios del sistema de Dynamics 365 F&O por parte de la Pasteurizadora Maulec, esta obtendrá muchos beneficios ya que este sistema permite la gestión total de los mantenimientos tanto correctivos como preventivos, predictivos y de demás índoles, por lo que se podrá disminuir considerablemente la existencia de estos y favoreciendo directamente al área de producción.

Ejemplo:

Durante el mes de febrero de 2024, se registraron los costos de mantenimiento en 3 equipos críticos. La siguiente tabla muestra el detalle de la problemática:

Tabla 5. Costo de mantenimiento por activo

Activo	Costo total de mantenimiento (MXN)	Horas reales de operación	Costo por hora operativa (MXN/hrs)
Pasteurizador 4	7 500	700	10.71
Compresor de aire 07	5 200	690	7.54
Bomba centrífuga 2B	3 200	710	4.51

Cálculo:

→ Pasteurizador 4

$$\frac{7\,500}{700} = 10.71 \text{ MXN/hrs}$$

→ Compresor de aire 07

$$\frac{5\,200}{690} = 7.54 \text{ MXN/hrs}$$

→ Bomba centrífuga 2B

$$\frac{3\,200}{710} = 4.51 \text{ MXN/hrs}$$

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, el Pasteurizador 4 **es el más costoso de operar**, con más del doble del costo por hora que la bomba. Esto podría deberse a varias razones, algunas de ellas son:

- Sus componentes son más caros.
- Requiere servicios externos especializados.
- No tiene un plan preventivo eficiente.

Este tipo de cálculos ayudan a que el personal operativo de la empresa Maulec pueda analizar y sustentar propuestas de mejora técnica y financiera para estos activos. Algunas de estas propuestas son:

- Evaluar si las órdenes de trabajo con mayor costo corresponden a activos críticos o si hay oportunidad de reducirlas.
- Revisar contratos de servicio externo para negociar mejores tarifas.
- Implementar mantenimiento predictivo para evitar fallas costosas.

→ Comparar los costos actuales contra el presupuesto proyectado del área de mantenimiento y ver el impacto que genera.

Graficando el ejemplo, se visualiza de la siguiente manera:

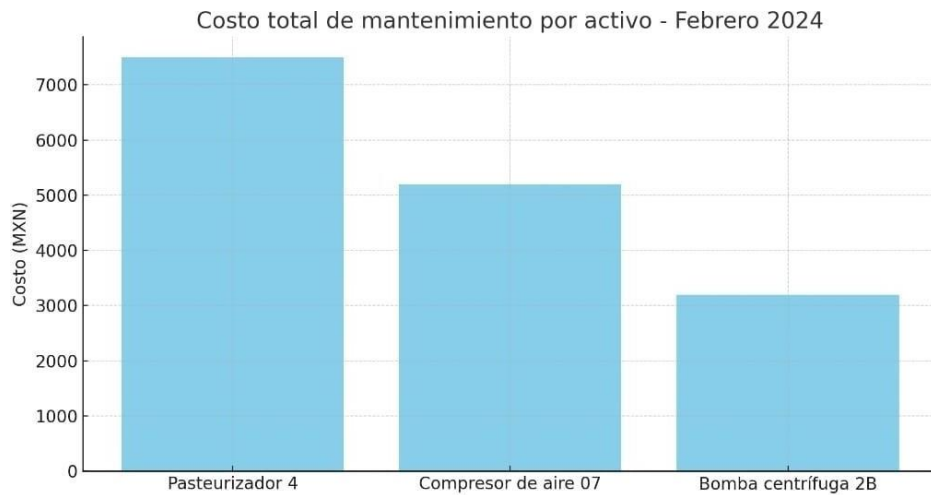


Gráfico 9. Costo total del mantenimiento por activo



Gráfico 10. Costo por hora operativa de cada activo

2.2 GESTIÓN DE ACTIVOS

La **Gestión de activos** dentro de una industria tiene como principal función administrar los activos físicos desde una perspectiva de un enfoque sistemático y coordinado durante todo su

ciclo de vida, con esto es posible maximizar su valor, optimizar el rendimiento operativo y garantizar la sostenibilidad financiera de la empresa. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante aclarar que el enfoque de este sector va más allá de solo el mantenimiento del activo, ya que de igual forma abarca áreas como adquisición, operación, monitoreo, renovación y disposición final de los activos.

El uso de esta gestión ayuda a prolongar la vida útil de los equipos, minimiza los costos totales de propiedad, reduce riesgos operativos y de seguridad, asegura la disponibilidad y confiabilidad de los activos, así como también ayuda a cumplir las normas y/o estándares de calidad e inocuidad.

2.2.1 Ciclo de Vida de un Activo

Se entiende por Ciclo de Vida de un Activo al conjunto de fases o etapas por las que atraviesa un activo físico dentro de una empresa, estas van desde la planificación y la adquisición hasta el retiro de este. Esta visión permite a las organizaciones tener una toma de decisiones concreta y estratégica, así como también un equilibrio entre el desempeño y el riesgo, ya que a largo plazo ayuda a reducir costos y optimiza el desempeño de los activos en función a su valor total para la industria.

Teniendo esto en cuenta, existen 6 fases principales por las que pasa cada activo a lo largo de toda su vida útil, entre ellas están:

1. Planificación y adquisición

- Identificar las necesidades propias del activo
- Definir su función del nuevo activo dentro de la empresa
- Analizar el retorno sobre la inversión (ROI)
- Seleccionar el proveedor
- Evaluar los costos iniciales y a largo plazo

2. Instalación y puesta en marcha

- Instalación y configuración del activo, de acuerdo con los estándares requeridos.
- Se realizan pruebas de aceptación, calibración y capacitaciones requeridas para el personal.

3. Operación

- Puesta en marcha del activo dentro del proceso de producción normal
- Seguimiento de indicadores (disponibilidad, eficiencia, consumo energético y seguimiento general)

4. **Mantenimiento**

- Se realizan tareas de mantenimiento preventivo, correctivo (solo si es necesario) y predictivo.
- Se toma el registro de todos los sucesos con el fin de tener trazabilidad para la toma de decisiones.

5. **Reacondicionamiento o modernización**

- Cuando el activo presenta deterioro o queda obsoleto tecnológicamente, puede ser reacondicionado o actualizado para extender su vida útil y adaptarlo a nuevas necesidades.

6. **Retiro o disposición final**

- Cuando el activo ya no es rentable o seguro, se retira del servicio. Puede ser vendido, reciclado o desechado siguiendo normativas ambientales y de seguridad.

2.2.2 **Normas y Marcos de Referencia**

Con el paso de los años se han ido estableciendo distintas normas relacionadas con este sector, ya que como bien se sabe los intereses de cada tipo de industria han ido aumentando, así como también el mercado de estas. Es por ello que actualmente existen diversas organizaciones que ayudan a esclarecer la información desde el punto de vista financiero para el mercado internacional, algunas de estas organizaciones son:

1. **Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF)**

Es una organización enfocada a los estándares de lenguaje contable que se enfocan en ayudar a las empresas a presentar sus estados financieros, que hoy se aplican en muchos países.

Tienen como principal objetivo unificar un lenguaje internacional de contabilidad, aplicable para todos los países que participen en el mercado global.

2. **Organización Internacional de Estandarización (ISO)**

Es una organización no gubernamental que se enfoca en desarrollar normas internacionales, para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios. Estas normas son única y exclusivamente voluntarias, pero si las empresas las adoptan mejorarán su eficiencia y rentabilidad.

3. **Normas Internacionales de contabilidad (NIC)**

Son un conjunto de normas que ayudan a regular la información financiera que deben presentar las empresas en sus estados financieros, además tienen como principal objetivo brindar apoyo de entendimiento contable.

4. **Norma de Información Financiera Mexicana (NIF)**

Son un conjunto de normas con reglas y conceptos relacionados con las áreas contables, las cuales ayudan a regular la elaboración y presentación de los estados financieros en México, tienen como objetivo principal garantizar la transparencia, comparabilidad y fiabilidad de la información financiera.

El sistema internacional de **Microsoft Dynamics 365 F&O** se basa en un gran número de normas internacionales contables. Es importante mencionar que el propio sistema se adapta con las normas aplicables de acuerdo con el país o región de donde se haga la implementación ya que para cada país existen normas específicas que se deben tomar en cuenta para tener una correcta gestión de activos.

Teniendo en cuenta lo anterior, las normas aplicables para este sector en México (debido a que la empresa Maulec está ubicada en Puebla) son las siguientes:

→ **Serie de normas ISO 55000**

Este conjunto de normas internacionales abarca desde la ISO 55000, ISO 55001, hasta la ISO 55002 ya que establecen un marco internacional enfocado eficazmente en la gestión de activos físicos, estas prometen ayudar a alinear directamente las decisiones técnicas y financieras con los objetivos estratégicos de la organización. Fueron creadas estratégicamente para aquellas industrias que contengan activos críticos, como por ejemplo la industria alimentaria, de igual forma prometen que todas las industrias que implementen toda esta serie de normas alcanzarán sus objetivos a través de la gestión eficaz y eficiente de todos sus activos.

- **ISO 55000 : 2014 Gestión de Activos – Aspectos generales, principios y terminología**

Norma internacional que provee los aspectos generales para la correcta gestión de activos, incluyendo los principios, terminología y beneficios esperados al implementarla.

Esta norma no tiene alguna restricción dentro de su aplicación, por lo tanto, puede aplicarse a todo tipo de activos y a todo tipo de Industrias.

- **ISO 55001 : 2014 Gestión de Activos – Sistemas de Gestión – Requisitos**

Norma internacional encargada de especificar los requisitos para implementar, establecer, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos totalmente eficaz y eficiente para todo tipo de industria.

Su implementación busca asegurar que los activos cumplan su función prevista con eficiencia, minimizando riesgos y costos.

- **ISO 55002 : 2018 Gestión de Activos – Sistemas de Gestión – Directrices para la aplicación de la ISO 55001**

Norma internacional que proporciona orientaciones prácticas para la correcta implementación de los requisitos de la ISO 55001, adaptándose a los diferentes sectores, tipos de activos y contextos organizacionales. Esto es útil para implementar correctamente la norma en la realidad operativa.

→ **NIC 16 Propiedades, Planta y Equipo**

Norma Internacional de Contabilidad que establece los principios básicos para el reconocimiento, la valoración y la presentación de los activos fijos tangibles utilizados en la producción o suministro de bienes y servicios, ya sea para terceros o por fines administrativos, con una vida útil mayor a un año.

Esta norma tiene como principal objetivo brindar un tratamiento contable de los elementos de propiedades, planta y equipo, de modo que se pretende que todos los usuarios de los estados financieros tengan acceso a la información más relevante sobre las inversiones de la empresa realizadas sobre activos y las actualizaciones contables de cada activo.

Cabe mencionar que la correcta implementación de esta norma garantiza que todos los activos relacionados, estén adecuadamente valorizados, contabilizados y controlados, por lo que la empresa Maulec al adquirir el sistema de Dynamics 365 F&O podrá alinear la gestión operativa del área de mantenimiento con todos los principios contables.

→ **NIIF 5 Activos No Corrientes Mantenidos para la Venta**

Norma Internacional de Información Financiera que establece los criterios contables necesarios para la clasificación, medición y presentación de los activos **no corrientes** que se pretenden vender, así como de las operaciones que han sido o serán discontinuadas.

Cabe señalar que el sistema de Dynamics 365 F&O brinda apoyo contable y financiero para facilitar la baja de activos del sistema, así como su reclasificación y un historial actualizado, con el fin de que la industria mantenga los datos contables bajo los estándares aplicables.

→ **NIIF C – 6 Propiedades, Planta y Equipo**

Norma de Información Financiera Mexicana que establece los lineamientos requeridos para el reconocimiento, evaluación, presentación y revelación de los activos fijos tangibles de la empresa, utilizados en áreas de producción o bien para fines administrativos.

Teniendo en cuenta lo anterior en el caso de la empresa Maulec, estos activos van desde maquinaria industrial, equipos de refrigeración y líneas de producción hasta vehículos destinados para distribución de los productos, etc.

→ **NIIF 13 Medición de Valor Razonable**

Norma Internacional destinada a proporcionar a todas las empresas, los principios básicos para realizar las mediciones de los valores razonables de cada activo dentro de los estados financieros, estos valores abarcan desde el precio recibido por la venta de algún activo, hasta el valor pagado por la transferencia de un pasivo en una transacción ordenada entre participantes del mercado en la fecha de medición.

→ **NIIF 16 Arrendamientos**

Norma Internacional que establece los principios básicos para el reconocimiento, medición, presentación y revelación de los contratos de arrendamiento en los estados financieros de la empresa. Tiene como principal objetivo garantizar que los arrendatarios y arrendadores proporcionen toda la información necesaria de tal forma que esta refleje puntualmente todas las transacciones realizadas. Con el nuevo enfoque dado a la norma en el año 2019 pretende ofrecer a todos los usuarios de los estados financieros una base para facilitar la evaluación del efecto que los arrendamientos tienen dentro de la situación financiera, el rendimiento financiero y todos los flujos de efectivo de una entidad.

En entornos como Pasteurizadora Maulec, el uso de las normas antes mencionadas permite establecer una gestión estructurada y trazable de todos los activos de la empresa, ya que mejora la disponibilidad operativa, reduce costos y ayuda a cumplir con estándares de inocuidad alimentaria. La implementación del módulo de gestión de activos de Dynamics 365

F&O puede alinearse con gran facilidad a todas las normas mencionadas anteriormente, ya que permite:

- Gestionar el ciclo de vida completo de cada activo.
- Controlar principalmente los mantenimientos preventivos y correctivos.
- Mantener un registro de los costos, desempeño y recursos relacionados con cada activo.
- Facilitar la toma de decisiones basadas en datos reales de riesgos.

2.3 MICROSOFT DYNAMICS 365 FINANCE & OPERATIONS

2.3.1 Origen y Evolución

La familia Microsoft Dynamics 365 es la nueva generación de aplicaciones empresariales inteligentes que permiten a las organizaciones ya sean medianas o grandes a crecer, evolucionar y transformarse con gran facilidad.

Microsoft Dynamics 365 Finance & Operations es un sistema de **ERP** (*Enterprise Resource Planning*) diseñado para ayudar a todas las empresas a gestionar todas las áreas que las integran como su finanzas, operaciones y cadenas de suministro de forma integrada. Para ayudar en todas estas necesidades, este sistema ofrece diversos módulos clave como contabilidad, compras, ventas, inventarios, manufactura, mantenimiento, proyectos, recursos humanos y marketing, cabe mencionar que la tecnología utilizada en este sistema facilita la interacción con todos los clientes, empoderar a los empleados, optimizar las operaciones y reinventar productos y modelos de negocios de cualquier tipo de organización.

La plataforma permite automatizar procesos, centralizar la información, mejorar la toma de decisiones mediante análisis de información en tiempo real con Power BI e integrarse fácilmente con otras herramientas de Microsoft como Excel, Teams y Outlook. Esta herramienta está basada en la nube *Azure*, es escalable y puede adaptarse a distintas industrias y países, soportando múltiples monedas e idiomas.

Es importante mencionar que a lo largo de este proyecto únicamente se hará uso del módulo de **Administración de Activos de Microsoft Dynamics 365 F&O** ya que este módulo permite la administración, planificación, desarrollo y puesta en marcha de los planes de mantenimiento, así como también de los activos fijos ya que es la información que se tomará en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

2.3.2 Beneficios de la Implementación

La implementación de Dynamics 365 F&O dentro de la empresa Pasteurizadora Maulec representa una estrategia clave para la transformación digital de sus procesos internos. Este sistema de ERP (Enterprise Resource Planning) ofrece una solución integrada que permite

automatizar, centralizar y controlar de manera eficiente gran parte de las áreas de la organización, una de ellas es la gestión de activos fijos, el mantenimiento industrial y la contabilidad financiera. Es por ello que a continuación, se describen los principales beneficios obtenidos:

1. Mejora la trazabilidad y control de los activos fijos

Dynamics 365 F&O permite registrar, monitorear y gestionar cada activo fijo desde su adquisición hasta su baja, permitiendo generar un historial completo que incluye mantenimientos, depreciaciones, revaluaciones, traslados y otros eventos clave. Estas mejoras facilitan la toma de decisiones por parte de los directivos, las auditorías y reduce pérdidas o errores presentados frecuentemente en la administración de activos.

2. Automatización de procesos operativos

El sistema puede automatizar tareas como por ejemplo la generación de órdenes de trabajo para realizar los mantenimientos necesarios, programación de inspecciones, cálculo de depreciaciones, creación de reportes financieros, también minimiza la ocurrencia de errores humanos, permite el contacto directo con otras áreas de la empresa como por ejemplo compras, ventas, almacén, recursos humanos, etc. Es decir, que aumenta la eficiencia general de los departamentos relacionados.

3. Toma de decisiones basada en datos en tiempo real

Este sistema permite la integración de diversas herramientas analíticas que permiten visualizar en tiempo real el estado de cada activo, los costos de mantenimiento por activo, el cumplimiento del plan de mantenimiento y otros KPI's involucrados. Es importante aclarar que al facilitar la toma de decisiones estratégica permite anticipar fallos o desviaciones importantes.

4. Cumplimiento normativo y contable

Dynamics 365 F&O está diseñado para alinearse con las principales normas financieras y contables nacionales e internacionales, dependiendo del país o la región de la implementación, lo que permite garantizar el cumplimiento normativo, generar estados financieros precisos y realizar revaluaciones, deterioros o bajas de activos.

5. Reducción de costos y aumento de la disponibilidad operativa

Es indispensable tener en cuenta que, al optimizar la gestión del mantenimiento de la organización, esta puede reducir considerablemente la ocurrencia de fallas inesperadas, lo cual a largo plazo disminuye considerablemente los costos de mantenimientos correctivos, también evita tiempos muertos o de inactividad en la producción y prolonga la vida útil de los activos críticos. Esto se traduce en mayor productividad y ahorro económico.

6. Integración entre áreas funcionales

El sistema es tan eficiente que permite una comunicación fluida entre los departamentos de mantenimiento, finanzas, compras, almacén y producción, con el fin de mejorar la coordinación de diversas actividades como, por ejemplo, la solicitud de repuestos, la asignación de recursos, el análisis de costos y la ejecución de trabajos.

7. Escalabilidad y adaptabilidad

Dynamics 365 es considerada una de las mejores plataformas ya que es sumamente escalable y flexible que tiene la capacidad de adaptarse a las futuras necesidades de la empresa ya que como bien se sabe estas están en constante crecimiento. Su correcta integración con otras herramientas de Microsoft (como Power BI, Office 365 o Azure) permite incrementar considerablemente sus funcionalidades conforme a la evolución de los procesos de la organización.

2.3.3 Componentes Principales

Dynamics 365 F&O (actualmente conocido como Dynamics 365 Supply Chain Management) es un sistema ERP integral diseñado para gestionar de manera unificada las operaciones financieras, logísticas, productivas y de servicio de una organización enfocada a cualquier área. Su estructura modular permite realizar una implementación totalmente flexible, enfocada en los procesos críticos de cada empresa. Dentro de los componentes más relevantes de este sistema se encuentran:

1. Gestión de activos fijos

Este módulo permite registrar, administrar y monitorear el ciclo de vida de los activos fijos desde su adquisición hasta su baja definitiva. Incluye funcionalidades como:

- Agrupación por tipo de activo.
- Registro de revaluaciones, deterioros y depreciaciones automáticas.

- Vinculación con ubicaciones, responsables y centros de costos.
- Integración completa con el módulo de mantenimiento.

2. Gestión de activos y mantenimiento

Módulo especializado en la planificación, ejecución y seguimiento del **mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Sus componentes más relevantes son:**

- Creación de diversos planes de mantenimiento basados en el tiempo, uso y condiciones de cada activo.
- Registro de órdenes de trabajo y solicitudes de servicio.
- Control absoluto de recursos, repuestos y costos ocasionados por el mantenimiento.
- Integración de área como producción, almacén y contabilidad.

3. Gestión de inventarios y almacenes

Módulo que permite a las organizaciones gestionar el flujo de los materiales y repuestos utilizados en actividades propias del área de mantenimiento y producción. Este módulo incluye:

- Control de existencias, ubicaciones y lotes de los productos.
- Reservas automáticas para órdenes de trabajo.
- Manejo de productos mediante el sistema de Picking para almacenes automatizados.
- Integración con compras y activos.

