

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Benchmark de sistemas GMAO actualmente disponibles en el mercado

Autor: Pablo Rodríguez-Arias Fernández
Tutor: Vicente González-Prida Díaz

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de Organización Industrial

Benchmark de sistemas GMAO actualmente disponibles en el mercado

Autor:
Pablo Rodríguez-Arias Fernández

Tutor:
Vicente González-Prida Díaz

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2022

Agradecimientos

El presente proyecto va dedicado a todas las personas que me han ayudado a alcanzar y hacer posible este gran logro. Quería agradecer a todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida, por haberme transmitido sus conocimientos y por ayudarme en mi desarrollo profesional. A mi tutor Vicente, por guiarme e implicarse conmigo en este proyecto. También, quiero dar las gracias a todos aquellos que me han hecho crecer en el ámbito personal durante esta etapa, transmitiéndome sus valores y la importancia de las relaciones humanas. En especial me gustaría dedicárselo a mi familia, sobre todo a mis padres y mi hermana, gracias por la confianza y el apoyo incondicional que he recibido siempre. Por último, agradecer a todos mis amigos, tanto a los de toda la vida como a los nuevos que han ido apareciendo durante estos cuatro años, convirtiéndose en un pilar fundamental. Soy quien soy gracias a todos vosotros.

Pablo Rodríguez-Arias Fernández
Sevilla, 2022

Resumen

Con el transcurso de los años, la eficiencia y la productividad se han convertido en los objetivos que todas las empresas quieren alcanzar. Para conseguirlos, es preciso evolucionar hacia nuevas metodologías y procedimientos de trabajo que nos permitan obtener los estándares de calidad requeridos.

Uno de los factores con mayor influencia e impacto en una empresa es la gestión del mantenimiento. Tener la posibilidad de aumentar el ciclo de vida de los equipos o disminuir la probabilidad y tiempos de los fallos, lo convierte en una labor fundamental dentro de cualquier organización, independientemente del sector. Para ello, contar con la ayuda de un sistema informático que apoye en su gestión, es sin duda un elemento decisivo y diferenciador.

El presente documento se compone de un estudio comparativo de una selección de sistemas de gestión del mantenimiento que existen en el mercado actualmente. La finalidad del trabajo consistirá en identificar cuáles son las características más determinantes para un GMAO, verificar si los softwares seleccionados las poseen y analizar cada propuesta de sistema de gestión del mantenimiento de las empresas.

Abstract

Over the years, efficiency and productivity have become the objectives that all companies want to achieve. To achieve them, it is necessary to evolve towards new methodologies and work procedures that allow us to obtain the required quality standards.

One of the factors with the greatest influence and impact on a company is maintenance management. Having the possibility of increasing the life cycle of equipment or reducing the probability and time of failures makes it a fundamental task in any organization, regardless of the sector. For this, having the help of a computer system that supports its management is undoubtedly a decisive and differentiating element.

This document consists of a comparative study of a selection of maintenance management systems currently available on the market. The purpose of the work will be to identify which are the most decisive characteristics for a CMMS, to verify if the selected softwares have them and to analyze each company's maintenance management system proposal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	1
2. INTRODUCCIÓN GENERAL AL MANTENIMIENTO Y A LOS SISTEMAS GMAO.	2
2.1. Tipos de mantenimiento	2
2.2. Orígenes de los GMAO.....	6
2.3. Funciones y módulos generales.....	8
2.4 Software del mercado frente a software propio.....	10
2.5. Estudio sobre la satisfacción de los usuarios de GMAO.....	11
3. METODOLOGÍA	16
3.1. Estudios previos	16
3.2. Categorización de GMAOs.....	17
4. EVALUACIÓN Y BENCHMARK DE LOS SISTEMAS GMAO	21
Sistema GMAO 1: PRISMA	21
Sistema GMAO 2: MAXIMO	23
Sistema GMAO 3: FRACTTAL ONE	26
Sistema GMAO 4: MP versión 10	28
Sistema GMAO 5: ABISMO-NET	30
Sistema GMAO 6: MANSIS.....	32
Requisitos adicionales y análisis.....	33
5. CONCLUSIONES	35
Bibliografía.....	39
ANEXO TABLAS COMPARATIVAS DE RESULTADOS.....	41
Requerimientos informáticos básicos.....	41
Gestión de los activos.....	42
Órdenes de trabajo	43
Mantenimiento preventivo	44
Mantenimiento correctivo	45
Mantenimiento predictivo	46
Gestión de inventarios	47

Compras.....	48
Gestión del personal	49
Análisis de datos	50
<i>ANEXO GRÁFICAS SOBRE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS</i>	<i>51</i>
Gestión de activos.....	51
Órdenes de trabajo.....	52
Mantenimiento preventivo.....	52
Mantenimiento correctivo.....	53
Mantenimiento predictivo.....	53
Gestión de inventarios.....	54
Compras.....	54
Gestión del personal	55
Análisis de datos.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de la encuesta sobre el beneficio del uso de GMAO	12
Tabla 2. Resultados de la encuesta sobre los factores del éxito de un GMAO	12
Tabla 3. Resultados de la encuesta sobre los motivos para implantar un GMAO.....	13
Tabla 4. Diferencias entre un software del mercado frente a uno propio.....	15
Tabla 5. Comparación entre las versiones del GMAO de Fracttal	27
Tabla 6. Comparación de los precios de MP según el número de usuarios.....	30
Tabla 7. Comparación de características no técnicas de los GMAO	33
Tabla 8. Comparación de los requisitos informáticos de los GMAO.....	41
Tabla 9. Comparación de la gestión de activos de los GMAO	42
Tabla 10. Comparación de las órdenes de trabajo de los GMAO	43
Tabla 11. Comparación del mantenimiento preventivo de los GMAO	44
Tabla 12. Comparación del mantenimiento correctivo de los GMAO	45
Tabla 13. Comparación del mantenimiento predictivo de los GMAO	46
Tabla 14. Comparación de la gestión de inventario de los GMAO	47
Tabla 15. Comparación de las compras de los GMAO	48
Tabla 16. Comparación de la gestión del personal en los GMAO.....	49
Tabla 17. Comparación del análisis de datos de los GMAO	50

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema de los tipos de mantenimiento. Elaboración propia a partir de la norma UNE 13306:2018.	2
Ilustración 2. Diagrama del proceso de mantenimiento predeterminado. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.	3
Ilustración 3. Diagrama del proceso de mantenimiento basado en la condición. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.	4
Ilustración 4. Diagrama del proceso de mantenimiento inmediato. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.	5
Ilustración 5. Diagrama del proceso de mantenimiento diferido. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.	5
Ilustración 6. Evolución en el tiempo de los sistemas GMAO. Extraído de (Berger-levrault, s.f.)	6
Ilustración 7. Logo de la empresa Sisteplant. Fuente (Sisteplant, s.f.)	21
Ilustración 8. Logo del GMAO PRISMA. Fuente (Sisteplant, s.f.)	21
Ilustración 9. Mapa con las oficinas y clientes de Sisteplant en el mundo. Fuente (Sisteplant, s.f.).....	21
Ilustración 10. Logo del GMAO Maximo. Fuente (IBM, s.f.).....	24
Ilustración 11. Logo de la empresa Fracttal. Fuente (Fracttal, s.f.)	26
Ilustración 12. Logo de la empresa MP. Fuente (MP Software, s.f.).....	28
Ilustración 13. Logo de la empresa WGM. Fuente (WGM, s.f.).....	31
Ilustración 14. Logo del GMAO Abismo. Extraído de (WGM, s.f.)	31
Ilustración 15. Logo de la empresa Megasistemas. Fuente (Megasistemas, s.f.)	32
Ilustración 16. Logo del GMAO MANSIS. Elaboración propia.....	32
Ilustración 17. Resumen de los tipos de mantenimiento. Elaboración propia a partir de la norma UNE 13306:2018.	35
Ilustración 18. Porcentaje de características cumplidas por cada GMAO. Elaboración propia.....	37

1. ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado consiste en el estudio comparativo de una selección de sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) que existen a día de hoy en el mercado. Para ello, se expondrán las características de cada uno y se llevará a cabo una comparación entre ellos basándonos en una serie de criterios técnicos y funcionales establecidos.

Tras la definición del objetivo general de este proyecto, se definirán a continuación los objetivos secundarios a los que se quiere dar respuesta:

- 1) Conocer los tipos de mantenimiento existentes y diferencias
- 2) Forma de catalogar los sistemas GMAO
- 3) Selección de GMAOs del mercado
- 4) Método de evaluación y benchmark

El alcance de este estudio en ningún caso abarca la decisión de cuál de los GMAO propuestos es el mejor, se trata únicamente de una comparación entre sus características, las cuáles se han comparado en función de su cumplimiento. El ámbito de aplicación o el fin que persiguen con el diseño del software son distintos según la empresa desarrolladora, y, por tanto, carece de validez elegir el mejor de forma genérica. En el mercado existen una gran variedad de softwares que podrían ser igualmente válidos y seleccionables.

2. INTRODUCCIÓN GENERAL AL MANTENIMIENTO Y A LOS SISTEMAS GMAO.

2.1. Tipos de mantenimiento

La norma europea recientemente publicada relativa a terminología del mantenimiento UNE 13306:2018 lo define como “la combinación de acciones técnicas, administrativas y de gestión a lo largo del ciclo de vida de un equipo, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida”. Por función requerida se entiende la función o combinación de funciones de un elemento que se consideran necesarias para proporcionar un servicio dado.