4. Gestión financiera

Módulo que administra las áreas de contabilidad general, cuentas por pagar y cobrar, presupuestos y reportes financieros. Es fundamental para:

- Registrar las depreciaciones y costos de las tareas de mantenimiento.
- Automatizar el cierre contable y conciliaciones relacionadas con la organización.
- Generar reportes bajo normas locales, nacionales e internacionales (como las NIIF o las NIC)

5. Gestión del área de compras

Módulo que gestiona todo el proceso de adquisiciones, desde solicitudes hasta recepción de bienes, tiene conexión directa con el área de mantenimiento para:

- Solicitar repuestos o servicios técnicos desde diversas partes del módulo de gestión de activos
- Gestionar órdenes de compra para repuestos o maquinaria necesaria para el área de mantenimiento.

6. Gestión de reportes e inteligencia de negocios

Módulo que permite conectar directamente Dynamics 365 F&O con Power BI para generar informes visuales, dashboards interactivos y de fácil comprensión, al igual que análisis de información en tiempo real. Desde el área de mantenimiento, se puede analizar:

- KPI's de disponibilidad operativa.
- Costos de los mantenimientos realizados por activo.
- Frecuencias de fallas recurrentes y tendencias.

7. Interfaz personalizable y flujos de trabajo

En el sistema Dynamics 365 es posible diseñar flujos de aprobación, notificaciones automáticas y personalización de formularios según los roles y permisos de cada usuario, lo cual permite:

- Mejorar el control interno de la organización.
- Asegurar que las solicitudes de mantenimiento o altas de activos pasen por las revisiones necesarias mediante la creación de flujos de trabajo.

2.3.4 Ventajas del Sistema

La implementación de Dynamics 365 F&O es considerada una de las mejores decisiones estratégicas para la transformación digital de los procesos empresariales. Esta plataforma de ERP moderna e integrada ofrece diversas ventajas que impactan directa y positivamente en la eficiencia operativa, la gestión financiera, el cumplimiento normativo y la correcta toma de decisiones estratégica. Dicho lo anterior las principales ventajas son:

1. Centralización de la información

Todos los procesos clave de las diferentes áreas del sistema se gestionan desde un mismo sistema, lo que evita que los datos lleguen a duplicarse, reduce la aparición de errores y garantiza una visión integral y actualizada de la empresa.

2. Automatización de procesos

Permite la automatización de tareas repetitivas y críticas como, por ejemplo, la generación de órdenes de trabajo, cálculo de depreciaciones, registro contable y la planificación del mantenimiento de todos los activos, reduciendo así la carga operativa y aumentando la productividad del personal.

3. Mejor control y trazabilidad

Todos los movimientos de un activo, repuesto o servicio dejan un registro completo en tiempo real dentro del sistema, lo cual facilita el seguimiento, la trazabilidad histórica, las auditorías internas y el cumplimiento normativo relacionado.

4. Reducción de costos operativos

Al optimizar el mantenimiento preventivo y la disponibilidad de repuestos, ayuda a minimizar los fallos o paradas imprevistas de la maquinaria por lo que a largo plazo también impacta favorablemente dentro de los costos relacionados a las áreas de mantenimiento y producción, de igual forma reduce las necesidades de mantenimientos correctivos realmente costosos. Esto permite una mejor planificación de recursos y ahorro en el mediano y largo plazo.

5. Toma de decisiones basada en datos

La integración con herramientas como Power BI permite visualizar indicadores clave (KPI's), generar reportes o dashboards personalizados y tomar decisiones informadas en base a los datos reales, actualizados y confiables obtenidos desde la base de datos de Dynamics 365.

6. Mejora en el cumplimiento normativo y contable

Dynamics 365 está diseñado para cumplir con las normativas tanto nacionales como internacionales (dependiendo del país o región de la implementación) como las NIIF o las NIF, por lo que esto facilita la generación de reportes financieros precisos, la correcta planificación y depreciación de activos, así como también facilita la auditoría de los diferentes procesos.

7. Mayor eficiencia en el área de mantenimiento

Con ayuda del módulo de gestión de activos es posible lograr una correcta y eficiente programación de los mantenimientos tanto preventivos como correctivos realizados a los activos, al igual que mejorar el uso de los recursos, asignar al personal correspondiente para cada actividad y esto mantendrá un registro de todas las intervenciones, lo que mejorará la disponibilidad operativa de los equipos.

8. Escalabilidad y adaptabilidad

El sistema tiene la capacidad de adaptarse al crecimiento de la empresa, integrarse con diferentes herramientas digitales como la paquetería de Office 365, Azure o Power Platform, así como también se adapta con gran facilidad a los procesos específicos del negocio mediante personalizaciones y configuraciones flexibles.

2.4 MÓDULO DE GESTIÓN DE ACTIVOS EN DYNAMICS 365

El módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365 está diseñado para optimizar y gestionar el ciclo de vida completo de todos los activos físicos dentro de una organización, especialmente en aquellos que requieren mantenimiento continuo. Su implementación busca automatizar tareas, reducir tiempos de inactividad, mejorar la planificación de recursos y extender la vida útil de los equipos productivos.

2.4.1 Objetivo del Módulo

Los principales objetivos de este módulo tan completo y eficiente son:

1. Gestionar el ciclo de vida completo de cada activo fijo

Desde la adquisición, operación y mantenimiento, hasta su baja o disposición final, el módulo permite llevar un control preciso y actualizado de cada etapa de los activos fijos, generando así un historial completo y trazable.

2. Optimizar la planificación y ejecución del mantenimiento

Este módulo permite programar mantenimientos de todo tipo ya que se puede programar con gran facilidad a petición del cliente, cosa que en este caso la Pasteurizadora Maulec únicamente mantiene internamente **mantenimientos preventivos y correctivos**, de igual

forma este módulo ayuda a definir frecuencias y condiciones de uso de tiempo, lo cual reduce fallos inesperados y mejora la disponibilidad operativa de los equipos.

3. **Centralizar la información técnica y operativa de los activos**

Dentro del sistema, cada activo cuenta con un expediente digital donde se puede registrar: ubicación, categoría, historial de mantenimientos realizados, repuestos utilizados, responsables a cargo, órdenes de trabajo relacionadas, etc.

4. **Automatizar la generación de órdenes de trabajo**

Basándose en los planes de mantenimiento o en las condiciones específicas, el sistema puede generar órdenes de trabajo automáticas, asignar recursos, estimar tiempos y vincular repuestos por lo que esto automatiza los procesos y ayuda a optimizar los recursos del área de mantenimiento de la organización.

5. **Controlar el uso y consumo de repuestos y recursos técnicos**

Este módulo se complementa con las áreas de inventario y compras ya que en el proceso del mantenimiento sea posible solicitar repuestos, registrar consumos, verificar disponibilidad y controlar costos asociados a cada intervención.

6. **Reducir costos operativos y prolongar la vida útil de los activos**

Mejora la gestión del mantenimiento, esto se traduce a menor cantidad de fallas, mayor eficiencia, menor consumo de gastos en mantenimientos correctivos imprevistos y un uso más prolongado y rentable de los activos productivos.

7. **Facilitar la toma de decisiones y el análisis de desempeño**

El módulo ofrece reportes tanto personalizados como predeterminados e indicadores clave (KPI's) como el **costo de mantenimiento por activo, disponibilidad operativa, frecuencia de fallos**, etc., lo que facilita la toma de decisiones basadas en datos reales.

2.4.2 **Funcionalidades Principales**

El módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365 F&O ofrece un conjunto sumamente amplio de herramientas para administrar el mantenimiento y la operación de los activos físicos. Estas

funcionalidades permiten a la Pasteurizadora Maulec automatizar los procesos, optimizar los recursos, reducir los costos y mejorar la disponibilidad operativa en general.

Existen 8 principales funcionalidades de este módulo, las cuales son:

1. Registro y clasificación de activos

- Alta de activos físicos (maquinaria, equipos, instalaciones, etc.)
- Clasificación por tipo, categoría, ubicación, área responsable.
- Asignación de responsables, ubicaciones funcionales y jerarquías.

2. Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo

- Creación de los planes de mantenimiento basados en tiempo, consumo y otras condiciones.
- Generación automática de órdenes de trabajo con base en calendarios o eventos preprogramados.
- Registro de órdenes de trabajo con historial y con trazabilidad en tiempo real.

3. Gestión de órdenes de trabajo

- Registro detallado de todos los trabajos realizados.
- Asignación de técnicos, recursos, tiempos y repuestos.
- Control del estado de las órdenes de trabajo (planificada, en ejecución, finalizada).
- Conexión directa con inventario, compras y costos.

4. Control de repuestos y materiales

- Asociación de repuestos específicos a cada tipo de activo.
- Reserva automática de recursos desde inventario o generación de solicitudes de compra.
- Registro del consumo real de materiales por cada orden de trabajo.

5. Gestión de recursos humanos y técnicos

- Asignación de tareas a técnicos o cuadrillas del área de mantenimiento.
- Registro de tiempos trabajados y recursos utilizados.
- Evaluación de la carga de trabajo y disponibilidad del personal.

6. **Análisis de costos y desempeño**

- Cálculo del costo de las tareas de mantenimiento por activo, tipo de mantenimiento, orden o período.
- Análisis de los tiempos de inactividad, la frecuencia de fallas, el MTTR y el MTBF.
- Reportes de desempeño y otros indicadores clave (KPIs).

7. **Integración con otros módulos**

- Inventario (para reservas y control de repuestos).
- Compras (para solicitar materiales o servicios técnicos).
- Finanzas (para contabilizar los costos, depreciación y presupuestos).
- Producción (para coordinar mantenimientos sin afectar la operación).

8. **Historial completo de cada activo**

- Registro centralizado del ciclo vida completo de cada activo.
- Proporciona la documentación técnica, historial de fallas, mantenimientos y repuestos usados por activo.
- Soporte para auditorías y toma de decisiones para renovación o baja del activo.

2.4.3 **Tipos de Mantenimientos que Permite Gestionar**

El módulo de Gestión de Activos está diseñado para cubrir de forma integral los distintos enfoques de mantenimiento actuales dentro de la industria. Esto permite **anticipar fallos, corregir averías y optimizar la vida útil de los activos**.

Es importante aclarar que aun que el sistema permita gestionar una gran variedad de mantenimientos, la empresa Pasteurizadora Maulec únicamente maneja dos tipos, los cuales son:

1. **Mantenimiento Preventivo**

- Se basa en frecuencias definidas (por tiempo, uso, ciclos, etc.)
- El sistema genera automáticamente las órdenes de trabajo según el plan definido.
- Dentro de las órdenes de trabajo se pueden programar inspecciones, lubricaciones, limpiezas, reemplazos programados, etc.
- Ayuda a reducir fallos inesperados, por lo que a largo plazo prolonga la vida útil de los activos.

2. **Mantenimiento Correctivo**

- Se pone en marcha cuando un activo presenta fallas o averías inesperadas.

- Puede registrarse desde una **solicitud de mantenimiento** o bien directamente desde una orden de trabajo.
- Permite documentar en su totalidad el problema, incluyendo las causas, los repuestos o insumos requeridos o utilizados, el tiempo de reparación, etc.

2.4.4 Integración con Otros Módulos

Una de las principales fortalezas de Dynamics 365 F&O es que su estructura modular e integrada, la cual permite que los diferentes procesos de la empresa se intercomunicuen de manera eficiente y automática. En este contexto, el módulo de Gestión de Activos no opera de forma aislada, sino que se complementa directamente con los otros módulos clave del sistema, potenciando así la eficiencia operativa, el control en el área de finanzas y la trazabilidad de todos los procesos. Dentro de las integraciones más relevantes, se encuentran:

1. Módulo de Inventario y Almacén

- Permite reservar y consumir repuestos o insumos directamente desde la orden de trabajo.
- El usuario tiene el control en tiempo real del stock disponible, la ubicación y el lote de materiales utilizados en los mantenimientos.
- En caso de no haber suficiente stock de productos, se puede hacer una solicitud de compra, ya sea automática o manual.

2. Módulo de Compras

- El sistema detecta cuando no hay suficientes materiales o servicios y puede crear automáticamente una solicitud de compra o bien el usuario puede crearlas manualmente.
- Permite hacer seguimiento al estatus de las solicitudes de compra realizadas con alguna orden de mantenimiento (iniciada, en proceso, recibida, etc.)
- Vincula la trazabilidad del gasto por mantenimiento con proveedores y pedidos.

3. Módulo de Finanzas

- Se reflejan automáticamente los costos de cada mantenimiento, incluyendo los materiales utilizados, las horas de mano de obra, servicios externos requeridos, etc.
- Los gastos se pueden imputar por centros de costos, departamentos o proyectos.
- Mejora considerablemente el análisis financiero de la eficiencia del mantenimiento.

4. Módulo de Recursos Humanos

- Permite la asignación de técnicos a las órdenes de trabajo según los roles, habilidades, disponibilidad o carga de trabajo.
- Lleva un registro de horas trabajadas por empleado, por lo que permite calcular la productividad y los costos laborales asociados.

5. Módulo de Producción

- Coordina las tareas de mantenimiento con la planificación de la producción con el fin de evitar interrupciones inesperadas.
- Se puede marcar un equipo como “No disponible” mientras está en procesos de mantenimiento.

6. Integración con Power BI

- Todos los datos del área de mantenimiento pueden ser analizados mediante informes y dashboards en Power BI.
- Permite la visualización de indicadores como frecuencia de fallas, disponibilidad de activos, costos por equipo, etc; mejorando así la toma de decisiones.

2.4.5 Beneficios específicos para el Área de Mantenimiento

La implementación del módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365 F&O representa una mejora significativa en la manera en la que la empresa Pasteurizadora Maulec planifica, ejecuta y controla sus actividades dentro del área de mantenimiento. Para esta área existen diversos beneficios que tienen gran peso dentro de la empresa Maulec, algunos de estos son:

1. Permite la planificación eficiente del mantenimiento preventivo

Este sistema permite la creación de planes de mantenimiento en base al tiempo de actividad, condiciones específicas del activo y ciclos de uso como cierta cantidad de horas, cantidad de piezas trabajadas, o incluso mediante algunos intervalos preprogramados de temperatura, kilometraje, etc. Esto a corto plazo ayuda a reducir fallas inesperadas, programar intervenciones programadas, evitar interrupciones en la producción y reduce considerablemente los costos por mantenimiento de cada activo, por lo tanto, la empresa Maulec aumenta la confiabilidad de sus activos críticos especialmente de sus procesos de pasteurización y envasado.

2. Control centralizado de órdenes de trabajo

Todas las solicitudes y órdenes de mantenimiento (preventivo y correctivo), ya sea creadas manual o automáticamente, pueden ser gestionadas desde la misma base de datos, también es importante destacar que este módulo tiene la particularidad de asignar técnicos, refacciones o insumos, estimar tiempos de mantenimientos, así como

también estimar los costos de mantenimiento por activo, todo esto con trazabilidad ya que en todo momento se puede visualizar el historial y el estatus en tiempo real de las actividades de mantenimiento. Todo esto se puede visualizar a corto plazo, específicamente en la considerable reducción de los trabajos no planificados.

3. **Conexión directa con el área de inventario y repuestos**

Como anteriormente se había comentado, este sistema permite la interconexión con muchas áreas de la empresa, incluyendo la de inventario y la de almacén por lo que es posible consultar en tiempo real la disponibilidad de repuestos, reservar piezas o materiales, incluso generar solicitudes de compra automáticas en caso de que no haber stock para un mantenimiento próximo. Esto en un corto plazo se ve reflejado de manera positiva en la Pasteurizadora Maulec ya que la espera en la compra de materiales disminuye y la ejecución de procesos de mantenimiento aumenta.

4. **Medición y análisis del desempeño del mantenimiento**

Es posible generar reportes impresos o en cualquier formato con los indicadores clave para hacer mediciones o análisis en la efectividad de todas las tareas de mantenimiento realizadas. Esto facilita la toma de decisiones ya que las consultas son con información en tiempo real y esto permite tener mejoras continuas de las estrategias en el área de mantenimiento.

5. **Mejor asignación y control de recursos técnicos**

Como se había comentado anteriormente este sistema permite asignar la carga de trabajo a técnicos o cuadrillas específicas (dependiendo de su carga de trabajo o de área de especialización) también permite tener un registro de las horas trabajadas, lo que provoca un uso más eficiente del equipo humano, así como también reduce los tiempos muertos ya que el sistema mantiene una gestión completa y especializada para el área de mantenimiento.

6. **Reducción de costos operativos**

Al mejorar toda la planificación, controlar el inventario y evitar paros imprevistos, la Pasteurizadora Maulec logra **disminuir los costos por la ocurrencia de mantenimientos correctivos**, aumentar la vida útil de los equipos y reduce considerablemente las pérdidas productivas.

2.5 COMPARACIÓN ENTRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO Y SU RELACIÓN CON DYNAMICS 365 F&O

El mantenimiento industrial puede clasificarse principalmente en **mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo**, dos enfoques sumamente distintos en cuanto a la planificación, costos, impacto operativo y control, pero gracias a la implementación del módulo de Gestión de Activos del sistema de Dynamics 365 F&O, ambos tipos de mantenimiento son gestionados de forma integrada, permitiendo así que la Pasterizadora Maulec mejore ampliamente los procesos y la toma de decisiones basadas en datos reales.

Como anteriormente se había comentado, al implementar este sistema tan eficiente, ambos mantenimientos pueden ser totalmente automatizados y gestionarse bajo la misma base ya que este sistema **centraliza toda la información operativa, técnica y financiera** de cada intervención, permitiendo realizar comparaciones y análisis sobre el impacto de ambos mantenimientos.

El mantenimiento preventivo es una estrategia proactiva que al ser bien gestionada mediante el sistema de Dynamics 365 F&O, puede reducir considerablemente la ocurrencia de los mantenimientos correctivos, optimizar los recursos y mejorar la continuidad operativa de los activos en todo tiempo de empresas, incluyendo a la Pasterizadora Maulec. Dynamics 365 F&O permite mantener equilibrio perfecto entre ambos enfoques dentro de la misma plataforma, promoviendo una gestión técnica más eficiente, económica, sostenible de los activos y cómoda para todos los usuarios.

2.6 PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO

2.6.1 Importancia de Planificar

La **planificación del mantenimiento** es uno de los pilares fundamentales de una gestión eficiente de activos fijos, especialmente en sectores como el alimenticio, donde la disponibilidad de equipos es sumamente crucial ya que en caso de no ser así se tendría un impacto negativo en el área financiera de la empresa.

Esta planificación consiste en anticiparse a las necesidades de intervención técnica y/o especializada de los activos, estableciendo fechas, recursos, materiales y actividades específicas para preservar o restaurar el funcionamiento óptimo de cada activo. Esta práctica no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también aumenta la seguridad, la productividad y el control de costos dentro de la organización.

En empresas como la Pasteurizadora Maulec, donde la continuidad de la producción es sumamente crucial y se requiere que todos los equipos operen bajo estándares sanitarios estrictos, la planificación del mantenimiento es un factor esencial para garantizar la calidad de los productos, la disponibilidad de los activos y el cumplimiento normativo.

Es importante resaltar que la planificación de los mantenimientos en combinación con herramientas tecnológicas como el módulo de **Gestión de Activos de Dynamics 365 F&O**, transforma la planificación con herramientas estratégicas que optimizan los procesos, reducen considerablemente los costos y garantizan la confiabilidad de los activos productivos.

2.6.2 Herramientas de Planificación

La planificación y el control del mantenimiento dentro de una organización del sector alimenticio como lo es la Pasteurizadora Maulec requieren apoyarse de diversas herramientas especializadas que permitan organizar eficientemente las tareas, asignar los recursos disponibles, prever necesidades de materiales críticos, así como también supervisar la ejecución de cada actividad realizada. Estas herramientas ayudan a garantizar que las intervenciones se realicen en el momento oportuno, con los recursos adecuados para así tener el menor impacto posible sobre la producción, estas herramientas son:

1. Calendarios de mantenimiento

Permiten visualizar la programación de las tareas de mantenimiento en función del tiempo. Se pueden agrupar mediante calendarios semanales, mensuales o por turnos para definir que activos serán intervenidos y en qué momento.

En el sistema de Dynamics 365 F&O, los calendarios se pueden configurar dentro de los planes de mantenimiento, para esto, se deben vincular las fechas con los diferentes tipos de mantenimiento y activos específicos.

2. Planes de mantenimiento

Son documentos o configuraciones digitales que definen las frecuencias, condiciones y actividades a realizar para cada activo. Estos pueden ser periódicos basados en tiempo, cantidad de horas o de ciclos o en base a condiciones específicas.

En este caso Dynamics 365 F&O permite la creación de planes de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y muchos otros, que pueden generar automáticamente órdenes de trabajo según los parámetros requeridos por cada organización.

3. Ordenes de trabajo

Son documentos que formalizan todas las intervenciones de mantenimiento. Estas contienen información específica como las tareas a realizar, el activo a intervenir, los responsables asignados, los repuestos necesarios, el tiempo planeado para la

intervención y los costos estimados. El sistema de Dynamics 365 F&O se gestionan las órdenes de trabajo mediante el módulo de Gestión de Activos, permite tener historial completo, posibilidad de registrar resultados e interconexión con otras áreas como inventario o almacén para los casos en lo que se requiera alguna refacción adicional de último minuto.

4. Listas de verificación (checklists)

Son guías para los trabajadores asignados a las tareas de mantenimiento ya que detallas paso a paso las actividades a realizar durante una intervención, de igual forma estas listas aseguran la calidad y la estandarización del trabajo técnico. En este caso Dynamics 365 F&O permite adjuntar listas de verificación electrónicas o preelaboradas para cada activo u orden, lo cual facilita bastante el cumplimiento de los procesos ya que permite el entendimiento de cada paso.

5. Gestión de repuestos y materiales

Para todos los trabajadores es fundamental conocer la disponibilidad de los repuestos necesarios para cada tarea, por lo que al realizar la implementación del sistema de Dynamics 365 F&O podrán anticipar las compras de los repuestos o de diversos materiales o bien realizar apartados para algún proyecto ya que el sistema permite generar solicitudes automáticamente ya que detecta cuando no hay existencia de algún material.

6. Indicadores de desempeño (KPI's)

Estos indicadores son fundamentales para la toma de decisiones ya que es la única forma en la que los directivos de cada organización pueden evaluar la funcionalidad y dar seguimiento a cada activo del área de mantenimiento, es por ello que al implementar el sistema de Dynamics 365 F&O se tendría una herramienta extra en que se pueden hacer informes y dashboards personalizados, esta herramienta es Power BI.

7. Asignación de recursos

Esta herramienta permite distribuir el trabajo entre los técnicos según su carga laboral, habilidades y disponibilidad, a corto plazo ayuda a mejorar la eficiencia del personal. Esta distribución se puede hacer desde el sistema de Dynamics 365 de manera muy sencilla, desde las ordenes de trabajo o bien directamente desde el módulo de Recursos Humanos.

2.6.3 Flujos de Aprobación

Los Workflows o Flujos de aprobación en Dynamics 365 F&O son herramientas que permiten establecer procesos estructurados para validar, revisar o autorizar diversas acciones dentro del

sistema. Estos flujos garantizan que las actividades críticas pasen por los niveles jerárquicos adecuados antes de ser ejecutadas, promoviendo así el control interno, la trazabilidad y el cumplimiento de políticas operativas o financieras de la organización.

En específico el módulo de Gestión de Activos, los flujos de aprobación son esenciales para validar solicitudes y tareas relacionadas con el mantenimiento de los equipos productivos de la empresa.

Al dar de alta flujos jerárquicos dentro del sistema, este permite mandar notificaciones automáticas a los usuarios responsables de la acreditación de actividades críticas, así como también mantiene un historial completo de las aprobaciones o rechazos de cada activo para futuras auditorías internas.

Las aplicaciones más comunes y útiles de estos flujos de aprobación dentro del sistema de Dynamics 365 F&O son:

1. En Ordenes de Trabajo de mantenimiento

- Aprobación de intervenciones que requieren autorización por costo, tiempo o complejidad.
- Validación previa antes de ejecutar trabajos en activos críticos.

2. En Solicitudes de repuestos o materiales

- En caso de no haber disponibilidad de algún material en inventario, se genera una solicitud de compra automática que debe ser aprobada antes de convertirse en orden de compra.

3. En Servicios externos

- Aprobación de contratos o intervenciones de terceros (técnicos externos, calibraciones, etc.)

4. En Presupuestos del área de mantenimiento

- Aprobación de planes o presupuestos de mantenimiento anuales o por proyecto.

Un ejemplo muy claro dentro de la Pasteurizadora Maulec es que en ocasiones llegan a haber solicitud de mantenimiento correctivo y con frecuencia se requieren grandes cantidades de dinero y con ayuda del sistema de Dynamics 365 F&O se puede establecer un monto máximo o bien un presupuesto para este tipo de mantenimiento por lo que al rebasar esa cantidad monetaria establecida pasa directamente al flujo jerárquico de acreditación establecido.

2.6.4 Matriz de Criticidad

Esta es una herramienta clave para la gestión estratégica del área de mantenimiento, ya que permite **evaluar, clasificar y priorizar** los activos o intervenciones técnicas en base a su nivel de importancia para la operación de toda la empresa. La matriz de criticidad ayuda a identificar que equipos requieren intervención urgente o bien frecuente, así como también cuales activos pueden recibir mantenimiento con menor prioridad, optimizando así el uso de recursos técnicos, económicos y humanos.

- Esta matriz considera varios factores, entre los cuales son:
- Impacto en la producción
- Riesgo de seguridad
- Costos relacionados al reemplazo de piezas o reparación del activo
- Disponibilidad de repuestos
- Número de aparición de fallas en un periodo determinado

Estas actividades son perfectamente compatibles con el módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365 F&O, ya que la criticidad de un activo puede ser registrada como un atributo dentro de la propia ficha técnica, lo que permite priorizar las órdenes de trabajo, filtrar los activos dentro de los planes de mantenimiento, aplicar los flujos de aprobación y generar los reportes e indicadores segmentados por niveles de criticidad.

Un ejemplo muy claro de esto dentro de la empresa Pasteurizadora Maulec es cuando un pasteurizador principal es clasificado como un **activo crítico**, ya que en ocasiones por fallas detiene toda la producción, por lo que puede poner en riesgo la calidad sanitaria del producto terminado. En cambio, un montacargas de uso intermitente puede tener una **criticidad media o baja**. Esta clasificación permite que el sistema priorice los recursos hacia los equipos más vitales, es decir, para los activos críticos como lo es en este caso el pasteurizador principal.

2.7 INTELIGENCIA DE NEGOCIOS APLICADA AL MANTENIMIENTO

2.7.1 Definición de Power BI (Business Intelligence)

Power BI es una herramienta de inteligencia empresarial desarrollada por la empresa tecnológica multinacional Microsoft, la cual permite analizar datos, crear reportes interactivos y visualizar información en tiempo real mediante informes y dashboards dinámicos y fáciles de interpretar.

Su principal propósito es apoyar a los usuarios en la toma de decisiones basadas en datos, permitiendo transformar grandes cantidades de información en gráficos, indicadores e informes fáciles de visualizar.

Esta herramienta al ser desarrollada por Microsoft al igual de Dynamics 365 F&O permiten una interconexión entre ambas plataformas, incluyendo a muchas otras, en las que se puede tener acceso a los datos en tiempo real con actualizaciones automáticas, así como también mantiene visualizaciones interactivas en ambas plataformas, estas visualizaciones pueden ser de indicadores como:

- Frecuencia de fallas por activo.
- Costo de mantenimiento por máquina o por mes.
- Ordenes de trabajo abiertas, en proceso y finalizadas.
- Disponibilidad operativa (tiempo del activo vs tiempo en mantenimiento)
- Consumo de repuestos.
- Comparativo entre mantenimiento preventivo y correctivo.

Esto permite que las empresas del sector alimenticio como lo es la Pasteurizadora Maulec analice tendencias, detecte áreas críticas, justifique inversiones dentro del área de mantenimiento y mejore la eficiencia operativa de manera continua y eficiente.

2.7.2 Ventajas del Análisis Visual

El análisis visual de datos es una técnica que permite interpretar grandes volúmenes de información mediante representaciones gráficas como diagramas, indicadores, tablas dinámicas y dashboards, teniendo en cuenta esto sus principales ventajas son:

1. Facilita la comprensión de datos

Con el apoyo de los gráficos facilita la identificación de patrones, tendencias y desviaciones de manera más intuitiva que con tablas tradicionales de Microsoft Excel. Esto es fundamental cuando dentro de las empresas existen usuarios sin comprensión de información técnica.

2. Eficientiza la toma de decisiones y ayuda a fundamentarla

Al visualizar los datos de una manera clara, precisa y organizada, los gerentes y técnicos de las áreas relacionadas pueden actuar de forma oportuna y en base a datos continuamente actualizados.

3. Interactividad y personalización

En informes hechos mediante Power BI los usuarios pueden filtrar información por diferentes sectores como por ejemplo por fechas, áreas, archivos o responsables,

adaptando el análisis según las necesidades de cada usuario, sin necesidad de crear gran cantidad de reportes.

4. **Actualización automática de información**

Power BI permite conectar fuentes de datos como **Dynamics 365 F&O**, lo que significa que los reportes o dashboards pueden actualizarse automáticamente según la frecuencia definida o asignada, de acuerdo con la versión de Power BI que tenga la organización.

5. **Consolidación de múltiples fuentes de datos**

La herramienta de Power BI permite combinar información de distintas fuentes, incluyendo bases de ERP como Dynamics 365 F&O, Excel, sensores, bases de datos externas, etc. generando así una visión integral de estados operativos y financieros de las diversas áreas de la organización, incluyendo el área de mantenimiento.

6. **Mayor transparencia y comunicación**

Los dashboards de Power BI pueden compartirse con otros departamentos o bien con otros usuarios específicos, con el fin de promover una cultura de análisis colaborativo y mejorando la coordinación entre áreas como mantenimiento, compras, producción y finanzas.

7. **Mejora continua del proceso**

Al contar con indicadores claros e interactivos, suele ser más fácil **evaluar resultados, detectar desviaciones y proponer mejoras** continuas en la estrategia de la implementación de los planes de mantenimiento.

2.8 INDUSTRIA 4.0 EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La **Industria 4.0**, también conocida como La Cuarta Revolución Industrial, representa la integración de tecnologías avanzadas como el **Internet de las Cosas (IoT)**, **inteligencia artificial (IA)**, **Análisis de datos en tiempo real**, **Automatización inteligente** y **Sistemas ciberfísicos** dentro de diversos procesos productivos. Con esta nueva idea, la gestión del mantenimiento también ha evolucionado hacia modelos más inteligentes, predictivos e interconectados.

Esta nueva industria pretende pasar del uso de calendarios fijos, reacciones únicamente ante fallas y gestión de planes de mantenimiento de manera física, mediante documentos impresos y archivos físicos, a la implementación de las nuevas tecnologías para facilitar la anticipación de fallas o problemas con los activos, optimizar los recursos y mejorar la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.

Al realizar la implementación de las tecnologías actuales (antes mencionadas) se puede mejorar la gestión del mantenimiento. Algunos de estas mejoras son:

1. **Gestión del Mantenimiento Preventivo**

Gracias a la Industria 4.0 es posible implementar **sensores IoT** en todo tipo de activos, lo cual permite el monitoreo en tiempo real de vibraciones, temperatura, presión, conteo de piezas, etc; así como también permiten la anticipación de fallas, por lo que a largo plazo reduce tiempos de inactividad no planeados.

2. **Análisis avanzado de datos (Big Data)**

El uso de herramientas de inteligencia empresarial como Power BI facilitan la interpretación y el análisis de grandes volúmenes de información, así como también permite la obtención de indicadores clave (KPI's) que ayudan a mejorar la toma de decisiones de manera específica en el área de mantenimiento.

3. **Automatización y flujos inteligentes**

La interconectividad entre estas nuevas tecnologías y Dynamics 365 F&O permite automatizar todos los flujos de trabajo, creación automática de ordenes de trabajo, lanzamiento de solicitudes de compra para repuestos requeridos en los mantenimientos preventivos próximos, así como también notificar al personal técnico ante cualquier tipo de actualización de los activos.

4. **Gemelos digitales (Digital Twins)**

Al tener el apoyo de distintos modelos visuales de los activos permiten simular su comportamiento y predecir su desgaste y también sus futuras fallas, optimizando la planificación del mantenimiento a largo plazo.

5. **Interconectividad entre áreas**

La integración entre los sistemas de producción, mantenimiento, compras e inventario permite una **gestión colaborativa, trazable y eficiente**.

Un ejemplo muy claro de esto dentro de la **Pasteurizadora Maulec** es que con la correcta implementación del módulo de Gestión de Activos de Dynamics 365 F&O, esta empresa puede prosperar hacia un modelo de mantenimiento más a fin con los principios de la Industria 4.0, al automatizar la planificación de tareas, integrar los datos técnicos con el inventario y las finanzas, y visualizar los resultados mediante informes y dashboards en Power BI. Esto permite **una gestión más inteligente, proactiva y conectada**.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

3.1 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS EN DYNAMICS 365 F&O: Enfoque en Control, Mantenimiento y Ciclo de Vida de Equipos

Este apartado detalla la configuración funcional y técnica del módulo de Administración de Activos en Microsoft Dynamics 365 F&O, basándose en un enfoque integral mediante la gestión eficiente de activos físicos. Se abordan las mejores prácticas para el registro, clasificación y seguimiento de activos, así como la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo.

En cada uno de los módulos de este sistema existen configuraciones generales que se deben tomar en cuenta para su correcto funcionamiento integral, ya que es importante minimizar errores de operación y optimizar el tiempo de configuración.

3.1.1 Parámetros iniciales del módulo de Administración de activos

La correcta configuración de los parámetros iniciales del módulo de Administración de Activos en el sistema de Dynamics 365 F&O es fundamental para asegurar una gestión eficiente y alineada con las necesidades de la Pasteurizadora Maulec. Estos parámetros establecen las reglas base sobre las cuales funcionará este sistema, definiendo aspectos como los tipos de mantenimientos, la estructura de ubicaciones técnicas, los niveles de servicio, la vista de los activos, idioma de origen, etc. La definición adecuada de estos elementos permite personalizar el comportamiento de todo el módulo, por lo que facilita la planificación de tareas, optimiza los recursos y garantiza la trazabilidad de cada activo a lo largo de su ciclo de vida.

3.1.1.1 Primera Fase

En esta **Primera Fase** de configuración, se definieron los parámetros generales del módulo de Administración de Activos, en la ruta de **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Parámetros de administración de activos**, los cuales son indispensables para su funcionamiento operativo.

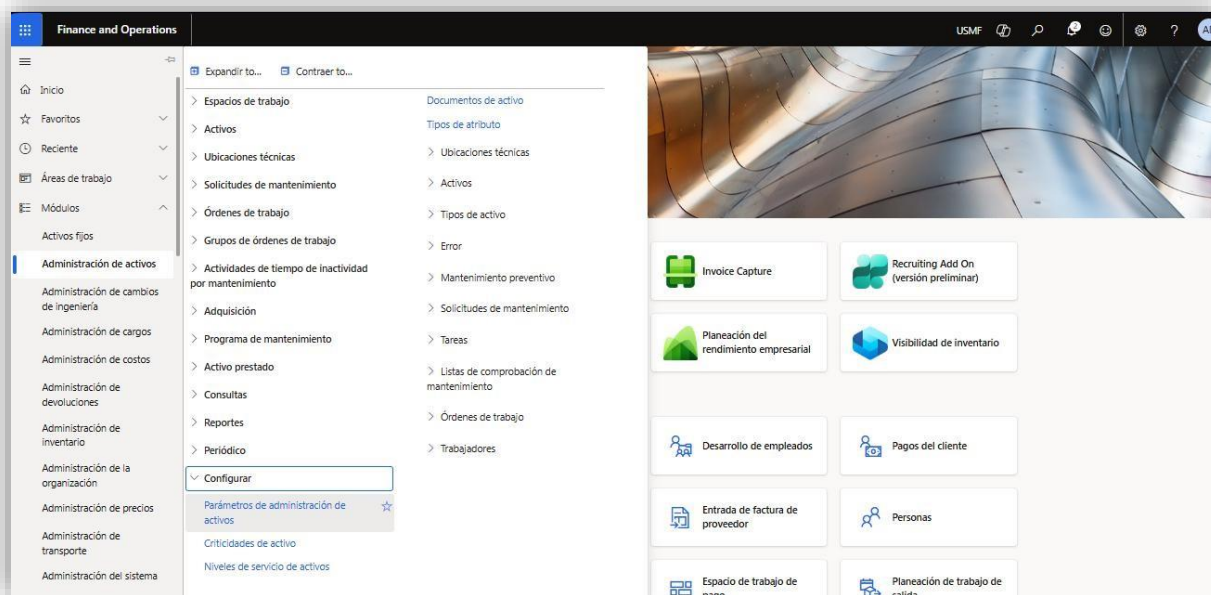


Ilustración 10. Parámetros de administración de activos

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los principales elementos configurados por sectores:

Tabla 6. Elementos configurados por sectores en el módulo de Administración de activos

Activos		
Elemento Configurado	Descripción	Valor definido
Ubicación Técnica	Ubicación técnica predeterminada que tendrá todo el proyecto	Predeterminada
Calendario Estándar	Calendario estándar del horario que seguirá el sistema	24 Hrs.
Vista de Activos	Forma de visualizar o estructurar la información de los activos en todo el proyecto	Tipos de activo
Solicitudes de Mtto.	Tipo predeterminado de solicitud de mantenimiento	Mantenimiento

Planificación Visual	Identificador de estado de ciclo de vida de todas las OT generadas	Completado
-----------------------------	--	------------

Ordenes de Trabajo

Elemento Configurado	Descripción	Valor definido
Tipo predeterminado de las ordenes de trabajo	Identificación del tipo de orden de trabajo	MC
Tipo de orden de trabajo preventiva	Tipo de orden de trabajo predeterminado que se usa al crear una OT automática	MP
Nombres de los diarios predeterminados	Parámetros predeterminados de los diarios	Hora Artículo Cargo Cuota

Programación de Ordenes de Trabajo

Elemento Configurado	Descripción	Valor definido
Límite de tiempo de programación	Periodo de días desde la fecha inicial, en la que se planean las tareas de mantenimiento de la OT	30
Fecha de inicio programada predeterminada	Forma en la que el sistema busca el valor predeterminado para iniciar las OT	Fecha de inicio prevista procedente de la cabecera

Tipos de Documentos

Elemento Configurado	Descripción	Valor definido
Configuración de los tipos de documento	Configurar los tipos de documento para la impresión automática de los reportes generados en la OT	Todos

Secuencias numéricas

Se configuran las secuencias numéricas para cada grupo o sector como las **Ordenes de Trabajo, Activos, Solicitudes de Mantenimiento, Plantillas de lista de comprobación, Préstamos, etc.**

Esta configuración inicial asegura que el sistema esté alineado con los procesos de mantenimiento específicos para la **Pasteurizadora Maulec**, permitiendo así su correcta ejecución y seguimiento en base al ciclo de vida de todos los activos.

3.1.1.2 Segunda Fase

La **Segunda Fase** es la configuración de los **Niveles de Servicio**, los cuales son configurados desde la ruta de **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Niveles de Servicio de Activos**.