Acorde a su definición, mantener un equipo exige conocer la condición del mismo en la que cumple con su función requerida. Dentro de este concepto, se pueden encontrar diferentes tipos de mantenimiento, distinguiéndose en base a la ocurrencia del fallo. Para explicar en mejor medida las características y diferencias entre los distintos tipos de mantenimiento, se mostrará en la Ilustración 1 un resumen esquematizado:

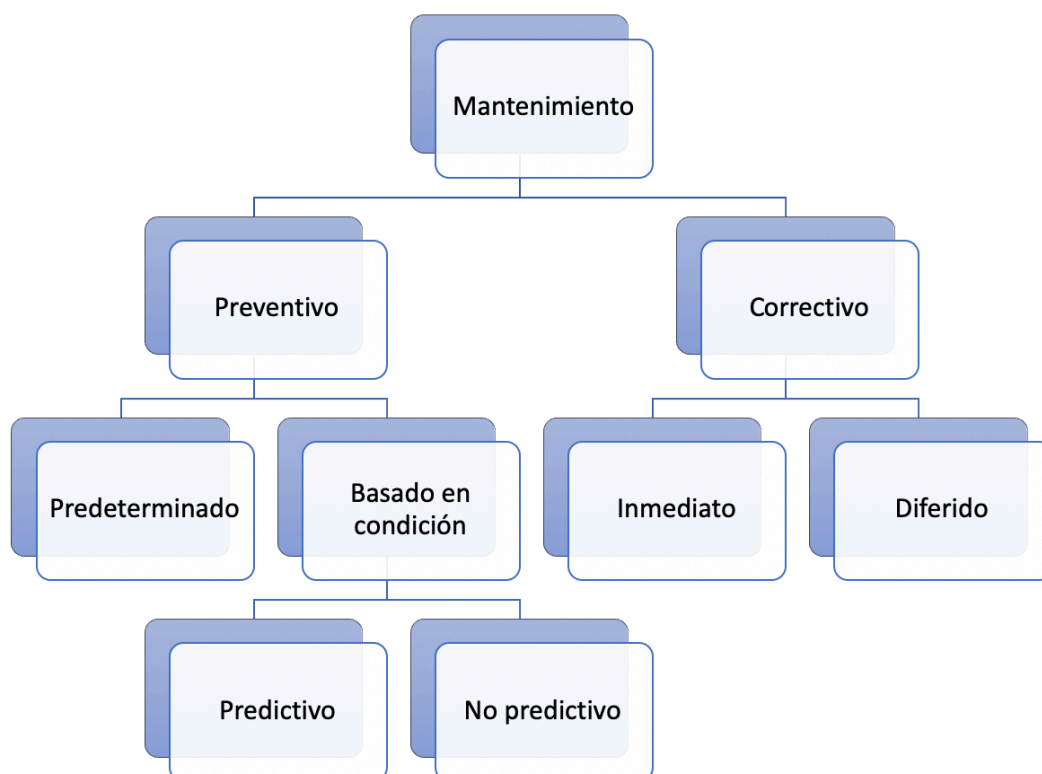


Ilustración 1. Esquema de los tipos de mantenimiento. Elaboración propia a partir de la norma UNE 13306:2018.

Como primera división, encontramos los dos principales tipos de mantenimiento en los cuales se estructura la realización de todas las labores de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo:** según la norma UNE-EN 13306, es el “llevado a cabo para evaluar y/o mitigar la degradación y reducir la probabilidad de fallo de un elemento”. Tiene como objetivo mantener un nivel de servicio determinado de los equipos, actuando antes de que se produzca el fallo.
- **Mantenimiento correctivo:** según la norma UNE-EN 13306, “se realiza después del reconocimiento de una avería y está destinado a devolver al elemento afectado a un estado en el que pueda realizar su función requerida”.

Como se puede observar en el esquema, estos dos tipos de mantenimiento se dividen a su vez en más subtipos. A continuación, se explicará en profundidad cada uno de ellos. Para ello, se irá desglosando las diferentes ramas de nuestro diagrama. La clasificación de los tipos de mantenimiento asociados al preventivo es:

- **Mantenimiento predeterminado:** acorde a la norma UNE-EN 13306, es el que “se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin análisis previo de la condición del elemento”. En la Ilustración 2, se encontrará con un diagrama explicativo del proceso para este tipo de mantenimiento:



Ilustración 2. Diagrama del proceso de mantenimiento predeterminado. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.

- **Mantenimiento basado en la condición:** la norma UNE-EN 13306 lo define como “mantenimiento preventivo que incluye una combinación de la evaluación de las condiciones físicas, el análisis y las posibles acciones de mantenimiento posteriores. La evaluación de la condición se puede realizar mediante la observación del operador y/o inspección y/o pruebas y/o monitorización de la condición de los parámetros del sistema”. En la Ilustración 3, se muestra un esquema con el funcionamiento de este caso de mantenimiento:

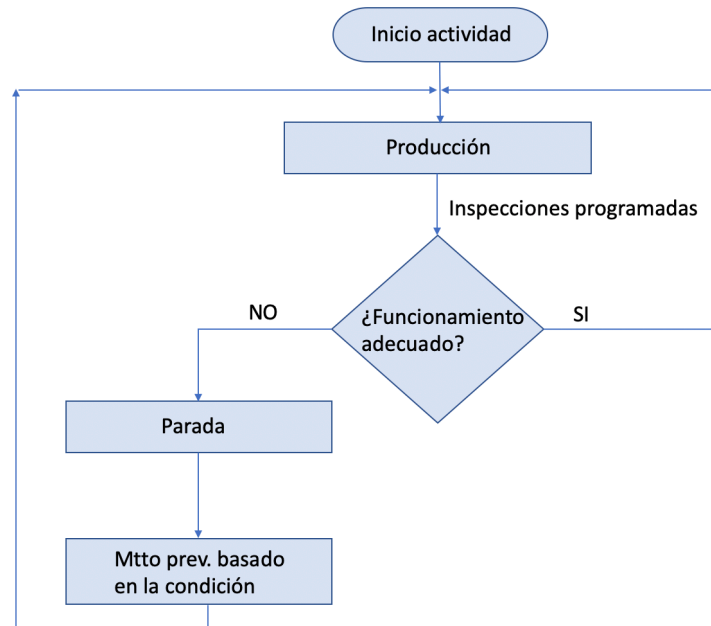


Ilustración 3. Diagrama del proceso de mantenimiento basado en la condición. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.

- Mtto. predictivo: según la norma UNE-EN 13306, se trata de un “mantenimiento basado en la condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento”.
- Mtto. no predictivo: la norma UNE-EN 13306 lo define como “mantenimiento basado en la condición que se realiza sin seguir ningún pronóstico ni evaluación de la degradación”.

Clasificación de los tipos de mantenimiento asociados al correctivo:

- **Mantenimiento inmediato**: acorde a la norma UNE-EN 13306, “se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables”. Como representación gráfica del proceso de este tipo de mantenimiento, se ha elaborado la Ilustración 4:

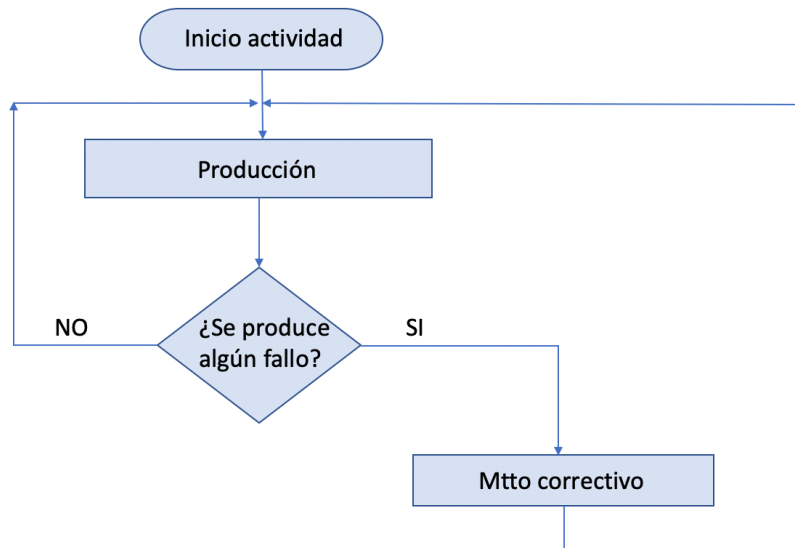


Ilustración 4. Diagrama del proceso de mantenimiento inmediato. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.

- Mantenimiento diferido:** según la norma UNE-EN 13306, “no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas”. A continuación, se muestra la Ilustración 5, un diagrama esquematizado del funcionamiento:

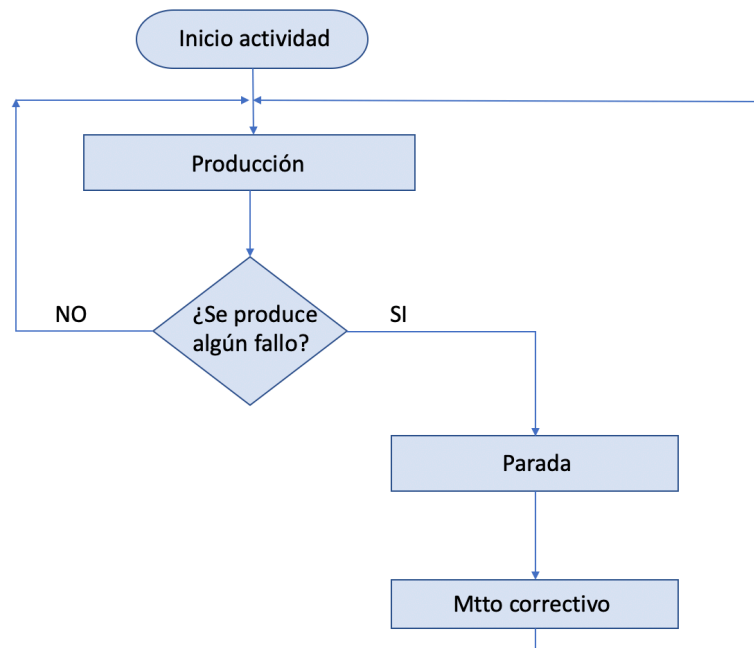


Ilustración 5. Diagrama del proceso de mantenimiento diferido. Elaboración propia basada en la definición de la norma UNE 13306.

2.2. Orígenes de los GMAO

Los sistemas GMAO no nacen de la noche a la mañana, sino que son el producto de una cadena evolutiva que se remonta varias décadas atrás. Durante la época de los años 70, todos los trabajos y registros se hacían en papel. Sin embargo, no fue hasta la década de 1980 que todo se simplificó con la llegada de los primeros programas de gestión informatizada. La aparición de la informática en las industrias impulsó el comienzo de la creación de paquetes de software.

En los años 90 llegó la generación Windows, utilizándose mayoritariamente el Excel con sus hojas de cálculo para supervisar las operaciones de mantenimiento. Todo este proceso de innovación forma parte de una evolución gradual que fue desarrollándose a lo largo del tiempo.