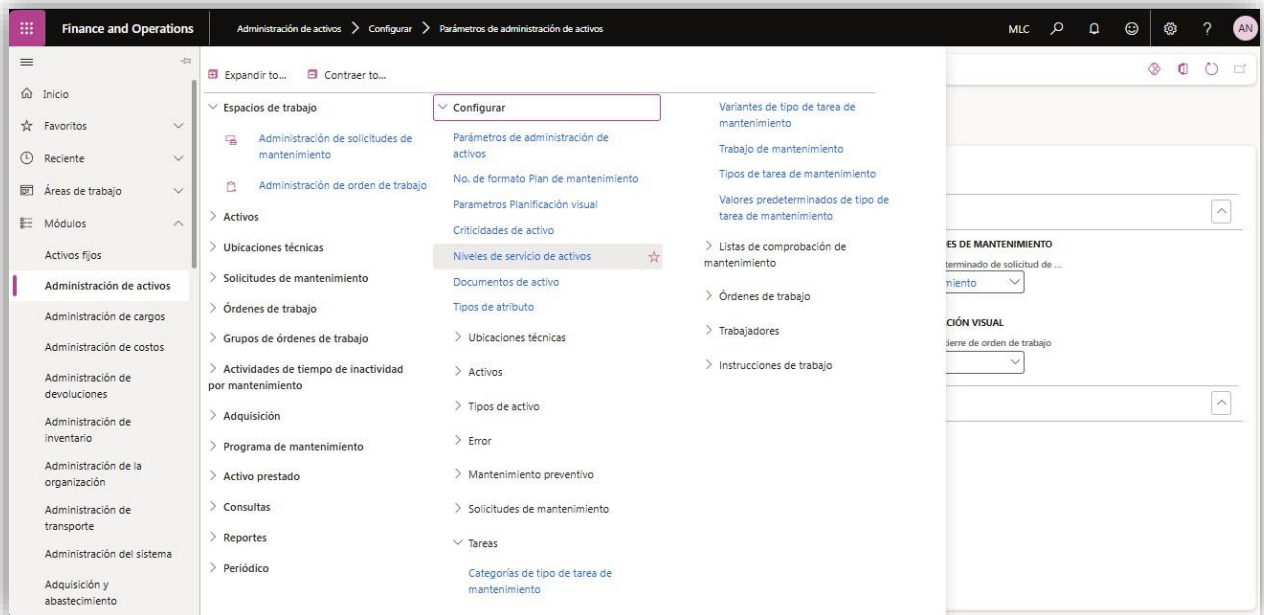


Ilustración 11. Niveles de Servicio de Activos

Es importante mencionar que los **Niveles de Servicio** dentro del sistema de **Dynamics 365 F&O** representan los compromisos de la empresa para la atención y resolución ante las actividades de mantenimiento. Al realizar esta configuración personalizada para la Pasterizadora Maulec, se planea que disminuya considerablemente parámetros esenciales como el tiempo de respuesta, el tiempo de resolución y las prioridades asignadas a las órdenes de trabajo, con el objetivo de garantizar un mantenimiento eficiente, predecible y alineado con los requerimientos operativos de la organización.

Dentro del sistema, esta configuración de los niveles de servicio permite clasificar las solicitudes de mantenimiento en función de su urgencia e impacto, lo cual facilita la planificación de recursos tanto técnicos como de materiales y la toma de decisiones oportunas. Un ejemplo muy claro es cuando se presenta una falla crítica en un equipo esencial para la producción, este puede tener un nivel de servicio con tiempos de atención más cortos, en comparación con una inspección rutinaria.

Además, estos niveles son útiles para generar reportes de desempeño del mantenimiento para auditorías, y sirven como base para evaluar la eficiencia del área técnica y la confiabilidad de los activos.

3.1.1.3 Tercera Fase

La **Tercera Fase** es la configuración de las ubicaciones técnicas en la que se establecen los Tipos de ubicación técnica, los Modelos de ciclo de vida y los Estados de ciclo de vida. Dicho esto, la primera ruta de esta fase que se utilizó es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ubicaciones Técnicas > Tipos de Ubicación Técnica**.

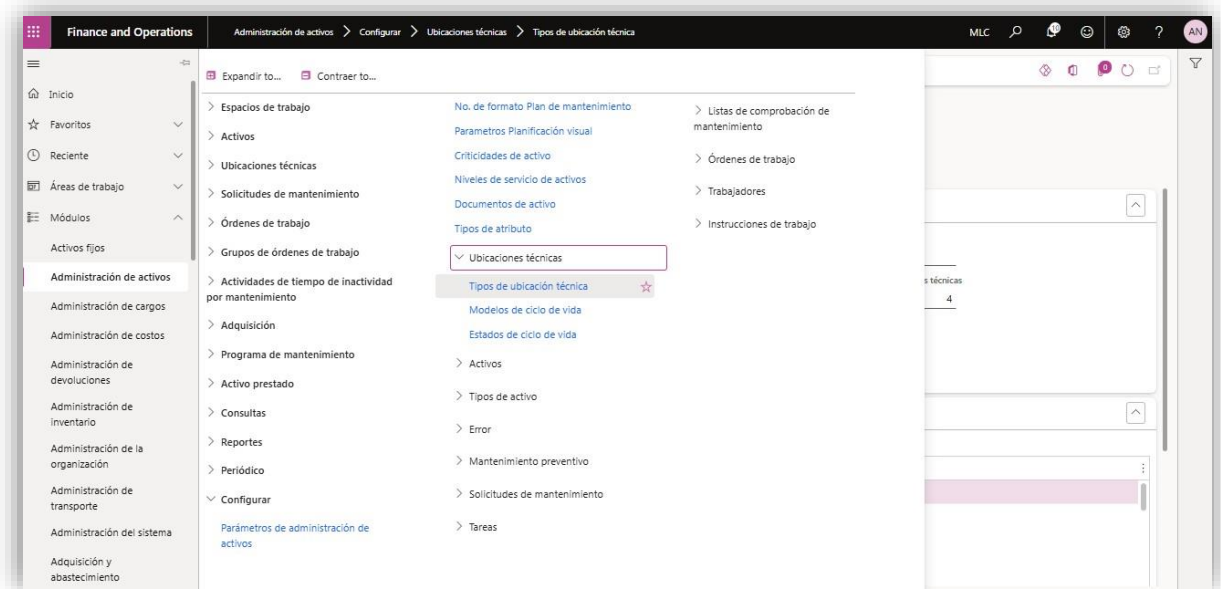


Ilustración 12. Tipos de Ubicación Técnica

Los **Tipos de Ubicación Técnica** en el módulo de Administración de Activos permiten estructurar y clasificar los lugares físicos o funcionales donde se encuentran instalados los activos, esto relacionado directamente con la Pasteurizadora Maulec. Dicha configuración proporciona una jerarquía automatizada que facilita la gestión, localización y mantenimiento de los equipos y maquinaria en diferentes sectores de esta empresa alimentaria.

De manera general, una ubicación técnica puede representar desde una planta o edificio, hasta un área en específico como una línea de producción o un punto exacto donde se encuentre el activo. Al definir distintos tipos de ubicaciones técnicas (**embalaje, envasado, esterilizado, pasteurizado, instalaciones, refrigeración, etc**) como es el caso de Maulec, se logra una visibilidad clara de la distribución operativa de cada activo, lo cual mejora considerablemente la planificación del mantenimiento, la trazabilidad de fallas y la asignación de recursos tanto técnicos como materiales.

Además, esta clasificación permite realizar análisis precisos, como por ejemplo **detectar zonas críticas** con mayor frecuencia de fallos o **planificar inspecciones periódicas por área**. También

es clave para que Maulec establezca relaciones específicas entre activos y sus ubicaciones, creando así una administración estructurada y ordenada.

La segunda ruta que se utilizó es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ubicaciones Técnicas > Modelos de Ciclo de Vida**.

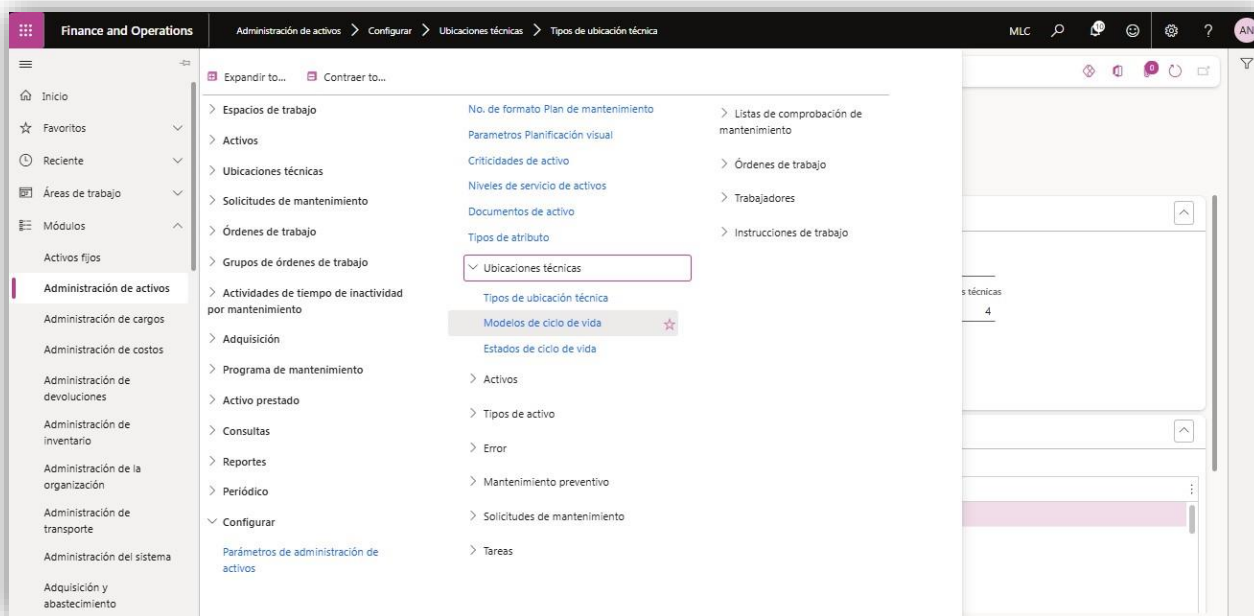


Ilustración 13. Modelos de ciclo de vida de las Ubicaciones Técnicas

Los modelos de ciclo de vida establecidos en el sistema de Dynamics 365 F&O permiten gestionar de manera estructurada las diferentes etapas por las que pasa una ubicación técnica a lo largo de su uso operativo. Estas etapas están configuradas de acuerdo a las políticas operativas de la Pasteurizadora Maulec, ya que es una forma muy útil de establecer reglas en el sistema que determinan qué acciones están permitidas en cada fase.

Al igual que otras partes importantes como con los activos, un modelo de ciclo de vida enfocado en las ubicaciones técnicas mejora considerablemente el control sobre la infraestructura donde se alojan los activos físicos, permitiendo saber si una ubicación está **disponible, en mantenimiento, fuera de servicio o retirada**. Esta visibilidad es clave para evita errores en la asignación de activos, planificar correctamente tareas de mantenimiento, y asegurar el cumplimiento de diferentes requisitos del área de mantenimiento.

La implementación de estos modelos garantiza que todas las ubicaciones técnicas sean administradas en base a criterios estandarizados, actualizados y trazables, lo que contribuye a una mejor planificación de los recursos, mayor eficiencia operativa y un control preciso de los espacios físicos dentro del entorno de la Pasteurizadora Maulec.

Finalmente, la tercera ruta utilizada fue **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ubicaciones Técnicas > Estados de Ciclo de Vida**.

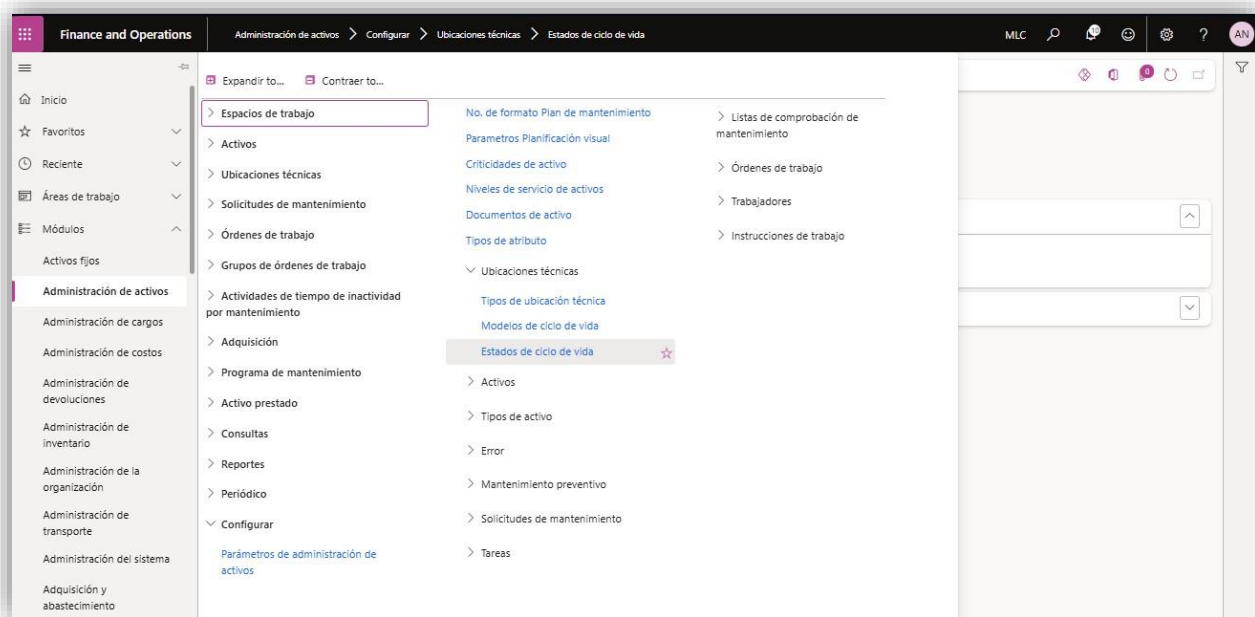


Ilustración 14. Estados de ciclo de vida de las Ubicaciones Técnicas

En el sistema de Dynamics 365 F&O, las ubicaciones técnicas también pueden gestionarse mediante los estados de ciclo de vida. Estos estados permiten controlar su disponibilidad, condición operativa y su capacidad para alojar activos o recibir mantenimiento.

Los **Estados de Ciclo de Vida** de las ubicaciones técnicas fueron configurados de acuerdo con las necesidades operativas de la Pasteurizadora Maulec, estableciendo así diversas restricciones y permisos específicos para cada uno. Por ejemplo, dentro de Maulec se configuraron 4 tipos de estados, dentro de los cuales fueron:

- Buen estado
- En reparación
- Mal estado
- Sin uso

Por lo que en cada uno se realizó una configuración personalizada para bloquear o permitir actividades como permitir registrar y operar activos, impedir el movimiento de activos o bien impedir la creación de órdenes de trabajo, dependiendo de cada uno de ellos.

Esta versatilidad es bastante útil para empresas como la Pasteurizadora Maulec ya que garantiza la trazabilidad de todo el entorno técnico, especialmente en instalaciones complejas como los pasteurizadores ya que con activos críticos como estos se requiere saber qué

ubicaciones están habilitadas, deshabilitadas, en mantenimiento o retiradas con el fin de mejorar la planificación, minimizar el riesgo de errores operativos y asegurar una administración estructurada de los espacios físicos vinculados a los activos.

3.1.1.4 Cuarta Fase

La **Cuarta Fase** se centra en la configuración de los Activos, se configuran principalmente dos apartados principales, los cuales son los Modelos y los Estados de ciclo de vida, la primera ruta es la siguiente: **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Activos > Modelos de Ciclo de Vida**.

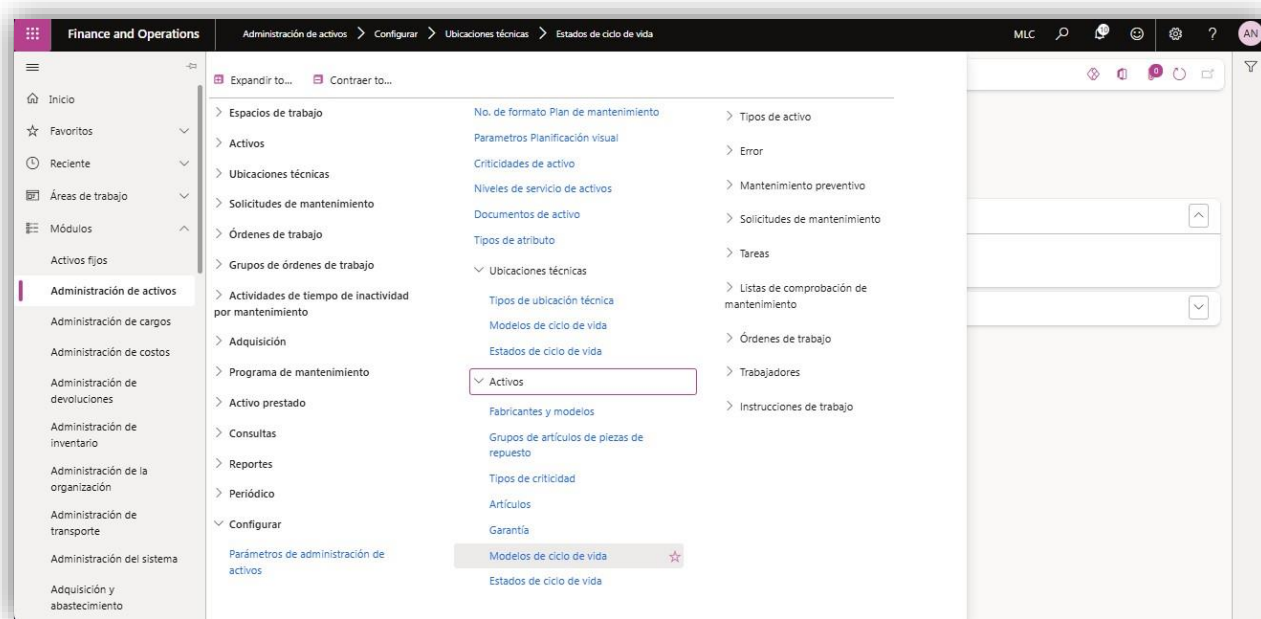


Ilustración 15. Modelos de ciclo de vida de los Activos

En el sistema de Dynamics 365 F&O, los Modelos de Ciclo de Vida de los activos permiten estructurar y controlar las distintas fases por las que pasa un activo físico a lo largo de su vida útil en la organización. Estos modelos establecen una secuencia lógica de estados, configurados particularmente para cada empresa, en el caso de la Pasterizadora Maulec se configuraron 4 tipo, dentro de los cuales están:

- Activo
- En Reparación
- Fallo
- En Espera

También se configuraron las reglas de transición entre los estados, junto con sus respectivas restricciones.

Cada modelo creado se adapta a los diferentes tipos de activos dependiendo de su criticidad, función y tiempo de vida estimado. Además, los modelos permiten establecer restricciones operativas en cada uno, un ejemplo notable es el de permitir o no la creación de órdenes de trabajo, la transferencia del activo a otra ubicación, o la desactivación del mismo. Esto garantiza que las acciones ejecutadas sobre los activos estén alineadas con su situación actual, así como también las políticas operativas de la empresa.

Como antes se había mencionado, la configuración de los modelos de ciclo de vida en los activos aporta grandes beneficios como la trazabilidad completa del activo, el cumplimiento de normas técnicas o legales, y una base sólida para la toma de decisiones relacionadas con su mantenimiento, inversión o retiro definitivo.

La segunda ruta para considerar dentro de esta fase es desde el **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Activos > Estados de Ciclo de Vida**.

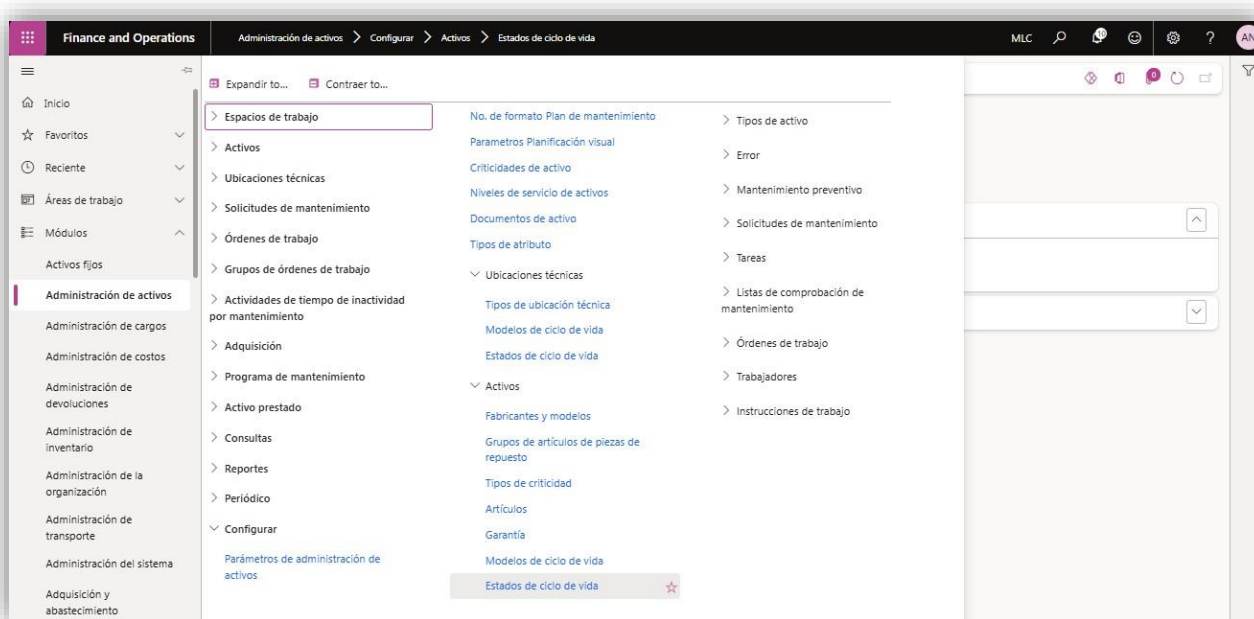


Ilustración 16. Estados de ciclo de vida de los Activos

Los estados de ciclo de vida de los activos representan las diferentes condiciones operativas que puede tener un físico a lo largo de su vida útil dentro de la empresa. Cada estado va de la mano con los modelos de ciclo de vida previamente configurados, ya que así determina que acciones o funciones están permitidas según la situación actual de cada activo.