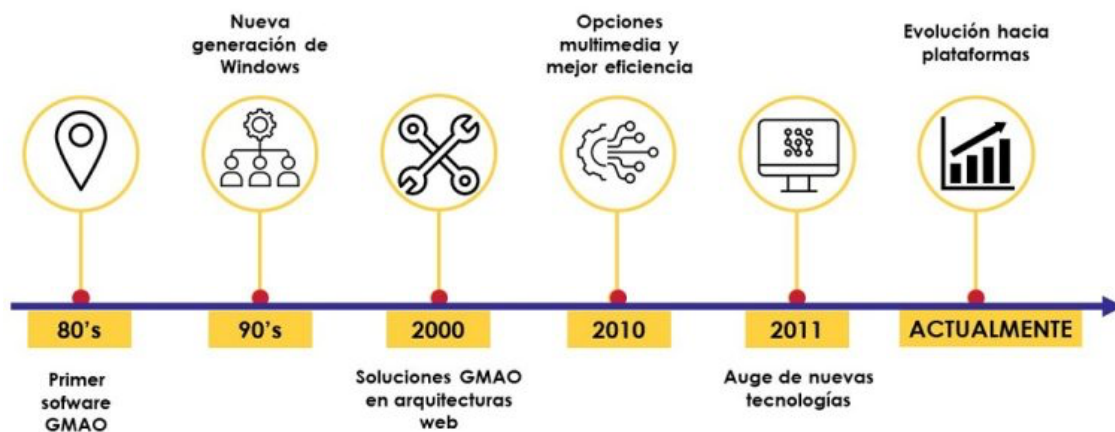


Ilustración 6. Evolución en el tiempo de los sistemas GMAO. Extraído de (Berger-Ievrault, s.f.)

Con el paso de los años, las soluciones GMAO se extendieron a los técnicos de campo, encargados de producción... Los softwares se vuelven cada vez más personalizables y la gestión de equipos iba adquiriendo un papel fundamental en cualquier negocio.

El auge de las nuevas tecnologías cambió radicalmente la forma de entender estos sistemas, que pasaron a ser herramientas utilizadas para mejorar la eficiencia y el rendimiento. Por ejemplo, el uso de fotos, vídeos o lecturas de códigos QR son una manera de mejorar la contribución de los técnicos campo. En la Ilustración 6 se muestra de forma resumida y clara toda la evolución de los GMAO en el tiempo.

Hoy en día, los softwares de gestión del mantenimiento ofrecen multitud de funcionalidades en diversos campos, por lo que deben tener la capacidad de integrarse con otros sistemas. La digitalización de los procesos es una realidad que está obligando a las empresas a estar en continuo cambio y adaptación.

Encontrar la forma de optimizar al máximo los recursos y obtener unos mejores resultados es siempre el objetivo principal del departamento de mantenimiento de

cualquier empresa, independientemente del ámbito al que pertenezca. Actualmente, los costes de mantenimiento representan una cantidad económica muy significativa, lo que los convierte en un factor clave a la hora de incrementar la productividad y competitividad.

Para administrar y gestionar en mejor medida el departamento de mantenimiento, es recomendable implementar tecnologías que faciliten la gestión de los recursos. Para ello, se utiliza la herramienta llamada “GMAO”. En español, un sistema GMAO corresponde al acrónimo de “Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador”. Se trata de un software diseñado para ayudar en la planificación y gestión de todas las funciones administrativas requeridas en mantenimiento, facilitando la gestión de activos de una organización. También es común emplear sus siglas en inglés CMMS (Computerized Maintenance Management Systems).

Los programas GMAO nos dan la posibilidad de almacenar grandes cantidades de información, pudiendo disponer de ella y consultarla en todo momento. Estos sistemas incluyen una serie de módulos, que bien pueden servir para la gestión de almacenes, activos, órdenes de trabajo...Estos módulos pueden clasificarse en tres tipos:

- Básicos: estos módulos deben estar siempre implementados para el correcto y eficaz funcionamiento del GMAO.
- Adicionales: son módulos complementarios a los citados anteriormente. Se seleccionan para resolver algún problema o requisito específico dentro de su campo de aplicación.
- Diseñados a medida: son módulos creados para solucionar necesidades concretas de una organización dentro de un ámbito concreto.

Algunos de los módulos más típicos dentro de un GMAO común son el de gestión de activos, stock, costes y mantenimiento entre otros. Un ejemplo de módulo adicional puede ser el de compras, que, dependiendo del sector de aplicación, puede tener mayor o menor relevancia. Los sistemas GMAO más avanzados, que permiten mayor grado de personalización, ofrecen a sus clientes otros módulos más inusuales como gestión de riesgos, auditorías o mejora continua. Estos módulos se programan a medida para empresas que fomentan la integración de la gestión del mantenimiento con la gestión de calidad (ISO 9001).

Actualmente, estos sistemas son utilizados para recopilar de forma sencilla un registro centralizado de todos los activos y equipos de los que son responsables los equipos de mantenimiento, además de disponer de un registro detallado del trabajo que han realizado. En definitiva, se trata de una tremendamente útil herramienta de gestión que facilita en gran medida las labores de mantenimiento.

2.3. Funciones y módulos generales

Los departamentos de mantenimiento de las empresas suelen utilizar el sistema GMAO como su principal software de mantenimiento, ya que cubre una amplia gama de funciones. Entre sus funciones y módulos más comunes destacan:

- Gestión de inventario

El módulo de stock de un GMAO gestiona todo lo referente al repuesto de materiales y piezas, los cuáles son utilizados para el mantenimiento y reparaciones de maquinarias, equipos de producción y otros activos. La diferencia con otros sistemas de gestión de inventarios radica en que estos solo mantienen un control sobre los artículos y productos que se distribuyen desde los almacenes.

Este módulo debe aportar la información necesaria para evitar que se produzcan roturas de stock, es decir, que las cantidades de cada pieza en inventario se encuentren por debajo de un umbral establecido, provocando así que se impida la realización de ciertas tareas. Este control en el proceso se logra mediante la monitorización y seguimiento automático del nivel de inventario en todo momento. Así, conseguimos evitar tiempos de inactividad prolongados y fallos extremadamente costosos para la empresa.

- Gestión de órdenes de trabajo

Acorde a la norma UNE-EN 13460, una OT es “un documento que contiene toda la información relativa a una operación de mantenimiento y las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento”. En ella se debe indicar datos como el activo que se intervendrá, tiempo estimado para la labor, materiales y herramientas necesarias...

Una de las principales funciones y utilidades de la plataforma GMAO es la gestión de las órdenes de trabajo. La digitalización es mucho más efectiva en cuanto a organización frente al tradicionalmente usado formato manual y físico. Todas las órdenes de trabajo se almacenan en una base de datos, lo que imposibilita la posibilidad de perder el contenido o seguimiento de las OTs. En dicha base de datos se pueden llevar a cabo búsquedas para acceder de forma prácticamente inmediata a la orden deseada.

El software permite, entre otras posibilidades, ver el estado de todas las órdenes de trabajo: comprobar las que aún no han sido iniciadas, las que están en curso o las que ya han sido cerradas y finalizadas. Además, será posible conocer quién ha sido asignado y el responsable de cada orden de trabajo.

- Gestión de activos

La gestión de activos es una herramienta clave y básica para cualquier GMAO funcional. Consiste principalmente en la recopilación de información y datos relevantes de todos los tipos de activos de los que se posea. Estos datos pueden ser fechas de compra, información de proveedores o plazos de garantías, entre muchos otros. Toda esta información recopilada constituye el historial propio de cada activo, que puede consultarse y modificarse siempre que sea necesario.

Es de vital importancia que dichos historiales mantengan un registro de cada operación de mantenimiento efectuada sobre el activo, para así, conocer cuándo se le realizó y poder intentar predecir cuándo surgirán nuevos problemas en el futuro. Se trata de buscar soluciones óptimas mediante una adecuada planificación estratégica de los recursos humanos y materiales de la empresa.

- Mantenimiento

Este módulo debe ser capaz de gestionar las tres vertientes del mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Principalmente, este tipo de sistemas se centran en la definición y planificación del mantenimiento preventivo, fomentando la anticipación y la proactividad en las labores de mantenimiento. La detección de fallos antes de que se produzcan permitirá reducir los costes operativos, mantener el buen estado de la maquinaria y programar el mejor momento para realizar paradas. Ninguna empresa está dispuesta a experimentar un tiempo de inactividad prolongado de un activo importante cuando podría haberse evitado.

- Control de horarios

El sistema GMAO también puede ayudar con la programación automática de los turnos y tareas específicas de cada uno de los trabajadores. Así, los responsables del mantenimiento de la empresa tendrán la certeza de que todas las actividades de mantenimiento se llevarán a cabo.

- Conectividad y conexión

Normalmente, estos sistemas vienen acompañados de una aplicación móvil para que, los que gestionan el mantenimiento, puedan hacerlo en cualquier momento y lugar. Se trata de una función bastante útil para los técnicos que supervisen múltiples instalaciones que se encuentren en distintas localizaciones. También, les permitirá hacer anotaciones y actualizaciones en tiempo real.

2.4 Software del mercado frente a software propio

El primer requisito fundamental en el proceso de selección de un software GMAO consiste en la correcta definición de los procesos internos de la empresa, más concretamente, del departamento de mantenimiento. Esta definición de necesidades debe ser efectuada bajo consenso y participación del personal y los miembros de la alta dirección. Ambos grupos involucrados y unidos para este fin permitirán que la herramienta se integre de manera adecuada en la organización.

Analizar todo el proceso de mantenimiento en detalle permitirá identificar las ineficiencias y debilidades durante el transcurso del mismo. De esta forma, se reconocerá con mayor claridad qué sistema que se adaptará mejor a las necesidades.

Cuando llevamos a cabo el análisis de los requisitos que formarán parte de cada módulo, debemos tener en cuenta la cantidad y complejidad de estos, ya que si son demasiado exigentes puede que ningún GMAO del mercado cumpla esas características. Por el contrario, si las necesidades están muy poco desglosadas y definidas, cualquier software podría ser válido. En caso de optar por el desarrollo de un software propio, podremos asegurarnos con certeza de que se solventen todas las necesidades que se nos planteen.

La decisión de invertir en la implantación de un sistema de gestión del mantenimiento no es algo que deba tomarse a la ligera. Seleccionar un software GMAO puede llegar a ser una tarea muy compleja debido a todas las especificaciones y particularidades de entre todas las opciones del mercado. La elección de dicho sistema es crucial, debido a que cambiará muchos aspectos de la organización y hay que estar dispuestos a afrontarlos (adaptación a la tecnología y a la nueva forma de operar). A continuación, se describirán algunas de las características imprescindibles a nivel de uso que debe poseer dicho software:

- La interfaz de usuario debe ser simple, intuitiva y práctica. Además, la información que se maneje debe ser objetiva y veraz, para proporcionar análisis y tomas de decisiones óptimas.
- Facilitar la captura y tratamiento de la información de forma que garanticen la adaptación de los usuarios, independientemente de que posean o no conocimientos informáticos.
- Portabilidad y compatibilidad con la tecnología móvil en diferentes equipos informáticos y sistemas operativos.
- Soporte técnico personalizado post venta para la resolución de incidencias, actualizaciones o apoyo como consultoría.
- Integración entre módulos y otros sistemas informáticos que puedan estar presentes en la empresa.

La gran pregunta con respecto a este tema siempre es “¿por qué instalar un sistema GMAO en mi empresa?”. La implantación de un software de estas características debería proporcionar multitud de beneficios y ventajas, principalmente:

- Mejora de la eficiencia, productividad y rendimiento laboral.
- Compras y gestión de inventarios automatizada.
- Reducción de costes asociados al mantenimiento e inventarios.
- Mayor capacidad de análisis y tratamiento de los datos.
- Reducción del tiempo de inactividad de los equipos debido a la ausencia de mantenimiento preventivo, lo que conlleva un aumento considerable de la vida útil de los mismos.
- Control y optimización de los tiempos, reduciéndose en compras, órdenes de trabajo y revisiones.
- Mejora la retroalimentación entre usuarios.

2.5. Estudio sobre la satisfacción de los usuarios de GMAO

Gracias a la AFIM (Asociación Francesa de Ingenieros y responsables del Mantenimiento) se han podido recuperar los resultados sobre una encuesta realizada a usuarios de herramientas GMAO, lo cual nos permitirá conocer de primera mano el impacto real de estos sistemas en las organizaciones.

Este estudio ha sido llevado a cabo por dos estudiantes de ingeniería, Damien Vujicic y David Dijon, del Instituto Universitario Profesionalizado de Sénart (Universidad de Paris). Para ello, se debían responder tres preguntas claves:

- ¿Cómo ha sido el beneficio obtenido con el GMAO?
- ¿Cuáles han sido los factores más determinantes para su éxito?
- ¿Cuál ha sido el principal motivo para la implantación de un software GMAO?

Recapitulando todas las respuestas a las encuestas, se han obtenido los resultados que se muestran en la Tabla 1:

Beneficio obtenido con la GMAO	Muy significativo %	Significativo %	Ninguno %	Sin respuesta %
Reducción de mano de obra	9,2%	37,5%	31%	11,5%
Reducción de costes de material	11,5%	43,7%	20,7%	13,8%
Aumento de la disponibilidad	21,8%	33,3%	25,3%	9,2%
Aumento de la fiabilidad	21,8%	35,6%	24,1%	8%
Mejora del control de costes	44,8%	26,4%	16,1%	2,3%
Mejora del feedback	46,6%	18,4%	23%	2,3%

Beneficio obtenido con la GMAO	Muy significativo %	Significativo %	Ninguno %	Sin respuesta %
Mejora de la planificación del mantenimiento	32,2%	36,8%	18,4%	2,3%
Mejora del tiempo de mantenimiento efectivo	37,9%	32,2%	16,1%	2,3%
Mejora de la gestión de los recambios	24,1%	37,9%	23%	4,6%

Tabla 1. Resultados de la encuesta sobre el beneficio del uso de GMAO

Como primera conclusión extraída de los datos, se verifica que la mayoría de encuestados considera que la implantación del GMAO ha sido beneficiosa. No obstante, en torno al 20% y 40% de ellos no han sido capaces de identificar ninguna mejora a raíz de la implementación del software.

En la Tabla 2, se indican los factores principales por los que la implantación de un GMAO ha sido exitosa:

Factor	% que cita el factor como el más importante	% que cita el factor como el 2º más importante	% que cita el factor como el 1º o el 2º más importante
Implicación de la dirección	20%	26%	46%
Elección del software de GMAO correcto	23%	12%	35%
Formación eficaz	9%	16%	25%
Retorno de inversión	14%	10%	24%
Presupuesto asignado	5%	14%	19%
Cambio de cultura fomentado por la dirección	11%	8%	19%
Gestión eficaz del grupo de proyecto	9%	10%	19%
Asistencia técnica de proveedores del software	9%	4%	13%

Tabla 2. Resultados de la encuesta sobre los factores del éxito de un GMAO

Como se refleja en la tabla anterior, se puede resaltar la implicación de la dirección y la elección de un software correcto como dos de los factores principales del éxito del GMAO en las empresas.

Las necesidades principales por las cuales se adquiere un sistema de gestión del mantenimiento se muestran en la Tabla 3:

Motivo	Porcentaje
Aumentar el rendimiento del mantenimiento	25%
Aumentar las funciones	18,4%
Integrar el mantenimiento con las demás funciones de la empresa	10,3%
No lo sé	9,2%
El proveedor ya no presta servicio posventa del antiguo software de GMAO	2,3%
Ajustarse a las normas internas de la empresa	2,2%

Tabla 3. Resultados de la encuesta sobre los motivos para implantar un GMAO

Se usaron las encuestas realizadas por (Asociación Francesa de Ingenieros y responsables del mantenimiento, 2007) para alcanzar estas conclusiones.

Como se puede observar en la Tabla 3, el motivo fundamental por el que una organización se plantea invertir en un GMAO es el aumento del rendimiento del mantenimiento. Son también características a tener en cuenta el incremento de las funcionalidades y la correcta integración con los distintos sistemas de la empresa.

Es fundamental que las personas encargadas de alimentar con datos los GMAO perciban su beneficio y se den cuenta del valor de toda esa información. Solo así se podrá exprimir el verdadero potencial de estos softwares de gestión.

Existen multitud de razones por las que un GMAO puede fracasar, y, en la gran mayoría de las ocasiones, por cuestiones relacionadas con el factor humano. Algunas de las razones más comunes de fracaso son:

- **Recopilación de datos ineficiente**

La introducción de datos erróneos o innecesarios en el sistema puede acabar con la validez del mismo. Ello conlleva que, a la hora de tomar cualquier decisión, no pueda basarse en la información que ofrece el GMAO.

- **Mala formación**

Es uno de los pilares fundamentales sobre los que se sustenta el funcionamiento de toda nueva tecnología implantada. Una adecuada preparación y formación a los trabajadores sobre el funcionamiento de la plataforma, garantizará un uso más óptimo por parte de todos los involucrados. Es recomendable ofrecer cursos formativos o cualquier otro recurso para que estén siempre a disposición del trabajador.

El desaprovechamiento de las funcionalidades que te brinda un GMAO puede acarrear una gran pérdida de tiempo y efectividad. Conocer toda la capacidad disponible del sistema lleva tiempo y requiere un aprendizaje continuo.

- **Incompatibilidades con otros sistemas**

Previamente a cualquier análisis, se deben conocer todos los sistemas de los que dispone la empresa y barajar la posibilidad de que existan incompatibilidades entre algunos de ellos con el nuevo software de gestión del mantenimiento.

- **Definición de las necesidades**

Este es un requisito fundamental a la hora de la selección de un GMAO, que, si se lleva a cabo de forma inapropiada, puede provocar que el sistema no funcione como era esperado. El escaso detalle en el desglose de los requisitos a cumplir puede ser un factor que influya en el fracaso del software.

- **Expectativas demasiado altas**

Es común pensar que la implantación de un GMAO solucionará todos los problemas existentes en el mantenimiento o que resultará en una mejora inmediata en los resultados. Sin embargo, esta es una herramienta de administración, que dependerá de que se le nutra de datos útiles y veraces. Solo así se podrá conseguir tomar decisiones verdaderamente fundamentadas.

En el mercado existen una gran variedad de softwares de este tipo, en torno a 200 marcas distintas. La dificultad radica en decidir cuál es el que mejor se adapta a las necesidades entre tal amplia gama de posibilidades. Debe ser elegido en consonancia y de acuerdo con todas las personas que vayan a utilizarlo, responsables de mantenimiento o los distintos departamentos.

La implementación de un software adquirido en el mercado tiene un coste alto, y puede serlo aún más en función de la versión o paquete que se elija. Además, cabe destacar que este tipo de sistemas no se caracterizan por su facilidad de uso. Al ser un GMAO genérico (no está diseñado a medida), es mayor la adaptación necesaria por parte del personal a la hora de utilizarlo. La intensidad de este proceso de adaptación irá decreciendo con el tiempo, conforme se reciban cursos formativos y los usuarios se acostumbren a la nueva metodología.

Sin embargo, una característica bastante significativa es la rapidez con la que se implantan estos softwares, ya que, al estar ya creados y definidos, no incurre en ningún tiempo de espera para su desarrollo.

La opción de desarrollar un software propio suele ser la alternativa más utilizada por empresas que tienen una gran cantidad de necesidades y requisitos muy concretos. El hecho de que estén diseñados bajo las premisas establecidas por el cliente, conlleva que este se adapte perfectamente al sector o ámbito de la empresa solicitante. Al ser un diseño

propio, también influye positivamente sobre el manejo y la facilidad de uso por parte del usuario.

No obstante, todas estas facilidades aportadas por el sistema hacen que su coste sea muy elevado, superando a las opciones GMAO del mercado. La complejidad de su desarrollo y programación hacen que sea lógico un precio mayor. En consecuencia, el tiempo de implementación no será prácticamente inmediato, como lo es en el caso de los softwares genéricos. La dificultad computacional en la programación de todo un sistema personalizado conlleva largos tiempos de espera para su implementación. La duración y plazos de entrega vendrán establecidas en función del proveedor del sistema.

En grandes rasgos, en la Tabla 4 se recogen a modo de recopilación las principales diferencias citadas anteriormente sobre la elección de un GMAO del mercado y otro diseñado a medida:

	GMAO del mercado	GMAO propio
VENTAJAS	Implementación inmediata Precio más accesible	Encaja perfectamente Manejabilidad
INCONVENIENTES	Demasiado genérico Proceso adaptación Incertidumbre elección	Precio elevado Tiempo de desarrollo

Tabla 4. Diferencias entre un software del mercado frente a uno propio

La implementación de un software GMAO permite a las empresas reducir los costes asociados a mantenimiento, compras, calidad e inventario entre otros. El uso de esta herramienta posibilita disminuir el tiempo empleado en el reporte de trabajos, aumentando así el rendimiento y eficacia. No obstante, hay que tener en cuenta que es un proceso complejo, y no va a ser igualmente acogido por todos los usuarios. Puede que nos encontremos con determinados trabajadores que sean reacios a cambiar sus costumbres y no se adapten a la nueva forma de trabajar.

Además, tal y como se ha mencionado anteriormente, la implantación de un GMAO también puede fracasar por motivos externos a la calidad del propio software. Acertar en la elección es fundamental, pero de igual de importante o más es la forma de gestionar dicha implementación. Por ello, se tendrá que prestar especial atención tanto a los pasos previos a la adquisición del software (identificación de necesidades) como a las labores posteriores (formación del personal, actualizaciones, mejoras...).