Estos estados permiten el control total sobre el uso, mantenimiento y disposición final del activo, además ayuda a establecer restricciones operativas que evitan errores o usos

indebidos. Por ejemplo, en la Pasteurizadora Maulec un pasteurizador en estado **En Operación** puede generar órdenes de trabajo para mantenimientos correctivos o preventivo, mientras que una bomba inactiva en estado **Fuera de Servicio** solo puede ser evaluada por el equipo técnico sin que se le asignen tareas operativas, es decir solo es posible consultar su historial si se desea.

Específicamente para la Pasteurizadora Maulec se configuraron 4 tipos de estados dentro de los cuales fueron:

- Activo
- En espera
- En reparación
- Fallo

Esta organización requería de estados simples y concisos que facilitaran la comprensión de la información por parte de todo el personal, debido a que en ocasiones se necesitaba consultar a personal sin conocimiento técnico, por lo que la forma de presentar los estados facilita la comunicación entre todos los colaboradores.

3.1.1.5 Quinta Fase

La **Quinta Fase** se centró específicamente en los Tipos de Activo, en este apartado se configuró todo lo relacionado y se hizo mediante la siguiente ruta **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Tipos de Activos > Tipos de Activos**.

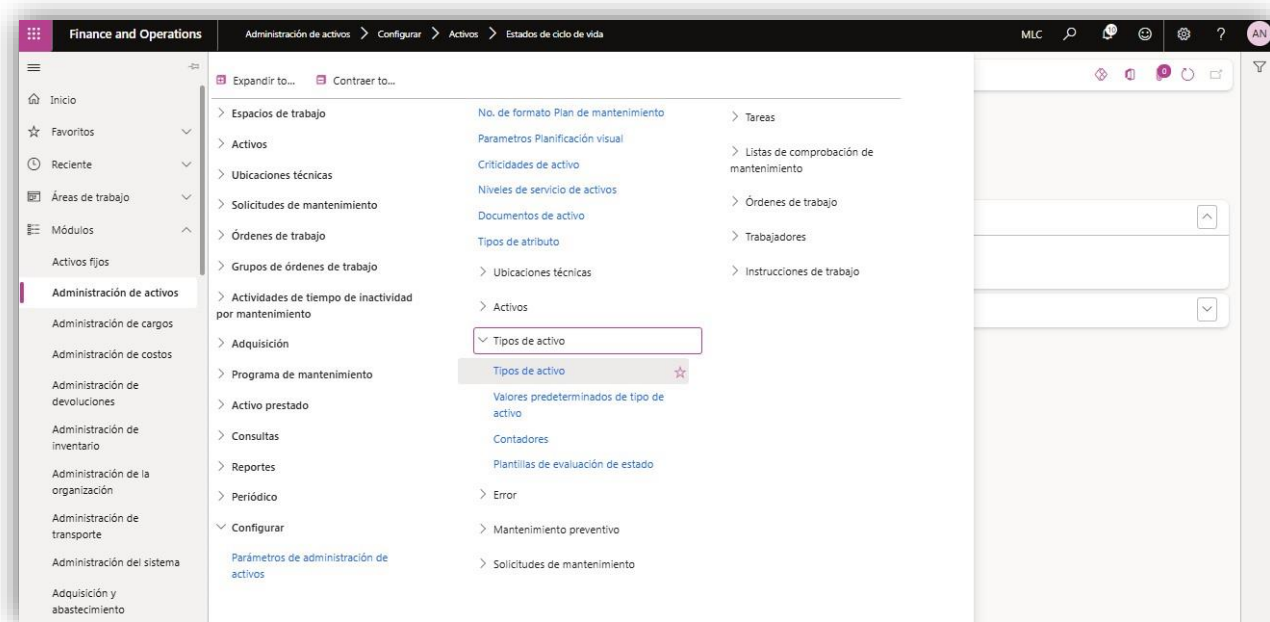


Ilustración 17. Tipos de activos

Al realizar una correcta configuración de los tipos de activos dentro del módulo de Administración de Activos de Dynamics 365 F&O representó un paso un pasó sumamente clave para la Pasterizadora Maulec ya que este apartado proporciona un gran apoyo en la organización, clasificación y gestión eficiente de la infraestructura técnica utilizada en los distintos procesos productivos, logísticos y de soporte.

Esta clasificación permite agrupar los activos según su naturaleza y función dentro de la planta, lo que facilita la trazabilidad, el mantenimiento programado y el análisis de desempeño por categoría. En el caso de MAULEC, se han definido tipos de activos alineados con la operación real, tales como: **pasteurizado, aire comprimido, cogeneración, cuarto de silos, envasado, esterilizado 1 y 2, extractores, hidráulico, gas natural, instalaciones, mobiliario, neumático, refrigeración, rehidratado, servicios, suavizadores, tuberías y vapor.**

Cada tipo de activo cuenta con parámetros técnicos y operativos específicos, lo que permite asociarles planes de mantenimiento adecuados, niveles de criticidad, tiempos de respuesta y recursos asignados a cada activo. Esta configuración también permite generar reportes más precisos por tipo de equipo, identificar tendencias de falla, y tomar decisiones fundamentadas para la renovación o sustitución de activos clave en el proceso de producción.

En resumen, la definición estructurada de los tipos de activos en Dynamics 365 F&O no solo ordena la información dentro del sistema, sino que contribuye directamente a la eficiencia operativa, la disponibilidad de los equipos y el cumplimiento de los estándares de calidad en la producción de leche y sus derivados en la Pasterizadora Maulec.

3.1.1.6 Sexta Fase

La **Sexta Fase** se enfocó directamente en las Solicitudes de Mantenimiento, debido a que tienen un gran peso dentro de este sistema. La configuración se realizó en tres partes, la primera de ellas se realizó a partir de la siguiente ruta **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Solicitudes de Mantenimiento > Tipos de Solicitudes de Mantenimiento.**

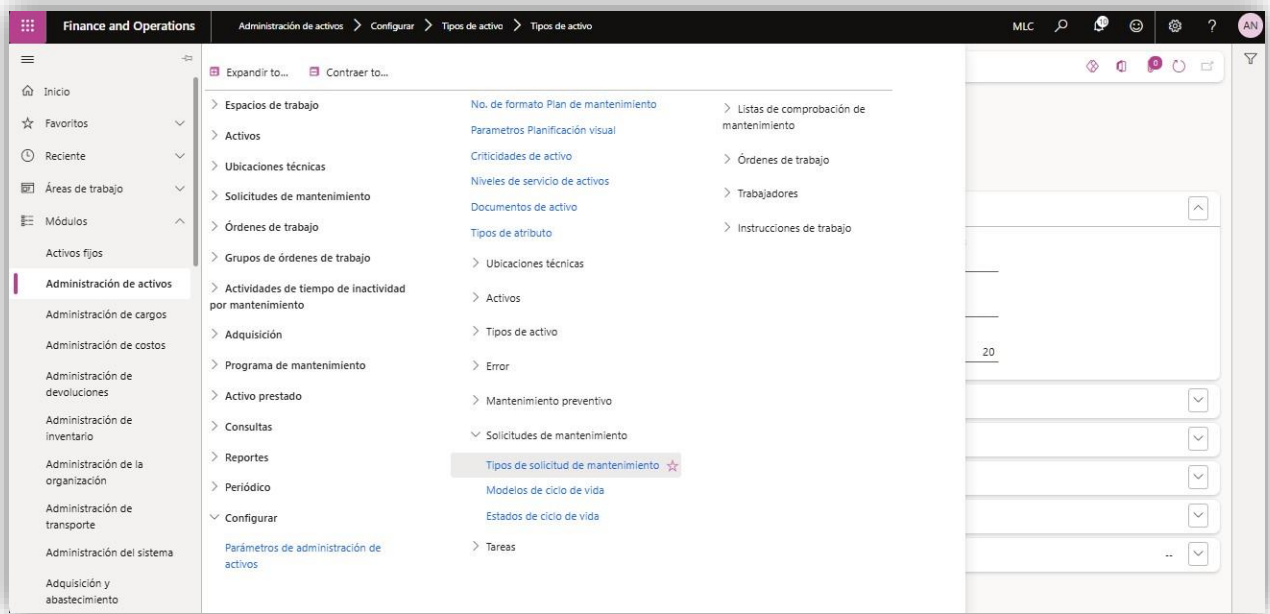


Ilustración 18. Tipos de solicitud de mantenimiento

La configuración realizada sobre los Tipos de Solicitudes de Mantenimiento dentro del módulo de Administración de Activos de Dynamics 365 F&O permitirá a la empresa Maulec una mejor clasificación, organización y priorización de las diferentes peticiones de intervención técnica realizadas por el personal de planta y mantenimiento. Esta clasificación es clave para agilizar la atención de fallas, planificar mantenimientos y garantizar la continuidad operativa de los activos críticos en las distintas áreas de producción.

A través de esta funcionalidad, se pueden registrar distintos tipos de solicitudes según su naturaleza, urgencia o tipo de intervención requerida. En MAULEC se han configurado tipos como: **mantenimiento, distintos tipos de procesos como, por ejemplo: de mantenimiento correctivo, de mejora, predictivos y preventivos, también distintos tipos de servicios como: mantenimiento conductivo, correctivo, de mejora, preventivos, predictivos, etc.** Esta categorización permite canalizar de manera más eficiente las necesidades del área operativa, asegurando que los recursos técnicos les den prioridad a los activos más críticos o que presentan mayor impacto en la línea de producción.

Cada tipo de solicitud puede configurarse con parámetros específicos como tiempos de respuesta esperados, prioridad predeterminada, asignación automática de responsables o integración con planes de mantenimiento. Esta estructura también facilita la generación de indicadores clave (KPI's), como el número de solicitudes atendidas por tipo, tiempos promedio de respuesta y frecuencia de fallas por área.

En conjunto, la correcta configuración de los tipos de solicitudes de mantenimiento mejora la comunicación entre producción y mantenimiento, fortalece la trazabilidad de las

intervenciones y contribuye directamente a la confiabilidad de los procesos productivos en MAULEC.

La segunda ruta que se configuró es la siguiente **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Solicitudes de Mantenimiento > Modelos de Ciclo de Vida**.

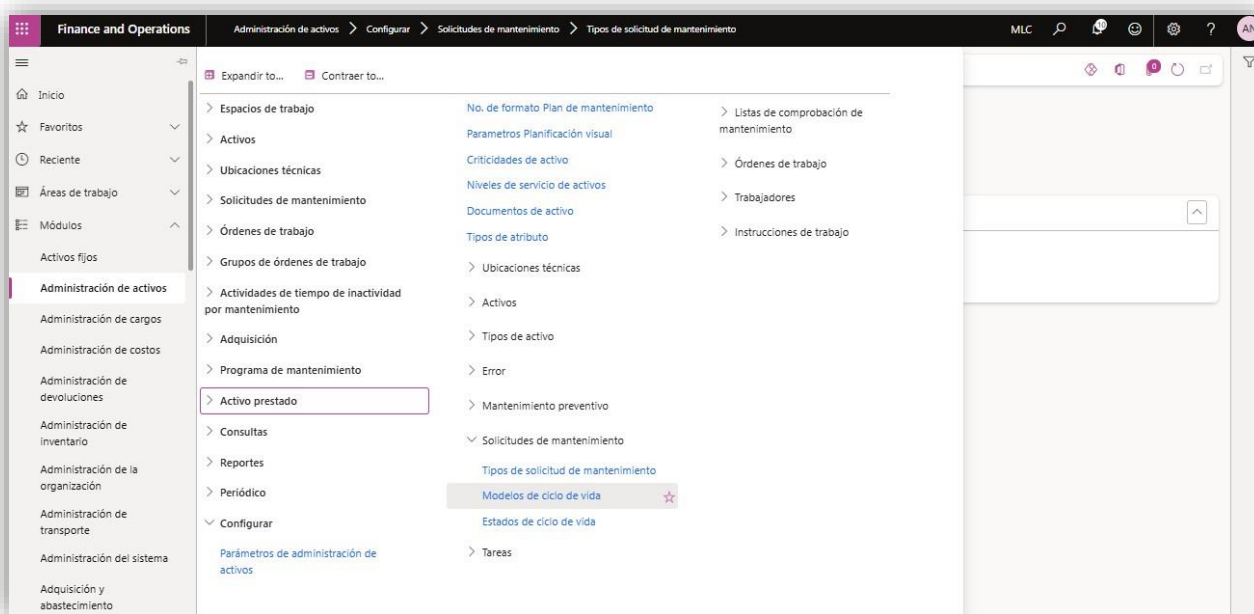


Ilustración 19. Modelos de ciclo de vida de las Solicitudes de mantenimiento

En la Pasterizadora Maulec, la correcta configuración de los modelos de ciclo de vida dentro de las solicitudes de mantenimiento permitirá gestionar de manera controlada cada etapa por la que transita una solicitud desde su creación hasta su cierre definitivo. Esta estructura garantiza que todas las intervenciones sean totalmente registradas, autorizadas y completadas de acuerdo con los protocolos técnicos establecidos por el área de mantenimiento.

Un modelo de ciclo de vida define los estados que puede tener una solicitud de mantenimiento, por ejemplo: **Nuevo, En proceso, Pendiente, Completada, Cerrada**, como es el caso de Maulec, así como también las reglas de transición entre ellos. Específicamente en esta Pasterizadora, estos modelos se han diseñado tomando en cuenta la necesidad de mantener una trazabilidad clara de las acciones ejecutadas sobre los equipos de producción, refrigeración, energía y laboratorio.

Además, se configuran restricciones y automatizaciones específicas en cada estado. Es decir, una solicitud no puede pasar al estado “Cerrada” si no se ha completado el registro de materiales utilizados o de horas consideradas para la mano de obra. Esto permite asegurar que la información técnica esté completa antes de cerrar una intervención.

Al estandarizar los modelos de ciclo de vida de las solicitudes de mantenimiento, MAULEC logra mejorar el control operativo, reducir el tiempo de respuesta, optimizar la asignación de recursos técnicos y facilitar la generación de reportes para la toma de decisiones. También se fortalecen los procesos de auditoría interna y cumplimiento, al contar con un historial documentado de cada solicitud y su seguimiento.

Finalmente, la última configuración realizada en este apartado se enfoca totalmente en los Estados de Ciclo de Vida y para esto se utilizó la siguiente ruta **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Solicitudes de Mantenimiento > Estados de Ciclo de Vida**.

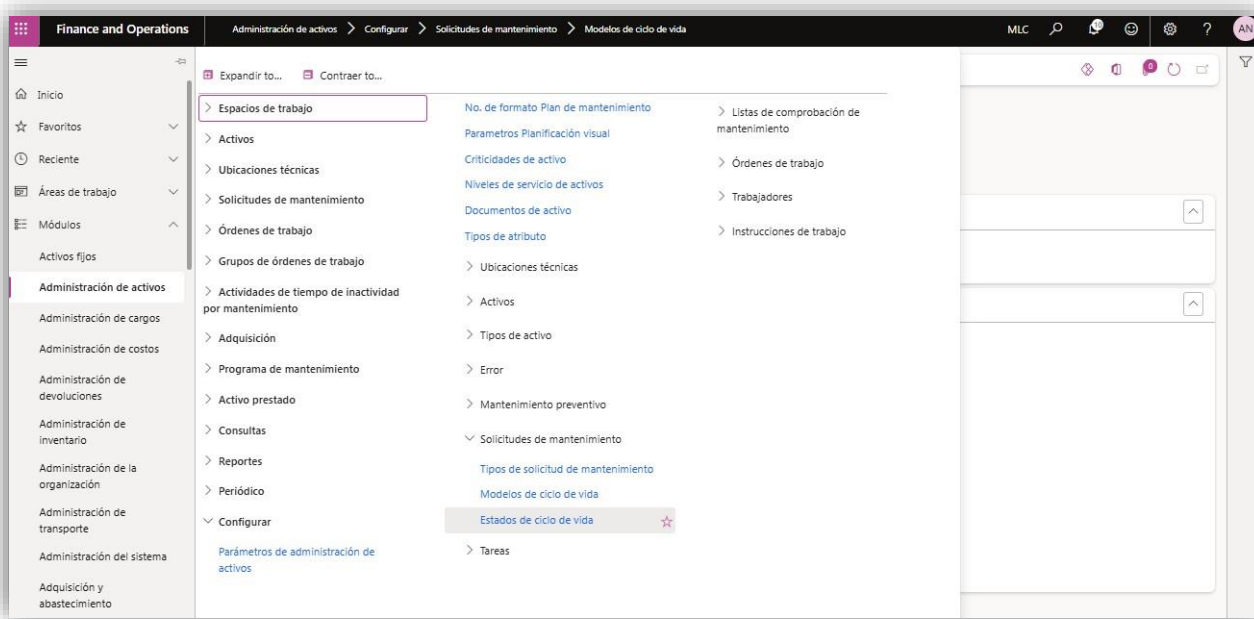


Ilustración 20. Estados de ciclo de vida de las Solicitudes de mantenimiento

Los **Estados de Ciclo de Vida** de las solicitudes de mantenimiento en el sistema de Dynamics 365 F&O representan las diferentes etapas por las que transita una solicitud desde que es generada hasta su cierre definitivo. Dentro de la Pasteurizadora Maulec, la configuración de estos estados permitirá establecer un flujo de trabajo claro y ordenado para asegurar que cada solicitud sea atendida de forma oportuna, trazable y conforme a los lineamientos del área de mantenimiento.

Cada estado refleja una condición específica de la solicitud, como si ya fue aprobada o es nueva, si está en proceso o pendiente, si el trabajo ha sido completado, o si ya se documentó y cerró correctamente. Esta estructura no solo facilita la administración operativa, sino que también mejora la coordinación entre las áreas de producción y mantenimiento, evitando retrasos y pérdidas de información.

El sistema de Dynamics 365 F&O brinda diversas prestaciones a la hora de configurar estos estados, una de ellas es que se pueden configurar restricciones específicas, por ejemplo:

impedir que una solicitud pase a estado "Cerrada" si no se ha registrado el tiempo de trabajo, los repuestos utilizados o si el activo no ha sido validado como funcional y Maulec no fue la excepción ya que con el fin de garantizar que cada intervención quede correctamente documentada antes de completarse se configuraron estas restricciones en cada uno de ellos.

En el entorno de Maulec, estos estados son clave para monitorear el cumplimiento de los mantenimientos preventivos y correctivos, identificar cuellos de botella en la atención de fallas, y generar reportes de desempeño para una mejora continua en la gestión de activos.

3.1.1.7 Séptima Fase

La **Séptima Fase** se centró en la configuración de las Ordenes de Trabajo, esta consta de 4 secciones, las cuales son:

- Tipos de Orden de Trabajo
- Configuración del Proyecto
- Modelos de Ciclo de Vida
- Estados de Ciclo de vida

Es importante aclarar que cada una de ellas tiene una ruta diferente dentro del sistema de Dynamics 365 F&O, por lo que se explicará cada una de ellas más adelante.

La primera ruta es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ordenes de Trabajo > Tipos de Orden de Trabajo**.