3. METODOLOGÍA

3.1. Estudios previos

En esta sección se recopilarán algunos de los principales artículos y estudios existentes que se han realizado acerca de esta temática. Se ordenarán de forma cronológica en función de su fecha de publicación y se explicará brevemente cada uno de ellos y su relevancia en el ámbito.

En primer lugar, nos trasladamos a 1999, cuándo los ingenieros industriales Pedro Moreu de León y Carlos Mohedano Pérez, del departamento de organización industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla, realizaron el “*estudio comparativo de diez paquetes informáticos para la gestión del mantenimiento asistido por ordenador*”. En dicho estudio se publica un resumen en forma de tabla que permite realizar una comparación rápida o encontrar los paquetes que incluyen determinadas funciones. Esta recopilación de información se realizó independientemente de las marcas que aparecen representadas y con la información de proveedores y distintos manuales como fuente de información.

Unos años más tarde, la gestión del mantenimiento se estaba convirtiendo en estratégica para la mayoría de las empresas. La implementación de un sistema GMAO es un gran apoyo a dicha gestión, pero no todas las empresas que acogían este sistema tenían éxito. Por ello, es necesario debatir si los inconvenientes del software en la realidad empresarial son menores que las ventajas y valores añadidos que aportan. En el artículo publicado en la Asociación Española de Mantenimiento (AEM) por Félix Tobalina Pons “*Sistemas de gestión del mantenimiento. De las expectativas a la realidad*”, se discuten todas estas cuestiones anteriormente mencionadas.

Hoy en día, los GMAOs son softwares con un amplio potencial que no solo ayudan con la gestión del mantenimiento, sino que también juegan un papel fundamental a la hora de la toma de decisiones en un ambiente cambiante y de mejora como el actual. En el artículo “*Gestión del mantenimiento: ¿se le saca partido a la gestión del mantenimiento mediante el uso de los GMAOs?*” escrito por Carlos Casado Vega y Fernando Egui Casado, se nos muestra toda la influencia e importancia que tienen estos sistemas en cualquier organización.

A lo referente a una clasificación de estos softwares, no existe un ranking oficial que indique cuáles son los mejores GMAO del mercado. Se pueden encontrar multitud de páginas que establecen un orden en función de las valoraciones de los usuarios de la propia web. Este no es un criterio fiable para obtener unos resultados veraces. Además, la mayoría de los softwares que aparecen en estas páginas con valoraciones muy altas están patrocinadas, es decir, las empresas desarrolladoras del GMAO pagan a la plataforma por la buena publicidad y posición en su ranking.

3.2. Categorización de GMAOs

El alcance de este estudio es realizar un benchmark de algunas de las opciones de GMAOs que existen en el mercado, para así poder conocerlos en mayor profundidad y extraer las ventajas competitivas de cada uno de ellos.

El benchmarking es un método de gestión con el que se pretende entender las estrategias y mejores prácticas utilizadas por las empresas, a través de la comparación de técnicas, procesos y servicios, con el fin de aumentar la eficiencia y competitividad. Este sistema puede aplicarse a cualquier ámbito, siendo clave en un mercado tan cambiante y en continuo desarrollo como en el que nos encontramos.

Para desarrollar este estudio comparativo, se han seleccionado las características más relevantes que todo sistema para la gestión del mantenimiento debe poseer. Para un mejor análisis, se han dividido en 10 categorías, que, a su vez, están compuestas por distintos requerimientos. A continuación, se facilitan todas las categorías propuestas, acompañadas de una breve descripción de los requerimientos de cada una de ellas.

- Requerimientos informáticos básicos
 - CPU: son las características de hardware que requiere el sistema GMAO para poder desarrollarse de forma adecuada.
 - Sistema operativo: son los sistemas operativos que soportan la instalación y ejecución del sistema GMAO.
 - Base de datos: son los gestores de bases de datos con los que puede trabajar cada uno de los sistemas GMAO estudiados.

- Gestión de activos
 - Estructura jerarquizada: admite la posibilidad de organizar los equipos y sus componentes de forma jerárquica. También incluye la organización de las instalaciones.
 - Información de costes: permite conocer los datos económicos asociados a equipos, activos o instalaciones, al igual que asignar costes.
 - Garantías: tiene la posibilidad de almacenar y controlar las garantías de los equipos. Además, envía una alerta cuándo un equipo que falla está en periodo aún de garantía.
 - Equipos de mantenimiento: proporciona información de cuál es el equipamiento necesario para solventar las labores de mantenimiento (transporte, materiales, etc.).
 - Control de repuestos: concede la opción de asociar cada activo con su repuesto específico, indicando también la criticidad del equipo.

- Órdenes de trabajo
 - Creación de OT: es posible crear órdenes de trabajo definidas por el propio usuario.

- Modificar OT: permite realizar cualquier cambio en el contenido de una orden de trabajo existente.
 - Consulta de estado: da la posibilidad de conocer el estado de la orden de trabajo, si se encuentra sin comenzar/asignar, validada o finalizada, entre otras posibilidades.
 - Generación de OT's automática: ofrece la opción de lanzar la orden de trabajo para el mantenimiento preventivo de forma automática, en una fecha establecida, sin necesidad de intervención humana.
 - Planificación: permite planificar las tareas o encargos a realizar por los operarios en un periodo de tiempo dado.
- Mantenimiento preventivo
 - Programación de tareas automáticas: es capaz de programar las tareas preventivas y generar las OT de forma automática.
 - Creación de planes propios: ofrece la posibilidad de crear planes de mantenimiento propios, además de contener los planes predefinidos por el proveedor.
 - Asociar planes a equipos: sustenta la asociación de los planes de mantenimiento a cada uno de los equipos que les sean necesarios.
 - Historial: permite guardar un registro de las intervenciones y operaciones de mantenimiento preventivo llevadas a cabo sobre los equipos.
 - Trabajos externos: si fuera de aplicación, es posible llevar un control sobre las labores de preventivo asignadas a empresas externas.
- Mantenimiento correctivo
 - Registro de trabajos: es posible registrar los trabajos de mantenimiento correctivo realizados a activos o instalaciones.
 - Diagnóstico de averías: tenemos la posibilidad de conocer el tipo de avería mediante el análisis de la misma.
 - Consulta de averías: nos ofrece la opción de consultar más información acerca de la avería y sus síntomas, para así encontrar posibles soluciones para esta.
 - Historial: permite guardar un registro de las intervenciones y operaciones de mantenimiento correctivo llevadas a cabo sobre los equipos.
 - Análisis de fallos: proporciona un análisis de los fallos ocasionados y busca la causa básica inicial de cada uno de ellos.
- Mantenimiento predictivo
 - Registro de mediciones: almacena y registra toda la información correspondiente a las mediciones efectuadas sobre los equipos.
 - Monitorización: ofrece la posibilidad de capturar y registrar datos de forma automatizada, avisando de la ocurrencia de posibles irregularidades.

- Análisis de datos: a través del tratamiento de todos los datos de los que se dispone, genera informes e intenta predecir cuándo volverá a producirse una avería.
 - Alertas: el sistema notificará cuando los valores obtenidos de las mediciones sobrepasen los límites y se encuentren fuera del rango óptimo.
 - Trabajos externos: si fuera de aplicación, es posible llevar un control sobre las labores de mantenimiento predictivo asignadas a empresas externas.
- Gestión de inventarios
 - Información sobre artículos: es posible conocer la información asociada a cada repuesto del almacén, cantidad, proveedor, máquinas a las que pertenece...
 - Funciones de control: realiza un seguimiento y control de inventariados de forma periódica.
 - Devoluciones: gestiona la devolución al almacén de aquellos repuestos que finalmente no se hayan empleado para una tarea de mantenimiento.
 - Ajustar el stock: permite la modificación y ajuste entre las cantidades reales de las que se disponen y las que aparecen reflejadas en el software.
 - Valor almacenado: ofrece la posibilidad de conocer cuál es el valor de todo el material inmovilizado en almacén.
- Compras
 - Comparación de precios: posibilidad de realizar una comparativa entre productos diferentes y facilitar la toma de decisiones.
 - Información de proveedores: acceso a toda la información relacionada con los proveedores, como su teléfono, precios, artículos, plazos de pago, ubicación...
 - Órdenes vía email: la orden de compra se envía mediante correo electrónico de forma directa y automática por el sistema.
 - Albaranes: permite gestionar los albaranes correspondientes a las compras que se realicen.
 - Seguimiento de la compra: ofrece la opción de conocer en todo momento dónde y en qué estado se encuentra el producto adquirido.
 - Control stock: permite establecer una cantidad mínima de cada artículo del inventario, para así generar automáticamente una solicitud de compra cuando se alcance dicho límite.
- Personal
 - Datos personales: posibilidad de añadir, modificar y eliminar datos personales propios de todos los técnicos de mantenimiento.
 - Seguimiento de trabajos: permite llevar un control sobre los trabajos realizados o aún por realizar, sus costes o el tiempo estimado de ejecución.

- Control de carga de trabajo: ofrece la opción de fijar unos límites de carga de trabajo que el personal no debe sobrepasar, avisando de cuándo se infringe.
 - Especialidad de mantenimiento: cuando se pretende llevar a cabo una labor de mantenimiento concreta, indica cuáles son los técnicos especializados en dichas áreas y que mejor desempeño tendrán a priori en esa tarea.
 - Contratos: permite adjuntar el documento del contrato escaneado y acceder a él junto a toda la información relativa al mismo.
- Análisis de datos
 - Generar informes: genera reportes del mantenimiento realizado.
 - Generar gráficos: genera gráficos ilustrativos sobre datos relevantes del mantenimiento.
 - Comparar equipos: posibilidad de realizar una comparativa entre equipos, según su coste, antigüedad, garantía, rendimiento...
 - Indicadores: existen una serie de índices que contribuyen a la gestión del mantenimiento. Pueden ser predefinidos por el proveedor o establecidos por el usuario en función de su necesidad.
 - Exportación de datos: permite exportar la información que se visualiza en el sistema a formatos como Word, Excel, txt...
 - Desviaciones: posibilita el estudio de los valores deseados y el realmente obtenido, para posteriormente conocer la desviación. Este análisis se lleva a cabo sobre parámetros de interés general como los recursos, costes o el tiempo.

En el ANEXO TABLAS COMPARATIVAS DE RESULTADOS, se expondrán, a modo de conclusión, una serie de tablas que contendrán las respuestas a los campos establecidos. Se planteará una tabla propia para cada una de las diez categorías. De izquierda a derecha, lo primero que encontraremos será el nombre de los GMAO a comparar, su empresa desarrolladora y, posteriormente, sus características a evaluar según la categoría en cuestión. Todas estas tablas seguirán la misma estructura de ordenación de los datos.

Las respuestas a todas estas preguntas se han obtenido mediante la consulta a distintos profesionales del sector y búsqueda bibliográfica, tanto en antiguos estudios acerca de la temática, como en los espacios web de las empresas comercializadoras. Si la casilla se encuentra tachada con una “X”, indica que el GMAO cumple con dicha característica. En caso contrario, la celda se encontrará totalmente vacía. Algunas de las categorías se responderán con una pequeña frase o breve indicación.

4. EVALUACIÓN Y BENCHMARK DE LOS SISTEMAS GMAO

En los siguientes apartados se presenta un análisis en detalle de cada uno de los sistemas GMAO escogidos, exponiendo sus características, módulos de los que se componen e información relativa a la empresa desarrolladora. El estudio comparativo se realizará con las versiones más afrontables dentro de todas las gamas de posibilidades.

Sistema GMAO 1: PRISMA

Prisma es un software de gestión del mantenimiento diseñado por Sisteplant, considerado como la herramienta más estándar del mercado. Se trata de una solución con la que aportar más valor a la empresa y ajustarse perfectamente a las necesidades de cualquier proyecto que se lleve a cabo.



Ilustración 7. Logo de la empresa Sisteplant. Fuente (Sisteplant, s.f.)



Ilustración 8. Logo del GMAO PRISMA. Fuente (Sisteplant, s.f.)

Sisteplant es una empresa referencia en el sector ingenieril, y cuya misión principal es el crecimiento y desarrollo de todos sus clientes, utilizando las más avanzadas e innovadoras técnicas y tecnologías. Disponen de sedes en España, México y Brasil, contando con más de 30.000 usuarios por todo el mundo.

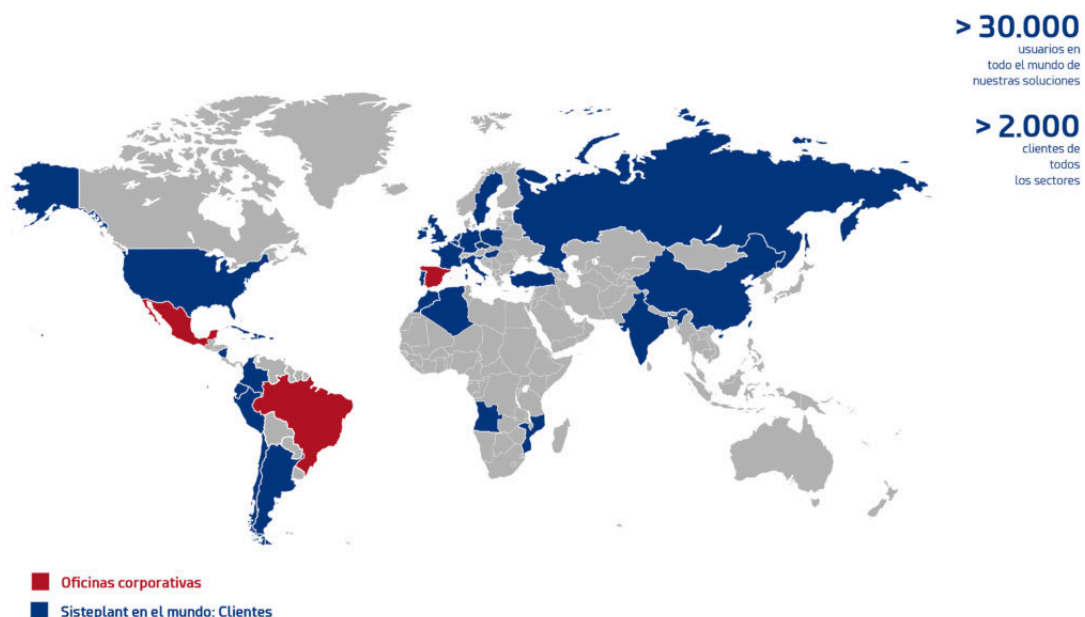


Ilustración 9. Mapa con las oficinas y clientes de Sisteplant en el mundo. Fuente (Sisteplant, s.f.)

Los módulos de los que dispone este GMAO son los siguientes:

➤ Gestión del mantenimiento

Es el área principal de todo sistema de gestión del mantenimiento. En él podremos realizar operaciones como:

- Consultar y acceder a las fichas de información completas de los activos.
- Visualizar los servicios externos contratados, al igual que los contratos vigentes asociados a pedidos.
- Gestionar solicitudes de órdenes de trabajo y descargar los correspondientes reportes de actividad.
- Planes de mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo.
- Seguimientos para lograr la mejora continua del proceso.
- Subsanación defectos, análisis de las causas y planteamiento de acciones a tomar.
- Uso de indicadores y gráficos para el análisis de datos.

➤ Gestión del conocimiento

Este apartado está destinado a conocer los datos y parámetros para la mejora continua de nuestro sistema de gestión del mantenimiento mediante:

- Indicadores (KPIs).
- Definición de indicadores.
- Optimización de stocks, compras y políticas de mantenimiento.
- Histórico de intervenciones para el diagnóstico de averías.
- Cumplimiento de los estándares de calidad según la normativa ISO.

➤ Gestión de stocks

Con este módulo llevaremos un control de los niveles de inventario, conociendo en todo momento las cantidades de repuestos existentes. Algunas de sus funciones son:

- Gestión multialmacén.
- Tratamientos de las devoluciones.
- Recuento de los activos almacenados.
- Control de la entrada y salida de repuestos.
- Registro del flujo de activos y equipos.
- Valorización del material inmovilizado en almacén.

➤ Gestión de compras

Desde esta sección se controlará todo lo referente a la adquisición de equipamiento o activos, gestionando posteriormente la clasificación de toda la documentación asociada a dichas compras. Se llevará un control y seguimiento sobre pedidos, proveedores, albaranes, facturas...

PRISMA dispone un servicio técnico post venta disponible para que todas aquellas empresas que hayan contratado sus servicios puedan realizar cualquier tipo de

consulta acerca del funcionamiento del sistema. Las condiciones de los contratos, facturas, presupuestos o dudas en los informes son algunas de las cuestiones más habituales de los clientes.

Además, ofrece la posibilidad de descargar una aplicación móvil para lograr acceso a la información de forma casi inmediata, desde nuestro propio teléfono. Desde esta app podremos crear solicitudes y órdenes de trabajo, reportar defectos o comentarios sobre equipos, firmar electrónicamente o realizar cualquier consulta a la base de datos.

Una novedad que incorpora PRISMA es la importación de archivos de diseño en 3D de equipos para mejorar la experiencia de uso de técnicos de mantenimiento en cuanto a navegación y visualización de los equipos sobre los que se aplica mantenimiento. También soporta la integración de modelos BIM de instalaciones, que fusionado con la vista de diseño 3D, ofrece al personal de mantenimiento una interacción total con todos los elementos disponibles.

Otra opción dentro de este software es la integración de un sistema de información gráfica (GIS), con el que poder localizar los activos en un mapa mediante coordenadas geográficas asociadas. Esta herramienta permite visualizar el comportamiento de los equipos una vez realizadas las operaciones de mantenimiento o ejecutar cualquier consulta, señalando los activos en la visualización cartográfica (por ejemplo, indicar que equipos tienen órdenes de trabajo correctivas en curso).

Con el objetivo de sacar el máximo partido a un software tan completo como PRISMA, se ofrecen multitud de webinars y cursos de formación para seguir profundizando en el programa y adquiriendo nuevos conocimientos aplicables posteriormente en la práctica. Desde su propio sitio web puedes apuntarte a todas las sesiones.

Para conocer el precio estimado que conllevaría la inversión en este GMAO, es necesario ponerse en contacto, a través de un formulario, con el equipo técnico de Sisteplant, que nos aconsejarán sobre la solución que mejor se adapte a las necesidades en cada caso.

Sistema GMAO 2: MAXIMO

IBM Maximo es una plataforma de gestión de activos líder del mercado, que proporciona la solución para la captura y tratamiento de la información necesaria durante todo el ciclo de vida de los equipos. Se encarga de facilitar la toma de decisiones en base a los datos, requisitos y recursos disponibles, de forma que se prolongue la vida útil de los activos y se ahorre capital. Maximo proporciona un control total de la empresa, optimizando el rendimiento, reduciendo los tiempos de inactividad y los costes operativos.

La empresa desarrolladora de este sistema es IBM, una reconocida multinacional estadounidense con sede central en Nueva York, que posee un impacto global en el ámbito de la tecnología y consultoría. Gracias a sus múltiples años de experiencia en el sector, han diseñado un software que es capaz de ofrecer soluciones a las necesidades específicas de cada organización.



Ilustración 10. Logo del GMAO Maximo. Fuente (IBM, s.f.)

El GMAO Maximo incluye los siguientes módulos principales:

➤ Gestión de activos

Contiene aplicaciones diseñadas para la administración de los activos pertenecientes a la empresa. Dichos activos se gestionan desde el momento de su compra hasta el final de su ciclo de vida útil. Ofrece algunas funcionalidades vitales como:

- Gestión automática del mantenimiento de los activos, que se traduce en una reducción de costes y tiempos de inactividad, aumento del rendimiento y optimización del proceso.
- Planes de mantenimiento personalizados y adaptados a cualquier equipo de trabajo.
- Incremento del ciclo de vida de los activos, lo que conlleva una mejora en la rentabilidad financiera y el rendimiento.
- Definición de mantenimientos preventivos para su posterior transición al mantenimiento predictivo.

➤ Inventario

Se centra en la gestión del inventario de repuestos, controlando en todo momento los factores que puedan estar involucrados, como costes, excesos de consumibles, cantidades disponibles o el flujo de recursos.

➤ Mantenimiento preventivo

Este módulo fomenta este tipo de mantenimiento, que se aplica sobre los activos para mejorar la fiabilidad de los mismos en función de su condición y basado en la información obtenida previamente de mediciones y análisis. Algunas ventajas debido a su aplicación son:

- Reducción de riesgos y paradas inesperadas.
- Previsión y detección de problemas asociados al mantenimiento.
- Reducción de los costes de mantenimiento.

- Aumento de la fiabilidad y, en consecuencia, la vida de los activos y su productividad.

➤ Garantías

Las aplicaciones de este módulo se utilizan para gestionar la aplicación de contratos de garantías de activos y reclamaciones en referencia a las mismas. Un contrato de garantía define la duración de la misma en base a valores de uso o tiempo.