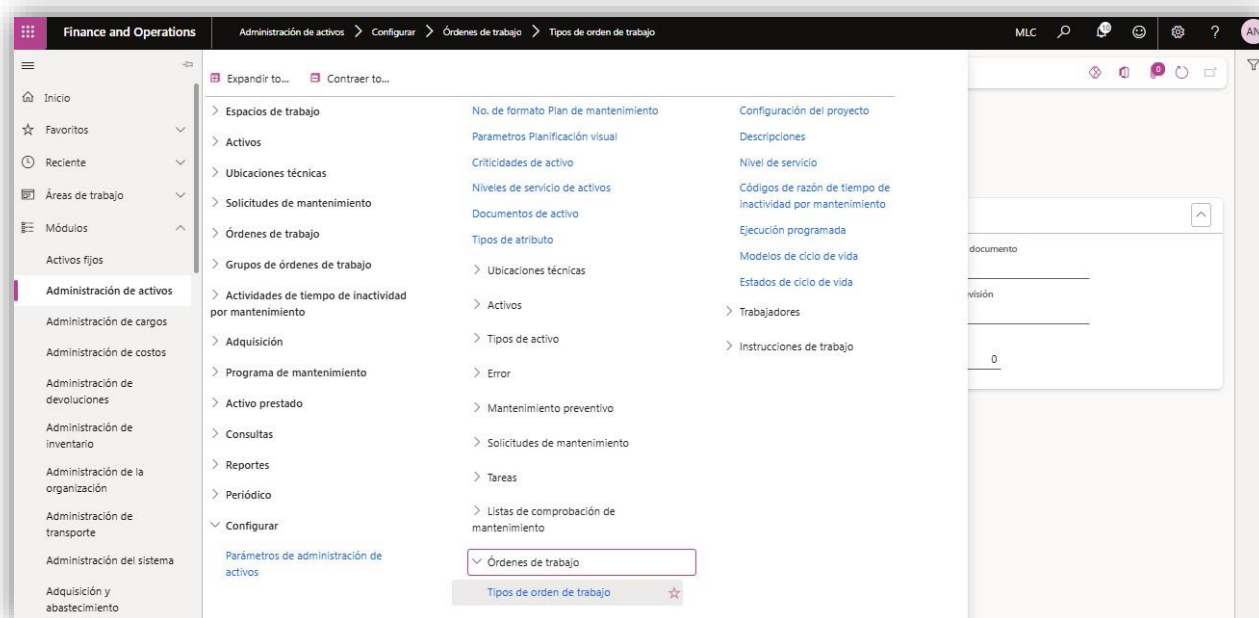


Ilustración 21. Tipo de orden de trabajo

En la Pasteurizadora Maulec, la configuración de los tipos de órdenes de trabajo dentro del módulo de Administración de Activos en Dynamics 365 F&O permite clasificar las distintas actividades de mantenimiento que se realizan sobre los equipos e instalaciones de la planta. Esta categorización mejora considerablemente el control operativo, facilita la planificación de recursos técnicos y permite analizar el comportamiento del mantenimiento según el tipo de intervención ejecutada.

Los tipos de órdenes de trabajo establecen el propósito general de cada actividad técnica, diferenciando, por ejemplo, entre mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, inspecciones técnicas, reparaciones mayores o calibraciones de equipos de laboratorio. Esta clasificación también les será de utilidad para generar indicadores clave de desempeño, como el porcentaje de órdenes correctivas frente a preventivas, o el tiempo promedio de atención por tipo de trabajo.

Específicamente en Maulec, la configuración de estos tipos fue diseñada para reflejar las necesidades reales de cada área operativa. Por ejemplo, una orden de trabajo de tipo correctivo no planificado puede surgir ante una falla repentina en una bomba de trasiego, mientras que una de tipo preventivo programado se activa conforme al plan mensual de mantenimiento del pasteurizador.

Además, esta configuración permite que cada tipo de orden se asocie a plantillas, políticas de aprobación y flujos de ciclo de vida específicos, lo que permite mantener un control estandarizado y trazable sobre las acciones realizadas en cada activo. Esta configuración fortalecerá la gestión del mantenimiento, reducirá el tiempo de respuesta ante fallas y brindará apoyo a la continuidad de las operaciones críticas de producción y calidad dentro de la Pasteurizadora Maulec.

La segunda ruta es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ordenes de Trabajo > Configuración del Proyecto.**

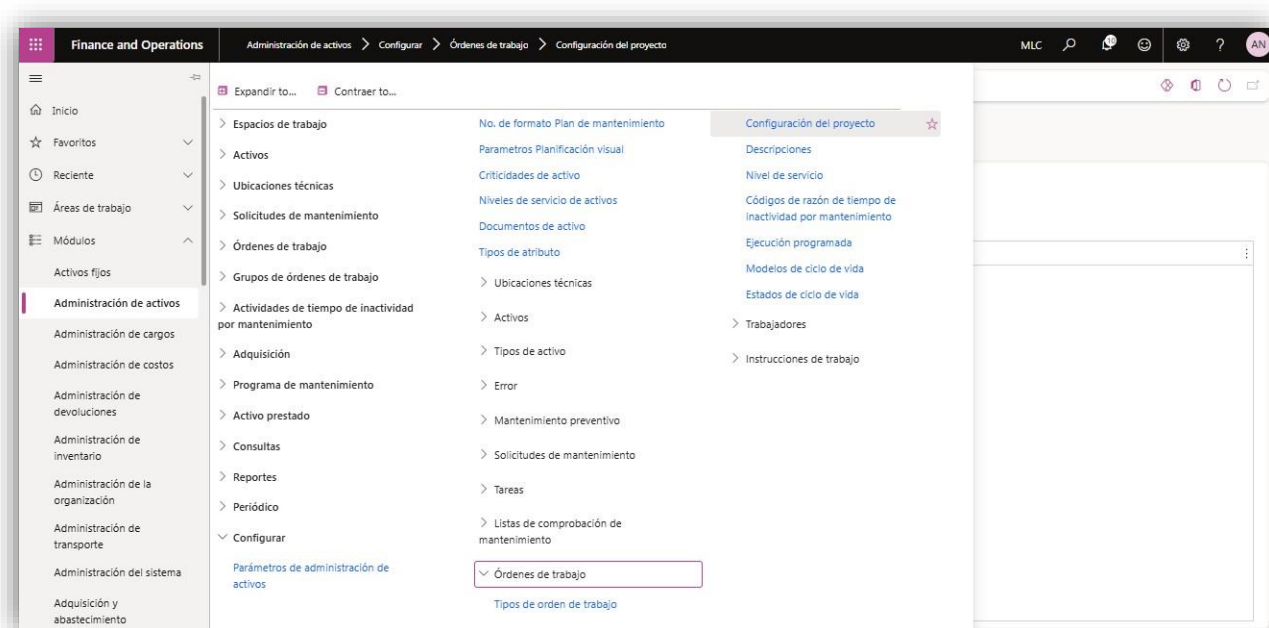


Ilustración 22. Configuración del proyecto

Este apartado es de suma importancia debido a que permite vincular las ordenes de trabajo con los proyectos contables, es decir vincula las ordenes de trabajo creadas directamente con la base de datos de Maulec ya que cada una de las empresas que contrata el sistema de Dynamics 365 F&O se da de alta como proyecto para que pueda tener acceso a todos los recursos administrativos y prestaciones financieras que proporciona el sistema.

Esta configuración permite que el personal administrativo calificado de la Pasteurizadora Maulec pueda **controlar presupuestos, distribuir gastos y dar seguimiento financiero** a las actividades de mantenimiento dentro de Dynamics 365 F&O.

Esta funcionalidad resulta especialmente útil en intervenciones de alto impacto económico, como reparaciones mayores, renovaciones de equipos, o mantenimientos correctivos intensivos, donde es necesario realizar un seguimiento detallado del presupuesto invertido. Al asociar una orden de trabajo a un proyecto, se pueden consolidar los gastos por materiales, horas hombre, servicios externos y otros insumos, lo que mejora el análisis de costos y apoya la toma de decisiones estratégicas en el área de mantenimiento.

En MAULEC, esta configuración se utilizará para diferenciar los trabajos rutinarios de aquellos que forman parte de iniciativas específicas, como la reubicación de equipos, ampliación de líneas de producción, o mejora de infraestructura crítica, por lo que el sistema permite agrupar órdenes relacionadas dentro de un mismo proyecto, con una estructura de fases, presupuestos y responsables asignados.

Esta integración entre el módulo de administración de activos y la contabilidad de proyectos proporcionará una visión integral del mantenimiento, alineando los esfuerzos técnicos con la gestión financiera y contribuyendo a un uso más eficiente de los recursos disponibles de Maulec.

La tercera ruta es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ordenes de Trabajo > Modelos de Ciclo de Vida**.

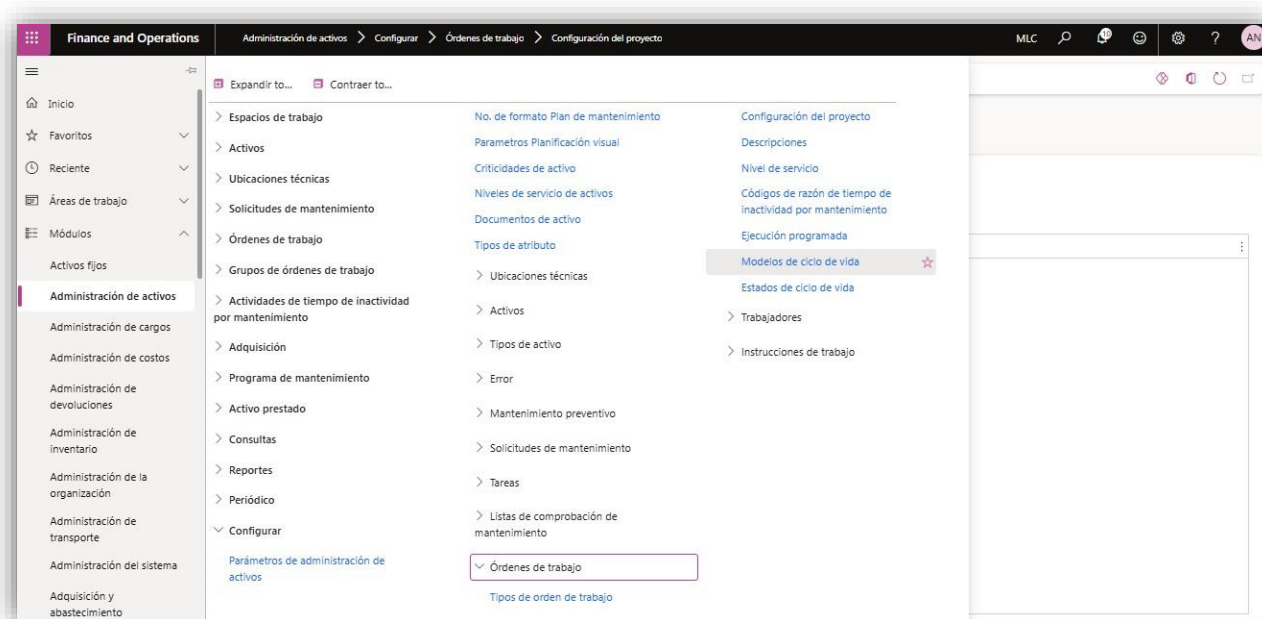


Ilustración 23. Modelos de ciclo de vida de las Ordenes de trabajo

La configuración de los **Modelos de Ciclo de Vida** dentro de las Ordenes de Trabajo fueron totalmente personalizadas para la Pasterizadora Maulec ya que es esencial para establecer una ruta clara y controlada en la ejecución de las tareas de mantenimiento. Estos modelos ayudarán a definir los estados que una orden puede asumir, así como las reglas de transición que tendrán entre ellos, asegurando que cada actividad técnica realizada se lleve a cabo de forma estructurada, desde la planificación hasta el cierre.

Cada modelo de ciclo de vida puede adaptarse según el tipo de mantenimiento o la complejidad de la intervención. Por ejemplo, una orden de trabajo preventiva puede seguir un ciclo de vida más simple y poco flexible, mientras que una orden correctiva no planificada puede requerir más validaciones, supervisiones, flexibilidad y registros antes de poder finalizarse.

En el caso específico de la Pasterizadora Maulec, los modelos se han configurado considerando las necesidades operativas de las distintas áreas de producción, calidad y servicios técnicos (incluyendo el área de mantenimiento). Los modelos configurados en este caso para una orden de trabajo fueron: **Nuevo, En proceso, Pendiente, Completada y Cerrada**,

permitiendo así tener un seguimiento detallado de cada fase. Además, se establecieron condiciones específicas en cada estado, con el fin de impedir el cierre de la orden si no se han registrado los materiales utilizados, las horas de trabajo o las observaciones del técnico.

Esta configuración no solo garantiza la trazabilidad de las intervenciones, sino que también facilita la creación de reportes confiables, digitaliza y mide los tiempos de atención, evalúa la carga de trabajo del personal técnico y optimiza la gestión del mantenimiento a nivel planta. En el entorno productivo de la Pasterizadora Maulec, se pretende que los equipos operen de manera continua y segura, por lo que al contar con modelos de ciclo de vida bien definidos se asegura un mayor control, cumplimiento normativo y eficiencia operativa.

La cuarta ruta es **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Ordenes de Trabajo > Estados de Ciclo de Vida**.

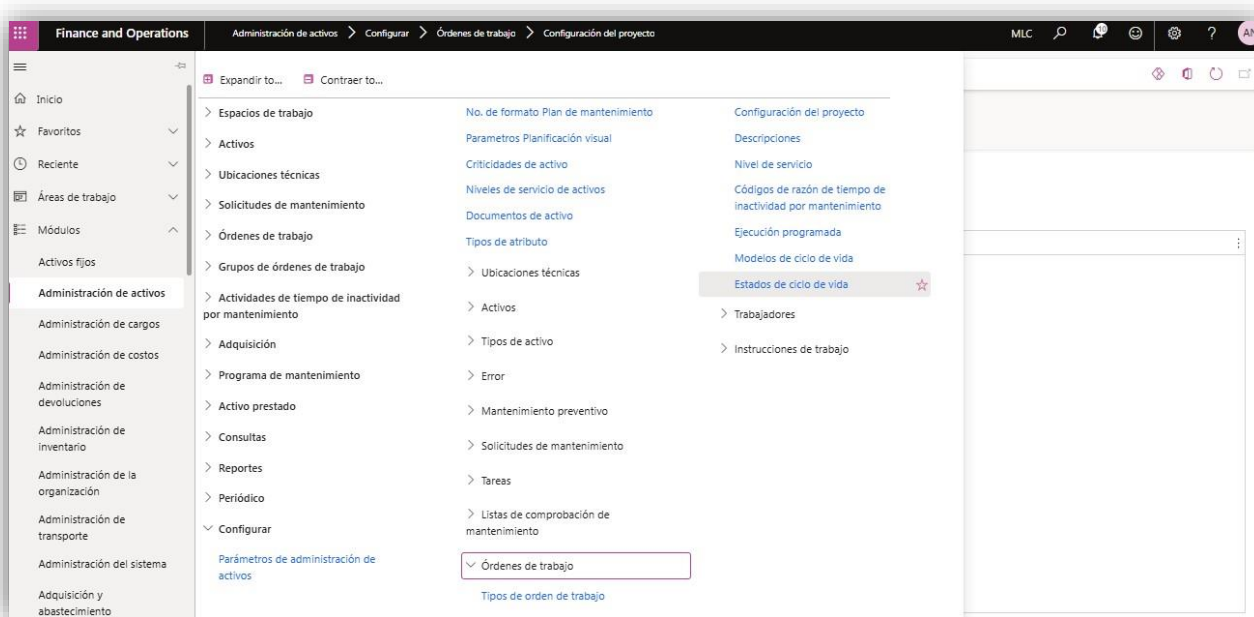


Ilustración 24. Estados de ciclo de vida de las Ordenes de trabajo

La configuración de los **Estados de Ciclo de Vida** de las Ordenes de Trabajo dentro del módulo de Administración de Activos de Dynamics 365 F&O son un componente fundamental ya que facilita la gestión de forma ordenada y trazable para cada proceso de mantenimiento registrado en la base de datos de Dynamics. Estos estados representan las distintas etapas por las que atraviesa una orden de trabajo, desde su creación hasta su cierre definitivo, asegurando que cada intervención sea correctamente gestionada, validada y documentada, y como ya se había mencionado anteriormente van de la mano directamente con los modelos de ciclo de vida.

Esta configuración permite que la Pasterizadora Maulec establezca flujos de trabajo estandarizados que mejoran la comunicación entre los operarios, técnicos de mantenimiento

y supervisores, así como también facilita el cumplimiento de procedimientos internos y requisitos de auditorías tanto internas como externas. Con este sistema se planea que cada estado pueda tener reglas que faciliten el control interno de las acciones permitidas, como por ejemplo asignar recursos, iniciar trabajos, registrar materiales, validar tiempos o cerrar la orden.

Directamente en el área operativa de Maulec, una orden de trabajo puede iniciar en estado **“Creada”**, avanza a **“Asignada”** cuando se selecciona el recurso humano, **“En Proceso”** cuando se ejecuta la actividad técnica, y concluir en **“Completada”** una vez que se ha verificado la información registrada o bien en caso de enfrentarse con algún percance se puede cambiar el estado a **“Cancelada”**. Este flujo estructurado permite no solo mantener el control sobre la ejecución del mantenimiento, sino también alimentar indicadores clave como tiempo promedio de ejecución, cumplimiento de mantenimiento preventivo y eficiencia de recursos técnicos.

Al contar con estados bien definidos, se asegura que todas las órdenes pasen por una validación técnica antes de cerrarse, lo que ayuda a mantener la integridad de los datos, mejorar la toma de decisiones y fortalecer la continuidad operativa en procesos críticos como la pasteurización, refrigeración y distribución.

3.1.1.8 Octava Fase

Finalmente, la **Octava Fase** se centra directamente en la configuración de los Trabajadores, ya que forman parte esencial de todo el proceso. Para hacer la configuración se utilizó la siguiente ruta **Módulo de Administración de Activos > Configurar > Trabajadores > Trabajadores**.

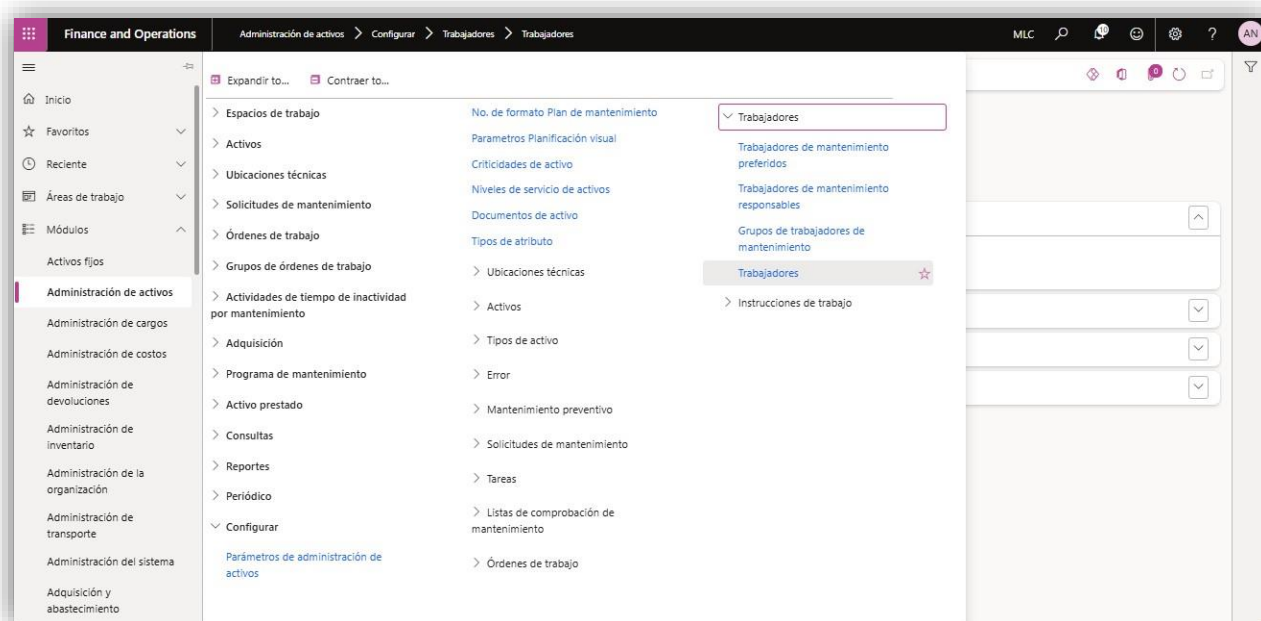


Ilustración 25. Trabajadores

La configuración del aparatado de Trabajadores dentro del módulo de Administración de Activos en Dynamics 365 F&O es fundamental, ya que define quiénes serán los técnicos o responsables de realizar personalmente las tareas de mantenimiento. Esta funcionalidad es esencial ya que permite que el personal capacitado asigne órdenes de trabajo de forma precisa, registre tiempos reales de intervención y lleve un control detallado del rendimiento operativo de cada técnico o cuadrilla asignada a alguna tarea.