➤ Órdenes de trabajo

La utilidad de esta sección recae en planificación y seguimiento de las OTs, ya sean antiguas o futuras. Dentro de este apartado encontramos las opciones de:

- Creación y administración de órdenes de trabajo para activos y ubicaciones. Además, asigna los materiales, herramientas o mano de obra necesarios para llevar a cabo el mantenimiento.
- Generación de informes sobre el trabajo realizado, que incluyen datos como el número de horas total trabajadas o material utilizado.
- Asignación de técnicos a OTs, según especialidad o disponibilidad.
- Automatización de la gestión de las órdenes de trabajo, estableciendo un patrón de repetición, según uso o tiempo.

A parte de lo que entraña el software en sí, IBM dispone de una plataforma móvil, llamada Maximo Mobile, que está diseñada para facilitar la labor de los operarios y técnicos que la utilicen. Se trata de una herramienta intuitiva que permite acceder y consultar todo tipo de información en la palma de la mano. Esta aplicación mejora de forma exponencial la experiencia de uso del técnico, agilizando las operaciones y pudiéndose desplegar en cualquier dispositivo. También, dispone de una integración plena a otros sistemas como SAP u Oracle, lo que permitirá una adaptación adecuada.

Al tratarse de una de las empresas de tecnologías más importante a nivel mundial, disponen de multitud de servicios a nuestra disposición. Ofrecen eventos online de forma periódica, cursos formativos acerca de las nuevas tecnologías, artículos e incluso certificaciones homologadas.

En cuanto a sus precios, existen tres versiones distintas que poder adquirir como principal, a la que, posteriormente, se puede ir añadiendo módulos específicos en función del sector hasta personalizarla a nuestro gusto. Para obtener una cifra aproximada de cuánto costaría el paquete completo, es necesario contactar con un representante de IBM y aportar más detalles sobre la empresa.

Sistema GMAO 3: FRACTTAL ONE

Fracttal One es considerado uno de los softwares de mantenimiento más potentes del mundo. Destaca por su rápida implementación, facilidad de uso y movilidad, pudiendo acceder desde cualquier dispositivo a toda la información disponible desde la nube.



Ilustración 11. Logo de la empresa Fracttal. Fuente (Fracttal, s.f.)

Fracttal es una startup tecnológica en expansión, con sede principal en España pero con representación en otros países como Chile, Colombia, México o Estados Unidos. El objetivo principal de la empresa es brindar innovación en la gestión del mantenimiento de activos, ayudando e instruyendo a empresas de ámbito global. Este GMAO ha sido galardonado con algunos reconocimientos como el certificado de lugar de trabajo feliz o premios por los altos niveles de satisfacción de sus clientes.

Algunas de las características competitivas que les diferencia del resto de las opciones de GMAOs del mercado son:

- Programación de las operaciones de forma rápida y sencilla: permite asignar recursos y personas responsables de los mismos, creación de un número ilimitado de subtareas y órdenes de trabajo, pudiendo realizarles un seguimiento hasta su fecha de finalización.
- Gestión de activos en la nube: es posible almacenar en la nube todo tipo de información como repuestos, materiales, equipos, localizaciones... Además, controla documentación más avanzada, como por ejemplo los contratos, recursos humanos, costes o garantías. Está especialmente diseñado para dispositivos móviles y para el personal que trabaja fuera de las instalaciones.
- Automatización de las operaciones y tareas programadas: indica de forma automática las tareas por terminar, las asigna a técnicos y controla el inventariado de los repuestos.
- Análisis de la actividad en tiempo real: presenta informes y gráficas en tiempo real sobre cualquier actividad que se esté llevando a cabo. También se pueden obtener reportes sobre información relacionada a las órdenes de trabajo, solicitudes, costes, tiempos entre fallos o incidencias.

- Compatibilidad en todos los dispositivos: permite ser utilizado desde el dispositivo que prefieras, ya sea móvil, tablet u ordenador. Destaca además por su versatilidad en la integración con cualquier ERP del mercado. Este software puede ser utilizado en todo tipo de industrias como el transporte, la energía o la salud.

Fractal One permite integrar los datos de las aplicaciones comerciales de la empresa junto a los de gestión del mantenimiento. Esta integración con cualquier ERP posibilita la automatización de las operaciones. Además, dispone de una demo gratuita con la que poder testear algunas de las funciones del software.

Otro factor a tener en cuenta es la atención técnica a remoto con sus expertos del mantenimiento, disponibles las veinticuatro horas del día. De hecho, ponen a disposición del usuario cursos y sesiones de ayuda para estar en constante aprendizaje.

Fractal ofrece diversas variantes de paquetes de software, diferenciándose por precio y funcionalidades adicionales. Todas estas tarifas son de carácter público y están publicadas en el sitio web de la empresa. Las opciones son las siguientes:

- Community (gratuita)
- Starter (255 euros/mes)
- Pro (585 euros/mes)
- Corporate (975 euros/mes)
- Advanced (no especificado)

En la Tabla 5, se encuentran algunas de las diferencias principales entre las distintas versiones del software:

	Community	Starter	Pro	Corporate	Advanced
Usuarios	2	5	10	15	A medida
Almacenamiento	1 GB	50 GB	500 GB	1 TB	A medida
Gestión de OTs	50 al mes	Ilimitadas	Ilimitadas	Ilimitadas	Ilimitadas
Exportar datos	NO	NO	SI	SI	SI
Gestionar garantías, documentos y solicitudes	NO	SI	SI	SI	SI
Planificador automático	NO	NO	SI	SI	SI
Monitorización	NO	NO	SI	SI	SI
Gestión almacenes	NO	SI	SI	SI	SI
Órdenes compra	NO	SI	SI	SI	SI
Análisis económico	NO	NO	SI	SI	SI

Tabla 5. Comparación entre las versiones del GMAO de Fractal

Como se puede observar claramente en la Tabla 5, la versión gratuita cuenta con unos recursos y funciones muy limitados, lo que la convierte en la opción menos recomendable. La elección de cualquiera de los demás planes se tomará en función de las necesidades de la empresa, tamaño o capacidad económica.

Sistema GMAO 4: MP versión 10

Se trata del GMAO en Latino América, especializado en la organización, planificación y optimización del mantenimiento en la empresa. Su gran versatilidad permite implantarlo en organizaciones de cualquier ámbito donde haya activos, equipos o instalaciones que requieran un mantenimiento.



Ilustración 12. Logo de la empresa MP. Fuente (MP Software, s.f.)

La empresa MPSoftware lleva más de veinticinco años ayudando a empresas de distintos sectores y tamaños a sistematizar y organizar la gestión de mantenimiento, de tal forma que se alcancen unos altos estándares de calidad. Se trata de una empresa Latinoamericana con oficinas en México, Colombia, Perú o Panamá entre otras, que cuenta con una amplia red de distribuidores en el mundo. Como uno de sus reconocimientos más relevantes es el galardón al ser uno de los softwares de mantenimiento con mejores valoraciones dentro de plataformas reconocidas como “Softwareworld” o “Capterra”.

Los módulos principales que ofrece el GMAO de MP son:

➤ Gestión del mantenimiento

Es el módulo central sobre el que se sustenta el GMAO, conteniendo aquí sus características más significativas:

- Documentación y gestión completa de activos: planes de mantenimiento, datos técnicos y proveedores, garantías, repuestos...
- Localización de los equipos: incorpora una estructura jerárquica ordenada que permite visualizar la ubicación de todos los activos de la empresa.
- Programación automática de trabajos rutinarios: se controla en función de la frecuencia con la que debe realizarse la tarea (diariamente, cada semana, cada mes, etc). La actividad de mantenimiento también puede basarse en función del uso del equipo (kilómetros recorridos, unidades producidas...).
- Creación, asignación y seguimiento de órdenes de trabajo: se podrá consultar, modificar, cerrar o cerrar cualquier OT. Además, es posible llevar un control

la cantidad de repuestos utilizados y asignar los encargados de cada trabajo llevado a cabo.

- Avisos y alertas: cuando una medición exceda los límites establecidos, como puede ser temperatura o vibraciones, genera una alerta que es enviada a los responsables del mantenimiento.
- Índices de mantenimiento: utiliza KPIs (Key Performance Indicators) para conocer la situación de la gestión del mantenimiento en el momento de la consulta. Se obtienen la cantidad de activos inactivos, número de OTs abiertas o tiempos de funcionamientos entre otras.
- Análisis y comparación de los distintos costes asociados al mantenimiento: genera una serie de gráficos para ofrecer una mejor visualización.
- Análisis de fallos y obtención de la causa-raíz de los mismos: detecta los equipos que presentan un mayor número y frecuencia de fallos, junto a la causa que origina dichos errores.
- Registro de historiales: acerca de cualquier operación de mantenimiento realizada, que pueden ser consultados en cualquier momento.
- Control de garantías: permite la documentación y consulta de todas las garantías vigentes de un equipo.

➤ Inventario de repuestos

El sistema está diseñado para tener un control exhaustivo del nivel de inventario y las cantidades de repuestos y consumibles:

- Documentación completa de repuestos: es posible añadir especificaciones, modificar información y adjuntar archivos e imágenes. Todo ello para disponer de un registro completo del repuesto en cuestión.
- Multialmacenes: muy útil para empresas que poseen más de un almacén en activo. Permite consultar y comparar, entre distintos almacenes, las existencias de un producto, sus costes o localización.
- Movimientos de repuestos: mantiene un registro actualizado de las entradas y salidas de los repuestos, conociendo en todo momento el flujo de recursos.
- Alertas de abastecimiento: cuando las existencias de un determinado producto sean insuficientes para satisfacer la demanda, se emitirá un aviso para proceder a su compra. Además, permite al usuario personalizar y configurar los niveles de existencias adecuados para su almacén.

El software de MP dispone de una app móvil (MPmobile), pensada para los técnicos de campo, que les permite consultar cualquier información de forma inmediata, registrar lecturas y mediciones, actualizar órdenes de trabajo...Igualmente, ofrece la posibilidad de enviar solicitudes de mantenimiento de forma instantánea, conocer su estado e incluso ser notificado vía correo electrónico cuando la solicitud haya sido atendida.

Al igual que otros GMAO que se están comparando, MP ofrece la posibilidad de probar una versión del software sin coste adicional. Esta demo cuenta con la peculiaridad de que se trata de una demostración en línea, impartida por unos de sus técnicos. Del mismo modo, para seguir conociendo en más profundidad el sistema, tienen un amplio catálogo de cursos online, consultorías y eventos a lo largo del año.