Durante la implementación del sistema, se configuraron los perfiles de los trabajadores del área de mantenimiento, considerando su especialización (eléctrica, mecánica, refrigeración, etc.), nivel de acceso, turnos laborales, jerarquía y disponibilidad. Esta configuración permite que, al crear una orden de trabajo, el sistema sugiera automáticamente al técnico más adecuado, de acuerdo con el tipo de tarea, el equipo a intervenir y el nivel de prioridad.

Además, Dynamics 365 F&O permite asociar a cada trabajador a diversos parámetros como por ejemplo su ubicación técnica base, grupo de mantenimiento al que pertenece, y el historial de órdenes atendidas, lo que facilita la evaluación del desempeño individual o por equipo. En el caso específico de la Pasteurizadora Maulec, esta trazabilidad es clave para mejorar la planificación de recursos, asegurar que el personal capacitado atienda los activos críticos y garantizar que los tiempos de atención se mantengan dentro de los estándares establecidos.

Esta configuración también permite analizar indicadores como el tiempo promedio de reparación por técnico, la carga de trabajo por semana, y la eficacia del mantenimiento realizado, contribuyendo así a una mejora continua en la gestión del talento técnico dentro de la planta.

3.2 ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE DATOS

Esta etapa de Análisis y Validación tuvo como propósito verificar que los parámetros configurados respondieran de forma efectiva a las necesidades operativas y de mantenimiento de la Pasteurizadora Maulec. Esta validación fue fundamental para garantizar que el sistema cumpliera con los procesos actuales de la planta, así como también para que permitiera una correcta trazabilidad, planificación y control técnico de los activos.

3.2.1 Procesos de Validación

Para llevar a cabo esta validación, se llevaron a cabo diversas sesiones de revisión remotas con los usuarios clave y finales por medio de Microsoft Teams. Por parte de Pasteurizadora MAULEC, participaron el **jefe, supervisor y/o gerente del área de mantenimiento**, así como también los **técnicos** del mismo departamento. En representación de la empresa ATX,

intervinieron profesionales de distintas áreas, como el **jefe de proyecto, consultores funcionales, desarrolladores y especialistas en finanzas**, cuya participación varía según la etapa del proyecto. Sin embargo, los consultores suelen tener un rol más activo, ya que son los responsables de brindar las capacitaciones, asesorías, así como de la implementación y configuración del sistema Dynamics 365 F&O.

Es importante aclarar que los **Usuarios Clave** se encargan de tomar decisiones críticas ya que son los responsables del proyecto, mientras que los **Usuarios Finales** únicamente ejecutan el sistema, por lo que requieren de asesorías y capacitación con frecuencia.

Dentro del sistema de Dynamics 365 F&O se creó un entorno de pruebas en el cual se realizó una configuración personalizada para todos los criterios requeridos por parte de la empresa Maulec, también se hizo una carga de aproximadamente el 20% de la información total, incluyendo algunos activos críticos como pasteurizadores, bombas centrífugas y volumétricas, compresores, tanques de almacenamiento, envasadores, alimentadores, sistemas de refrigeración, entre otros. y en base a ello se simulaban distintos escenarios como por ejemplo la creación de **órdenes de trabajo, solicitudes de mantenimiento correctivo y preventivo, asignación de recursos humanos y de materiales, cambios de estado de activos, validación de ciclos de vida, gestión de repuestos e inventario, acreditaciones mediante los flujos de trabajo creados, creación de reportes y mucho más. Estas pruebas fueron realizadas con los**

Es importante mencionar que, durante el proceso, se llevaron a cabo numerosas sesiones de validación. De estas, dos se realizaron de manera presencial en las instalaciones de Pasteurizadora MAULEC, con el objetivo de aclarar puntos clave para el desarrollo del proyecto y presentar avances significativos. El resto de las sesiones fueron remotas y recurrentes, ya que las pruebas deben ejecutarse de forma continua cada vez que se carga nueva información en el sistema.

3.2.2 Resultados del Análisis

Como resultado del análisis, el sistema arrojó algunos errores menores que fueron atendidos a la brevedad antes de dar por concluida la configuración. Entre ellos, la modificación de algunos nombres y códigos entre los activos y tipos de activos para la completa comprensión de cada uno dentro del sistema ya que había algunos con nombres similares, así que se optó por diferenciarlos mediante secuencias numéricas, también se requirió colocar un estado intermedio en el modelo de ciclo de vida de las órdenes de trabajo que permitiera una validación técnica antes del cierre definitivo ya que la empresa Maulec trabaja internamente con flujos de trabajo, es decir que para la mayoría de los procesos se configuraron autorizaciones intermedias de gerentes, supervisores y jefes de área. También se presentaron algunas dificultades entre un gran número de activos con las ubicaciones técnicas ya que dentro de la empresa Maulec utilizaban un sistema muy similar pero internamente se maneja

diferente por lo que se necesitó tomar sesiones complementarias en algunas ocasiones para aclarar la similitud entre ellos.

En términos generales, la validación fue exitosa, y el personal asociado al área de mantenimiento de la empresa Maulec confirmaron que el sistema es funcional, entendible y adaptable a las necesidades y flujos de trabajo actuales en dicha área.

3.3 CARGA MASIVA DE INFORMACIÓN MEDIANTE LAYOUTS

Durante la implementación del módulo de Administración de Activos en Dynamics 365 F&O, una etapa fundamental fue la carga masiva de datos maestros. Para agilizar este proceso y garantizar la integridad y coherencia de la información, se empleó el uso de layouts obtenidos del mismo sistema en formato Excel y editados con los datos de la empresa Maulec, los cuales permiten importar grandes volúmenes de datos de manera estructurada y eficiente.

Esta estrategia fue clave para evitar la captura manual repetitiva, minimizar errores y disminuir los tiempos de carga de los datos, permitiendo al equipo de trabajo de ATX registrar información como activos, ubicaciones técnicas, planes de mantenimiento, trabajadores, tipos de órdenes, listas de mantenimiento, platillas entre otros elementos esenciales del módulo. En este apartado se describen los tipos de layouts utilizados, el procedimiento general de carga y los principales desafíos y validaciones realizados durante el proceso en la planta de Pasteurizadora MAULEC.

Cada layout corresponde a una entidad dentro de Dynamics 365 F&O y contiene campos obligatorios, relaciones entre registros y validaciones necesarias para asegurar la integridad de los datos. A continuación, se presenta una tabla con los principales layouts utilizados durante el proyecto en la empresa Pasteurizadora Maulec, junto con la entidad correspondiente y una breve descripción de su contenido.

Tabla 7. Carga de información de MTTO - MAULEC

No.	LAYOUT	ENTIDAD	COMENTARIOS
1	Tipos de defecto	AssetFailureCauseTypesEntity	Sin error
2	Síntomas de defecto	AssetFailureSymptomsEntity	Sin error
3	Áreas de defecto	AssetFailureAreasEntity	Sin error
4	Causa de defecto	AssetFailureCausesEntity	Sin error
5	Tipos de criticidad	AssetCriticalityTypesEntity	Sin error
6	Categorías de tipo de tarea	AssetMaintenanceJobTypeCategoriesEntity	Sin error

7	Variantes de tipo de tarea de mantenimiento	AssetMaintenanceJobTypeVariantsEntity	Sin error
8	Tipos de tarea de mantenimiento	AssetMaintenanceJobTypesEntity	Sin error
9	Estado de Ciclo de vida	AssetObjectLifecycleStatesEntity	Sin error
10	Modelo de Ciclo de vida	AssetObjectLifecycleModelsEntity	Sin error
11	OT Estado de Ciclo de vida	AssetWorkOrderLifecycleStatesEntity	Sin error
12	OT Modelo de Ciclo de vida	AssetWorkOrderLifecycleModelsEntity	Sin error
13	Tipos de Ubicación Técnica	Asset management functional location types	Se quitaron 4 valores duplicados, por lo que solo se cargan 16 tipos de ubicación técnica
14.1	UbiTec Estado de Ciclo de vida	AssetLocationLifecycleStatesEntity	Sin error
14.2	UbiTec Modelo de Ciclo de vida	AssetLocationLifecycleModelsEntity	Sin error
14	Ubicaciones Técnicas	Asset management functional locations	- Se cambió el estado de ciclo de vida de Envasado a Buen estado - Se cambia la ubicación FLEXII. ESTERILIZADOR FELX 24 II
15	SM Estado de ciclo de vida	AssetMaintenanceRequestLifecycleStatesEntity	Sin error
16	SM Modelo de ciclo de vida	AssetMaintenanceRequestLifecycleModelsEntity	Sin error
17	OT Estado de ciclo de vida	AssetWorkOrderLifecycleStatesEntity	Sin error
18	OT Modelo de ciclo de vida	AssetWorkOrderLifecycleModelsEntity	Sin error
19	Tipos de activo	Asset management asset types	Sin error
20.1	Activo Estado de Ciclo de vida	AssetObjectLifecycleStatesEntity	Sin error
20.2	Activo Modelo de Ciclo de vida	AssetObjectLifecycleModelsEntity	Sin error
20	Alta de activos	Asset management assets	- El modelo de ciclo de vida Activo se cambia a Estándar Se encuentran valores duplicados - Se regresa información ya que hay ubicaciones técnicas que no existen, se le comenta al Ing a cargo que hay que homologar o dar de alta esas

			ubicaciones en el layout correspondiente – Se regresa la información de servicios, ya que hay activos principales que no están dados de alta
21	Alta de fabricantes y modelo	Asset management manufacturers	– Se regresa la info ya que en los Activos hay un fabricante llamado Domino, ya que no coincide con las pestañas actuales (Tetrapak, Sanchelima)
22	Contadores	Asset management asset counters	Sin error
22.1	Tipo de activo del contador	Asset management asset type counter relations	Sin error
24	Trabajadores	Asset management manufacturers	– Marca error con algunos trabajadores, pero el Ing a cargo comenta que ellos más adelante darán de alta a más trabajadores
24.1	Grupos de trabajadores de mantenimiento	Asset management maintenance worker groups	Sin error
24.2	Trabajadores del Grupos de trabajadores de mantenimiento	Asset management maintenance worker group relations	Sin error
25	Encabezado de Listas de Comprobación	Asset management maintenance checklist template	– Se carga parte de la info mediante layouts ya que después el personal operativo lo carga manual
26	Líneas de comprobación	Asset management maintenance checklist template lines	– Se regresa la info ya que están colocando un código en la línea, cuando debería de ir una instrucción de lo que se realiza a esa plantilla de comprobación. – Se carga una parte de la info, comenta el Ing que aún no tiene bien definidas las actividades y después él lo carga manual. – Se carga nuevamente la info y ya no se presenta el error, pero se corrige la secuencia correcta.
27	Valores predeterminados	Asset management maintenance job type defaults	– Se regresa ya que, en el campo de activo, están colocando otra

			info (líneas de lista de comprobación)
28	Horas	Asset management maintenance job type defaults hour forecast	– Se revisa porque se hacen modificaciones del activo
29	Refacciones	Asset management maintenance job type defaults item forecast	– Se revisa porque se hacen modificaciones del activo
30	Planes de Mtto.	Asset management maintenance plans	– Se regresa la información porque se están modificando los valores predeterminados en cuanto a su periodicidad
30.1	Activo a plan	AssetMaintenancePlanAssetsEntity	– Se revisa porque se hacen modificaciones del activo
30.2	Líneas de tiempo a plan	Asset management maintenance plan time lines	Sin error
30.3	Líneas de contadores a plan	AssetMaintenancePlanCounterLinesEntity	– Se coloca N/A ya que la información que mandan es similar a las líneas de tiempo a plan y no es funcional

Finalmente puedo decir que la carga masiva de información mediante layouts representó una etapa crítica en este proyecto de implantación del módulo de administración de activos del sistema de Dynamics 365 F&O en la empresa Pasteurizadora Maulec. Gracias al uso de formatos estructurados y validados, fue posible integrar de manera eficiente y precisa los datos maestros necesarios para el funcionamiento del sistema, cumpliendo favorablemente con las necesidades y exigencias operativas de Maulec. Este proceso no solo facilitó la migración desde los registros existentes, sino que también aseguró la trazabilidad, estandarización y disponibilidad de la información desde el inicio de la operación. La correcta ejecución de esta etapa fue fundamental para garantizar la continuidad del proyecto y sentar las bases para un mantenimiento automatizado, optimizado, planificado y estratégico en la planta Pasteurizadora Maulec.

3.4 INTERCONEXIÓN ENTRE DYNAMICS 365 F&O Y POWER BI

Para lograr una visualización efectiva de los indicadores de mantenimiento, fue necesario establecer una interconexión entre Dynamics 365 F&O y Power BI, para así extraer datos relevantes del módulo de administración de activos y transformarlos en reportes visualmente atractivos y de fácil comprensión para todo tipo de personal de la empresa Maulec.

La conexión se realizó mediante el uso de OData feeds, recursos nativos de Dynamics 365 que permiten publicar entidades de datos seleccionadas para ser interpretadas y editadas por

medio de Power BI. A través de esta conexión, fue posible acceder a información relacionada con órdenes de trabajo, activos, planes de mantenimiento, tiempos de parada, causas de falla, insumos y repuestos utilizados, contadores activos, daros maestros, entre otros elementos clave para el análisis y desarrollo de los kpi's relacionados con el proyecto.

El proceso inició con la identificación de las entidades de datos, las cuales contienen la información relevante para el análisis, como órdenes de trabajo, activos, planes de mantenimiento y consumos de recursos. Posteriormente, se utiliza la URL del servicio OData proporcionada por Dynamics 365 F&O, que generalmente tiene el siguiente formato:

`https://<nombre-entorno>.cloudax.dynamics.com/data`

Es importante aclarar que por motivos de privacidad no es posible compartir el URL original, utilizado para este enlace.

Una vez obtenida la URL, se procede a abrir Power BI Desktop y seleccionar el botón "**Obtener datos**", donde se ingresa dicha dirección. El sistema solicita las credenciales del entorno de Dynamics 365, y una vez autenticado, muestra un listado de las entidades disponibles.

Se seleccionaron las entidades deseadas, mostradas anteriormente en la **Tabla 7** las cuales se cargaron en el modelo de Power BI como formato de tablas. Estas fueron transformadas, relacionadas entre sí y enriquecidas con medidas calculadas mediante lenguaje DAX el cual facilita la manipulación de dichas tablas. Esta conexión permite que los informes creados se mantengan actualizados automáticamente, ya que se configuró una actualización programada en el servicio de Power BI.

Gracias a esta integración, se logra una conexión directa entre la operación registrada en Dynamics 365 F&O y los informes dinámicos generados en Power BI, lo cual permite que la empresa Pasteurizadora Maulec visualice sus indicadores clave de mantenimiento en tiempo casi real, facilitando la toma de decisiones basadas en datos actualizados.

La interconexión entre ambas plataformas no solo mejora la accesibilidad a la información, sino que también refuerza la trazabilidad, el seguimiento de KPI's y la capacidad de auditoría en el área de mantenimiento.

CAPITULO 4: RESULTADOS

El desarrollo de este proyecto permitió cumplir de manera integral con los objetivos propuestos, logrando implementar de forma efectiva el módulo de Administración de Activos de Dynamics 365 F&O en la Pasteurizadora Maulec. Esta implementación tuvo como propósito optimizar la planificación del mantenimiento, reducir fallos imprevistos, disminuir costos operativos y contar con un sistema robusto de seguimiento y control para cada uno de los activos involucrados en la operación productiva de la empresa.

Desde el inicio, se llevó a cabo un proceso exhaustivo de identificación de las necesidades reales del área de mantenimiento de la empresa Pasteurizadora Maulec, considerando tanto la infraestructura instalada como las prácticas actuales de gestión. A través de sesiones con los responsables técnicos y el personal operativo, se analizaron los flujos de información, los puntos críticos y las áreas de mejora. Este diagnóstico permitió diseñar una propuesta personalizada alineada con las condiciones reales de la planta, con acciones como la configuración completa del entorno digital, el alta de activos, ubicaciones técnicas, refacciones y personal especializado, así como la integración de planes de mantenimiento preventivo y correctivo en un entorno funcional basado en datos reales.

Además, se implementaron capacitaciones técnicas, gestiones de presupuesto, control de inventario en almacenes y optimización de procesos internos, factores que resultaron esenciales para los resultados alcanzados. La puesta en marcha del sistema y la generación de la base oficial en Dynamics 365 F&O permitieron una operación real y un análisis detallado del impacto mediante indicadores clave de desempeño (KPIs) desarrollados en Power BI, como MTTR, MTTF, MTBF, disponibilidad operativa y costos de mantenimiento por activo.

4.1 INDICADORES DE DESEMPEÑO

4.1.1 MTTR (Mean Time To Repair)

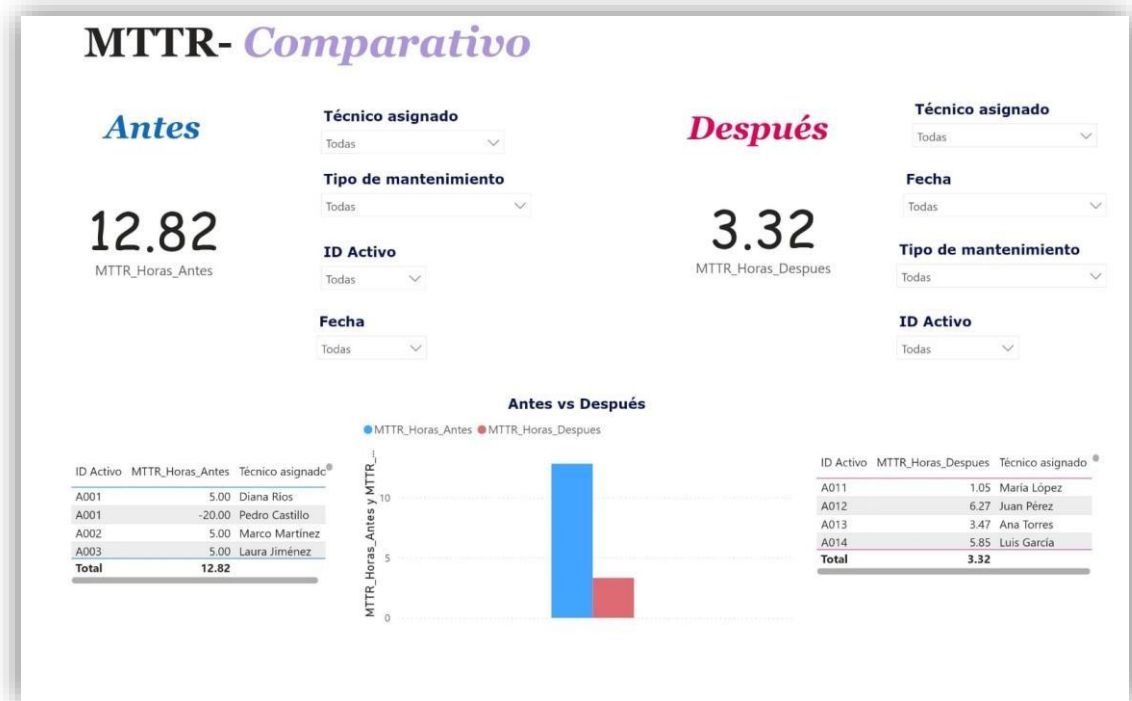


Ilustración 26 MTTR - Comparativo

En la **Ilustración 26** se muestra la evolución del **MTTR** mostrando una reducción considerable, ya que en el análisis realizado en el primer periodo se obtuvo un MTTR de **12.82 hrs** y en el segundo periodo se obtuvo un MTTR de **3.51 hrs**, por lo que se obtuvo una disminución del **72.6%**. Este cambio fue posible ya que, tras el diagnóstico inicial, se implementaron capacitaciones dirigidas al personal de mantenimiento para optimizar tiempos de diagnóstico y reparación, se gestionó la adquisición de herramientas específicas y se aseguraron refacciones críticas mediante un inventario dinámico. Estas acciones, en conjunto con el sistema, permitieron una reducción significativa de los paros prolongados.

4.1.2 MTTF (Mean Time To Failure)

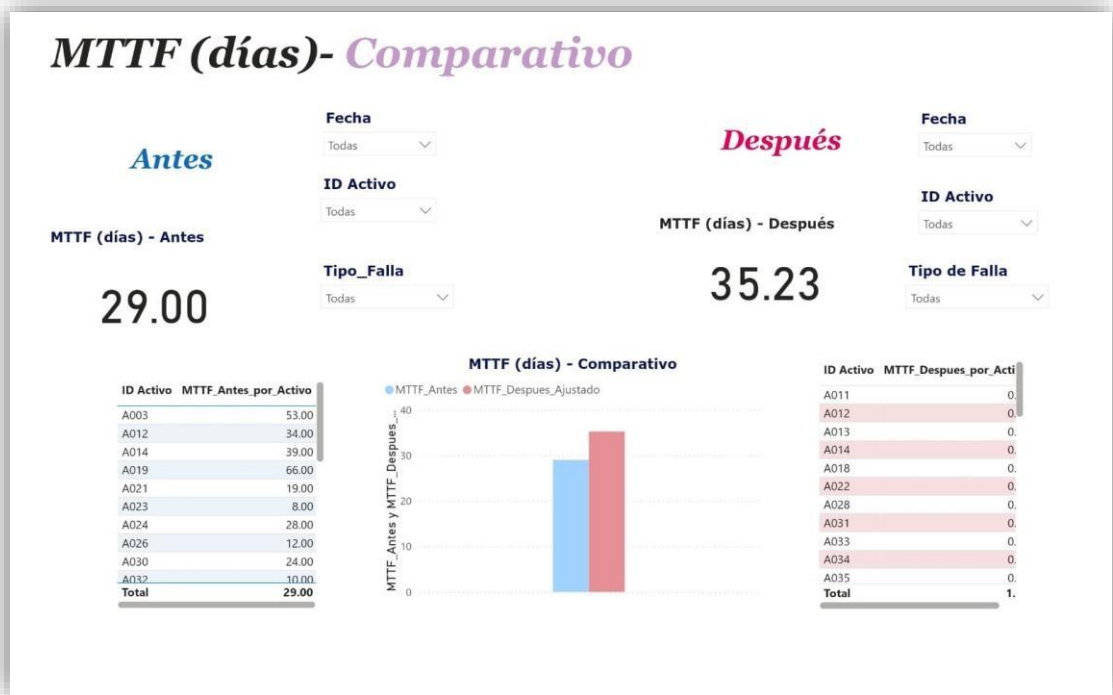


Ilustración 27 MTTF - Comparativo

Por otro lado, en la **Ilustración 27** se muestra el **MTTF**, en esta los datos revelan una mejora de **29.00 días** a **35.23 días**, lo cual indica que los activos ahora tardan más en presentar una falla inicial. Esta mejora está asociada con las estrategias de mantenimiento preventivo implementadas y una mayor optimización en la programación de inspecciones, lo que permite que los equipos mantengan un mayor tiempo de funcionamiento continuo. El gráfico comparativo confirma esta tendencia ascendente, demostrando que la administración del mantenimiento mediante el sistema de Dynamics 365 F&O ha logrado un impacto tangible en la confiabilidad de la operación.

4.1.3 MTBF (Mean Time Between Failures)



Ilustración 28 MTBF - Comparativa

En la Ilustración 28 se muestra el **MTBF** se observa un incremento significativo al pasar de **29.00 días a 43.12 días** lo que representa una mejora en el tiempo promedio entre fallas. Este aumento sugiere que, tras la implementación de mejoras en la gestión de activos, los equipos operan por períodos más prolongados antes de presentar un fallo, reflejando una mayor confiabilidad del sistema. Además, el desglose por activo muestra que, aunque algunos equipos presentan valores nulos debido a la falta de fallos durante el periodo, la tendencia global evidencia un avance positivo en la reducción de la frecuencia de incidencias.

4.1.4 Disponibilidad Operativa

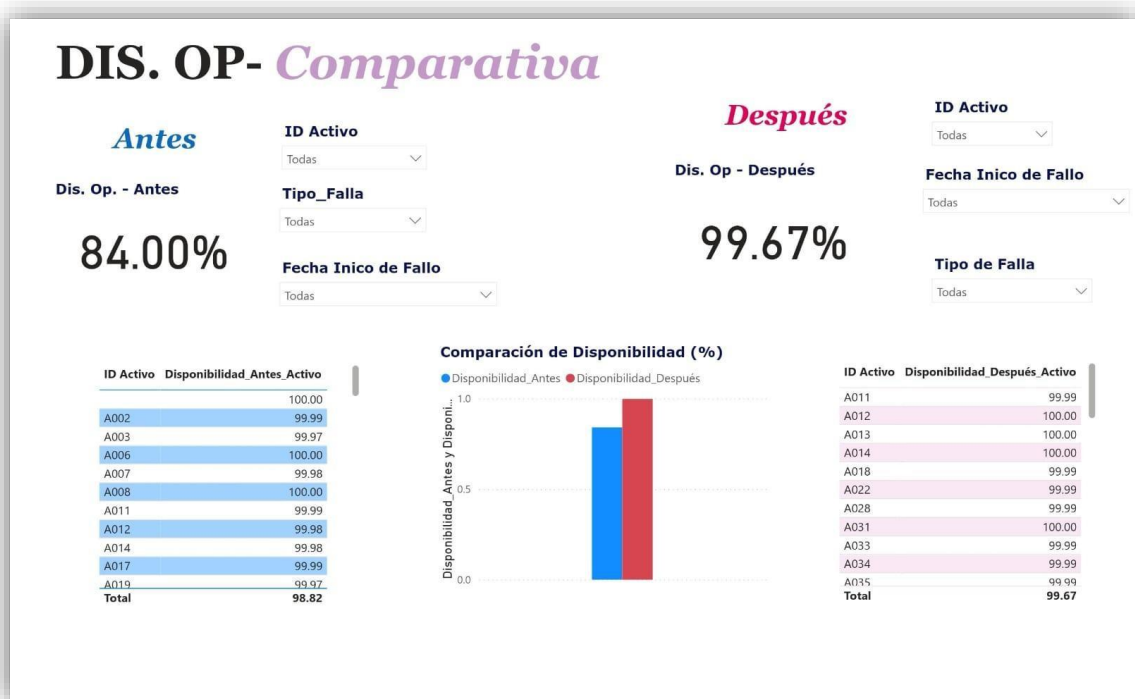


Ilustración 29 Dis. Op - Comparativa

En cuanto a la disponibilidad operativa, en la **Ilustración 29** hubo un incremento del **84%** a **99.67%**, lo que confirma la eficacia de las acciones implementadas. Este aumento se debe, en gran parte, a la adecuada gestión del calendario de mantenimientos preventivos y correctivos, a la priorización de activos críticos y a la asignación correcta de técnicos especializados en el sistema.

4.1.5 Costos de Mantenimiento por Activo

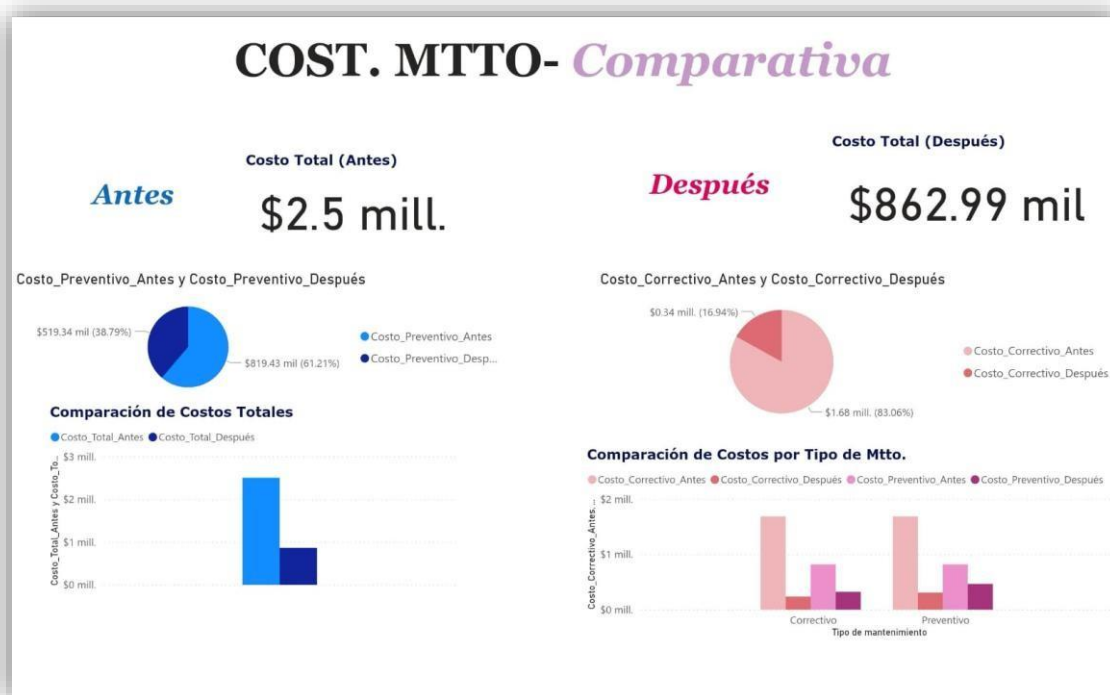


Ilustración 30 Cost. Mtto - Comparativa

Desde el punto de vista económico, en la **Ilustración 30** el costo total de mantenimiento se redujo considerablemente de **\$2.5 millones** a **\$862,990** dólares con una disminución notable en los mantenimientos correctivos, considerando que principalmente fueron de **\$1.68 millones** a **\$343,650**. Estos ahorros fueron resultado de una mejor planeación presupuestal, del control de consumo de refacciones y de la disminución de horas de inactividad. El alta de activos, refacciones y personal de mantenimiento junto con el alta de sus jornadas laborales en el sistema permitió un control más detallado de recursos y una correcta trazabilidad en cada intervención, llegando así a la obtención de resultados favorables para la Pasteurizadora Maulec.

4.2 ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO

Una de las fortalezas más relevantes fue el desarrollo de un informe técnico en Power BI, el cual permitió analizar los KPI's a detalle, ofreciendo una visión clara sobre los activos críticos, los tiempos improductivos y la eficiencia de los recursos. Este análisis no solo mejoró la toma de decisiones, sino que también representó una aplicación directa de las competencias de la Ingeniería Electromecánica, tales como el análisis técnico de fallas, la optimización de recursos y la integración de sistemas digitales con procesos industriales.

Cabe destacar que se presentaron inconvenientes con líderes y colaboradores de la Pasteurizadora Maulec, quienes no entregaron en tiempo y forma la información necesaria para la carga de datos en la base de pruebas (Val), lo cual generó retrasos en las fases de validación. A pesar de ello, la situación se resolvió mediante reuniones de coordinación, ajustes en la estrategia de carga y una mejor organización del flujo de datos, asegurando el éxito del proyecto.

4.3 PROPUESTA DE MEJORA

A partir del análisis de los indicadores realizado mediante Power BI y la identificación de las áreas con mayor impacto en la productividad de la empresa, se proponen las siguientes mejoras técnicas para seguir optimizando el mantenimiento en la Pasteurizadora Maulec:

1. Área de planificación y programación:

Implementar mantenimiento predictivo mediante análisis de vibraciones, ultrasonido y termografía, con el fin de anticipar fallas en equipos críticos y mejorar el MTBF.

2. Área de refacciones y almacenes:

Establecer un sistema avanzado de control de inventarios, aplicando análisis ABC y modelos de demanda histórica para optimizar el stock, evitando sobre costos, amplios tiempos de espera o falta de repuestos para los mantenimientos preventivos próximos.

3. Área de personal técnico:

Fortalecer la capacitación continua en metodologías de diagnóstico rápido, mantenimiento autónomo y técnicas SMED para reducir el MTTR y mejorar la capacidad de respuesta.

4. Área de monitoreo en tiempo real:

Integrar sensores IoT para supervisar el desempeño de los equipos y generar alertas tempranas en el sistema de Dynamics 365 F&O, lo que permitirá minimizar tiempos de inactividad no planificados y así mantener una trazabilidad más precisa.

5. Área financiera:

Implementar un tablero de control de costos por activo, que permita identificar los equipos con mayor gasto acumulado, priorizar inversiones y evaluar el retorno de las actividades de mantenimiento desde el sistema de Dynamics 365 F&O.

Estas propuestas, buscan fortalecer la confiabilidad de los activos, mejorar la gestión presupuestal y garantizar que los indicadores clave se mantengan en niveles óptimos.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto permitió cumplir de manera integral con el objetivo general y los objetivos específicos planteados, logrando la implementación exitosa del módulo de Administración de Activos en Dynamics 365 F&O en la Pasteurizadora Maulec. Esta implementación no solo optimizó la planificación del mantenimiento, sino que también contribuyó a reducir costos, mejorar la productividad, disminuir fallos imprevistos y establecer un sistema robusto para el seguimiento, control y documentación de cada activo, garantizando información confiable para futuras auditorías y análisis.

El impacto del proyecto en el área de mantenimiento fue significativo, con mejoras tangibles en indicadores clave como MTTR, MTTF, MTBF, disponibilidad operativa y costos de mantenimiento. La integración del sistema con Power BI permitió contar con tableros de análisis dinámicos y precisos que facilitaron la toma de decisiones estratégicas, consolidando una gestión de mantenimiento mucho más proactiva y eficiente. Estos resultados no se obtuvieron únicamente por la correcta configuración del sistema, sino también gracias a acciones complementarias como la capacitación del personal, la gestión adecuada de refacciones, la planificación de recursos y la implementación de una metodología de control para los activos.

Es importante resaltar que el verdadero valor de este proyecto no recae únicamente en la tecnología empleada, sino en la aplicación de las competencias propias de una Ingeniera Electromecánica, como el análisis crítico de datos, la interpretación de indicadores de desempeño, la optimización de recursos, la integración de procesos digitales y la capacidad para diseñar soluciones técnicas a problemas reales. La correcta aplicación de estas competencias permitió superar obstáculos iniciales, como la falta de información oportuna por parte de los colaboradores de Maulec, y concluir el proyecto con éxito.

En conclusión, la implementación del sistema de Dynamics 365 con el módulo de administración de activos, reforzada por el análisis detallado de indicadores en Power BI, transformó la gestión del mantenimiento en la Pasteurizadora Maulec, impulsándola hacia un modelo más eficiente, basado en datos y orientado a la mejora continua. Este proyecto demuestra no solo la utilidad de las herramientas digitales, sino también la relevancia de las capacidades analíticas, técnicas y de gestión que una Ingeniera Electromecánica aporta para alcanzar resultados reales y sostenibles en la industria.

COMPETENCIAS ADQUIRIDAS Y/O APLICADAS

Durante el desarrollo del presente proyecto, se pusieron en práctica las competencias adquiridas en el crecimiento profesional de un Ingeniero Electromecánico, integrando tanto conocimientos técnicos como habilidades de análisis, gestión y digitalización de procesos. A su vez se adquirieron nuevas capacidades relacionadas con la operación de plataformas empresariales y el análisis de datos operativos. A continuación, se describen más detalladamente las competencias empleadas.

1. Análisis técnico de fallas y desempeño de equipos industriales, con base en los indicadores MTTR, MTTF, MTBF, disponibilidad operativa y costo de mantenimiento por activo.
2. Interpretación de diagramas funcionales y estructuras de activos, aplicando criterios de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
3. Gestión de mantenimiento mediante la organización de órdenes de trabajo, recursos técnicos y control de refacciones.
4. Razonamiento lógico y pensamiento analítico para establecer relaciones entre variables técnicas y tomar decisiones fundamentadas.

Con base en lo anterior, las competencias adquiridas fueron:

1. Manejo del sistema Dynamics 365 F&O, específicamente el módulo de Administración de Activos, para la configuración, carga de datos y validación de procesos.
2. Desarrollo de modelos de análisis en Power BI, utilizando conexiones OData, diseño de relaciones, medidas DAX y creación de dashboards técnicos.
3. Aplicación de indicadores clave de desempeño (KPI's) para evaluar la eficiencia y confiabilidad de equipos electromecánicos.
4. Documentación y gestión de proyectos tecnológicos, desde la etapa de análisis hasta la validación funcional con usuarios clave y finales.

Estas competencias fortalecen el perfil profesional como Ingeniera Electromecánica, al vincular la operación técnica de equipos con herramientas digitales de gestión y análisis de datos, lo cual es esencial en la industria actual ya que permite mantener una mejora continua y favorece considerablemente a la transformación digital de procesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Microsoft Dynamics 365. (n.d.). Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.microsoft.com/es-es/licensing/product-licensing/dynamics365>
2. Página principal de Finance - Finance. (n.d.). Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/dynamics365/finance/finance-welcome>
3. ISO:55000. (n.d.-b). Iso.org. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es>
4. ISO:55001. (n.d.-a). Iso.org. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es>
5. ISO:55002. (n.d.-a). Iso.org. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55002:ed-2:v2:es:fig:1>
6. (N.d.). Gob.Pe. Retrieved July 4, 2025, from https://www.mef.gob.pe/contenidos/conta_publ/con_nor_co/vigentes/nic/16_NIC.pdf
7. La Venta y Operaciones Discontinuas Objetivo, A. no C. M. P. (n.d.). Norma Internacional de Información Financiera 5. Gob.Pe. Retrieved July 4, 2025, from https://www.mef.gob.pe/contenidos/conta_publ/con_nor_co/niif/NIIF_5_BV2023_GVT.pdf
8. (N.d.-b). Retrieved July 4, 2025, from <http://file:///C:/Users/AndreaRossanoJusto/Downloads/130.NIIF%2013%20Valoración%20del%20valor%20razonable.pdf>
9. (N.d.-c). Retrieved July 4, 2025, from <http://file:///C:/Users/AndreaRossanoJusto/Downloads/IFRS%2016%20Diciembre%2020-negro.pdf>
10. (N.d.-d). Emaint.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.emaint.com/es/blog-what-is-mean-time-to-failure-mttf/>
11. ¿Qué es el MTBF y cómo se calcula? (2022, May 10). Purestorage.com; Pure Storage. <https://www.purestorage.com/es/knowledge/what-is-mtbf.html>
12. Atlassian. (n.d.). Métricas comunes de gestión de incidentes. Atlassian. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.atlassian.com/es/incident-management/kpis/common-metrics>
13. Atlassian. (n.d.). Métricas comunes de gestión de incidentes. Atlassian. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.atlassian.com/es/incident-management/kpis/common-metrics>
14. Capítulo 1 libro indicadores JC. (n.d.). Scribd. Retrieved July 4, 2025, from <https://es.scribd.com/document/595026508/CAPITULO-1-LIBRO-INDICADORES-JC-1>
15. (N.d.-e). Mantenimientoplanificado.com. Retrieved July 4, 2025, from https://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gestión%20mantenimiento_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf

16. Introducción a Administración de activos para Dynamics 365 Supply Chain Management. (n.d.). Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/training/modules/get-started-asset-management/>
17. jodahlMSFT. (n.d.). Información general de la administración de activos. Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/dynamics365/supply-chain/asset-management/>
18. Nueva aplicación móvil de administración de activos. (n.d.). Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/shows/dynamics-365-fasttrack-architecture-insights/new-asset-management-mobile-app>
19. Gestión de activos de Microsoft Dynamics 365. (2023, March 17). Ecosistema de software Microsoft Dynamics 365 ERP CRM - D365; ERP для малого та середнього бізнесу. <https://d365.software/es/microsoft-dynamics-365-supply-chain-management/microsoft-dynamics-365-administracion-de-activos/>
20. Power BI. (n.d.). Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi>
21. Cmty_blog_detail. (n.d.). Dynamics.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://community.dynamics.com/blogs/post/?postid=54bd628b-e10c-44ea-9857-90f94e629298>
22. Umer, M. (2023, February 7). Connecting Power BI with D365 F&O. LinkedIn.com. <https://www.linkedin.com/pulse/connecting-power-bi-d365-fo-muhammad-umer>
23. JulCsc. (n.d.). Tutorial: Introducción a la creación en el servicio Power BI - Power BI. Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/service-get-started>
24. JulCsc. (n.d.-a). ¿Qué es Power BI? Microsoft.com. Retrieved July 4, 2025, from <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>
25. ¿Cuáles son los factores clave a tener en cuenta para el análisis de datos en el mantenimiento y reparación de equipos de producción? (2024, February 29). LinkedIn.com; www.linkedin.com. <https://es.linkedin.com/advice/0/what-key-factors-consider-data-analysis-production-i9nme?lang=es&lang=es>