A la hora de adquirir este software, MP te ofrece dos posibilidades en cuanto al método de pago, una licencia de por vida, con la realización de un pago único o una licencia por suscripción, con la que se puede pagar de forma mensual o anual por los derechos de uso del software. En los pasos posteriores de la compra, te permite calcular el precio que te costaría el GMAO en función de la cantidad de usuarios con acceso total del que quieres disponer y la versión (profesional o empresarial). En la Tabla 6 se muestran los diferentes rangos de precios en función del número de usuarios:

Nº Usuarios	Licencia Profesional (euros)	Licencia Empresarial (euros)
1	2.430	4.500
2	3.120	5.190
3	3.810	5.880
4	4.500	6.570
5	5.190	7.260
10	8.640	10.710
15	12.090	14.160
20	15.540	17.610

Tabla 6. Comparación de los precios de MP según el número de usuarios

Observando la Tabla 6 con los respectivos precios, se llega a la conclusión de que, cada usuario que se decida tener de más en ambas versiones, tiene un coste de 690 euros, siendo el precio base de la licencia empresarial mayor.

Sistema GMAO 5: ABISMO-NET

El software Abismo-net es una solución que pretende facilitar la transición a la nueva era digital dentro del área de mantenimiento y gestión de activos. Entre las características principales de este GMAO destaca su variada parametrización y escalabilidad.

La empresa que se encarga de su desarrollo es WGM, líder en el mercado nacional en soluciones para la gestión del mantenimiento. Sus sistemas para la gestión de instalaciones y mantenimiento han sido seleccionados y utilizados por multitud de empresas del mercado, colocando a la marca como un referente en este ámbito. El objetivo principal con el que surgió dicha compañía es ofrecer, de forma asequible e intuitiva para el usuario, las mejores soluciones informáticas de última generación.



Ilustración 13. Logo de la empresa WGM. Fuente (WGM, s.f.)



Ilustración 14. Logo del GMAO Abismo. Extraído de (WGM, s.f.)

Los módulos de los que se compone este sistema son los siguientes:

- Gestión de activos

Permite, independientemente de su ubicación, la gestión económica de todos los activos de la organización, mediante su control y seguimiento continuo. Ofrece:

 - Clasificaciones y jerarquización
 - Historiales
 - Fichas técnicas y pliegos
 - Generación de KPIs por cada activo
 - Gestión de garantías

- Gestión de mantenimiento

Abismo-net nos brinda la oportunidad de gestionar y planificar todo tipo de mantenimientos, ya sean correctivos, preventivos, de parada... Además, permite controlar las medidas de seguridad e higiene en las que se desarrollará la intervención.

- Gestión de repuestos de almacén

Con este software, todas las entradas y salidas de los artículos se gestionan de forma integral, mediante números de serie, stocks mínimos y rupturas de almacén, etc... Destaca también el gran énfasis puesto sobre la trazabilidad de consumibles y repuestos. También cabe resaltar su integración con cualquier ERP de gestión.

- Gestión de ofertas y compras

Dispone de un catálogo de ofertas y compras destinado principalmente a empresas pequeñas, que, por su tamaño o dificultad, no cuentan con su propio sistema de compras. Además, es posible realizar un seguimiento completo del proceso de compra y saber en todo momento su estado.

- Integración GIS

Un Sistema de Información Gráfica (GIS) concede la posibilidad de localizar los activos en un mapa mediante coordenadas geográficas asociadas. Esta herramienta nos muestra, entre otras, el comportamiento de los equipos tras las intervenciones de mantenimiento o las incidencias de los activos más conflictivos. Para dichos análisis es necesario el uso de mapas de calor y sistemas de iluminación. Esta función nos ayudará

a aumentar la productividad en la interpretación de datos, tomando así decisiones más precisas y fundamentadas.

WGM ofrece también servicios de consultoría de mantenimiento, con cursos de formación para todos los niveles. Además, cuentan con un sistema de gestión integrado basado en la norma ISO 9001 y 14001. Para no realizar esta inversión a ciegas, tienes la opción de solicitar una demo gratuita para comprobar algunas sus funcionalidades.

Conocer el coste que incurriríamos al adquirir el software Abismo-net no es posible de forma directa. Es necesario contactar con WGM mediante el relleno de un formulario con las características de nuestra petición.

Sistema GMAO 6: MANSIS

El GMAO MANSIS proporciona al usuario la completa gestión de activos, diseñada para cubrir las necesidades específicas de una organización o empresa. Dicha capacidad de adaptación del software lo constituye como una alternativa versátil, capaz de implantarse en distintos ámbitos. De hecho, el Servicio de Salud Andaluz (SAS) ha elegido, mediante licitación pública, a MANSIS como su sistema de gestión integral de activos y mantenimiento. Con él, controlarán todos los activos de la red sanitaria de Andalucía, convirtiéndolo en el mayor proyecto licitado hasta la fecha en España en cuanto a la gestión de activos sanitarios. Su finalidad con este proyecto será homogeneizar la metodología de gestión de activos en las ocho provincias andaluzas, que se componen de:

- 176 hospitales
- 518 centros de atención primaria de salud
- 10 edificios auxiliares (almacenes y edificios administrativos)
- Más de 5.000 usuarios

Mega Sistemas es una compañía, de origen español, pionera en el desarrollo de soluciones para la gestión integral de activos, infraestructuras o servicios. Durante sus años de historia, han ido evolucionando MANSIS de la mano de las nuevas tecnologías, y su objetivo principal se central fundamentalmente en el crecimiento hacia una expansión internacional.



Ilustración 15. Logo de la empresa Megasisistemas.
Fuente (Megasisistemas, s.f.)



Ilustración 16. Logo del GMAO MANSIS. Elaboración propia.

Este software dispone de los módulos básicos de los que debe componerse todo sistema de gestión del mantenimiento:

- Gestión de activos
- Gestión de OTs
- Almacén
- Compras
- Planes de mantenimiento
- Gestión de contratos y proveedores

Además de estos módulos fundamentales típicos, incluyen otros apartados para el tratamiento de incidencias, control de la calidad o gestión de recursos humanos. Como valor adicional, MANSIS incorpora una app móvil para facilitar a los técnicos el manejo de la información. También cuentan con el soporte de Mega Sistemas para la resolución de cualquier incidencia, introducción de bases de datos a la plataforma o actualizaciones del sistema.

La información existente publicada sobre este GMAO es escasa, pero se ha seleccionado por haber tenido la posibilidad de trabajar con este software durante mi periodo de prácticas en el SAS. Esto me ha permitido conocer de primera mano sus características y módulos principales, pudiendo así recopilar los datos necesarios para completar el estudio comparativo que se está desarrollando.

Requisitos adicionales y análisis

Como ya se ha mencionado anteriormente, la finalidad de este documento es realizar un estudio comparativo con las características más relevantes de un sistema GMAO de algunas de las múltiples opciones que existen en el mercado. Por tanto, para hacer una comparación todavía más exhaustiva entre ellos, se han seleccionado una serie de criterios que no tienen relación con el aspecto técnico. Se trata más bien de características o facilidades que ofrecen las empresas desarrolladoras, que aportan un valor añadido al software que también debe ser tenido en cuenta a la hora de tomar una decisión. En la Tabla 7 se muestran estos criterios adicionales mencionados:

	PRISMA	MAXIMO	FRACTTAL	MP	ABISMO	MANSIS
Demo gratuita			X	X	X	
Prestigio	Mundial	Mundial	Mundial	Latino América	Nacional	Nacional
App móvil	X	X	X	X		X
Servicio técnico	X	X	X	X	X	X
Formación	X	X	X	X	X	
Integración	X	X	X	X	X	X

Tabla 7. Comparación de características no técnicas de los GMAO

Poseer un servicio técnico post venta eficaz se transforma en una mayor tranquilidad de cara a futuros problemas que puedan surgir. Lo mismo ocurre en el momento de seleccionar un desarrollador, elegir una marca fiable, consolidada y con experiencia en el sector puede marcar la diferencia en muchos aspectos.

En la actualidad, un factor fundamental es poder tener la información lo más accesible y rápida posible. Por ello, disponer de una aplicación móvil o de los datos en la nube, nos permite mejorar en eficacia y rendimiento. Del mismo modo, es igualmente crucial que el sistema que se utilice para la gestión del mantenimiento sea capaz de convivir e integrarse con otros sistemas de los que disponga la empresa.

El coste de adquisición de un GMAO es posiblemente el elemento más determinante a la hora de decantarse por una alternativa u otra. Como en algunos casos no se ha podido averiguar el precio con exactitud, será inviable poder hacer una comparación haciendo referencia a ese criterio. Es lógico esperar que el coste del software dependa de muchos aspectos, dado el alto grado de personalización al que se puede llegar (tipo de empresa y sector, número de usuarios, funcionalidades extra...).

Al fin y al cabo, prácticamente todos los GMAO cumplen con los requisitos técnicos mínimos relevantes que todo software para la gestión del mantenimiento debe tener. Como se puede observar en el ANEXO TABLAS COMPARATIVAS DE RESULTADOS, los requisitos que más diferencias han generado entre los GMAO comparados son:

- Control de trabajos externos
- Análisis de fallos
- Valor de lo almacenado
- Control de la carga de trabajo
- Gestión de contratos
- Indicadores de eficiencia

Se puede observar mediante unos gráficos de araña el porcentaje de GMAOs que cumplen los requisitos en cada una de las categorías en el ANEXO GRÁFICAS SOBRE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS.

Esta serie de requisitos, al no ser tan triviales, no se cumplen por parte de todos los sistemas de gestión. La importancia de su presencia en un GMAO radica en las necesidades del cliente y de la propia empresa, dado que no siempre son necesarias todas las funciones que se ofrecen. La implantación de estas funciones se refleja en el coste del software, por lo que es de vital importancia identificar cuáles son irrelevantes y carecerían de sentido en el sistema de gestión. Por ejemplo, si todas las labores de mantenimiento las lleva a cabo la propia empresa, la función para controlar los trabajos externos no tendría ninguna utilidad.

En conclusión, la identificación de las necesidades reales que tiene una empresa es el factor determinante a la hora de seleccionar un GMAO, logrando así evitar costes innecesarios o inversiones mal realizadas.

5. CONCLUSIONES

En este apartado final se dará respuesta a los objetivos principales y secundarios planteados en el capítulo 1. Recordando cuáles eran cada uno de estos objetivos:

1) Conocer los tipos de mantenimiento existentes y diferencias

Existen diversos tipos de mantenimiento, clasificados según el momento y manera de realizar este proceso. En el siguiente esquema se mostrarán cuáles son y sus diferencias.

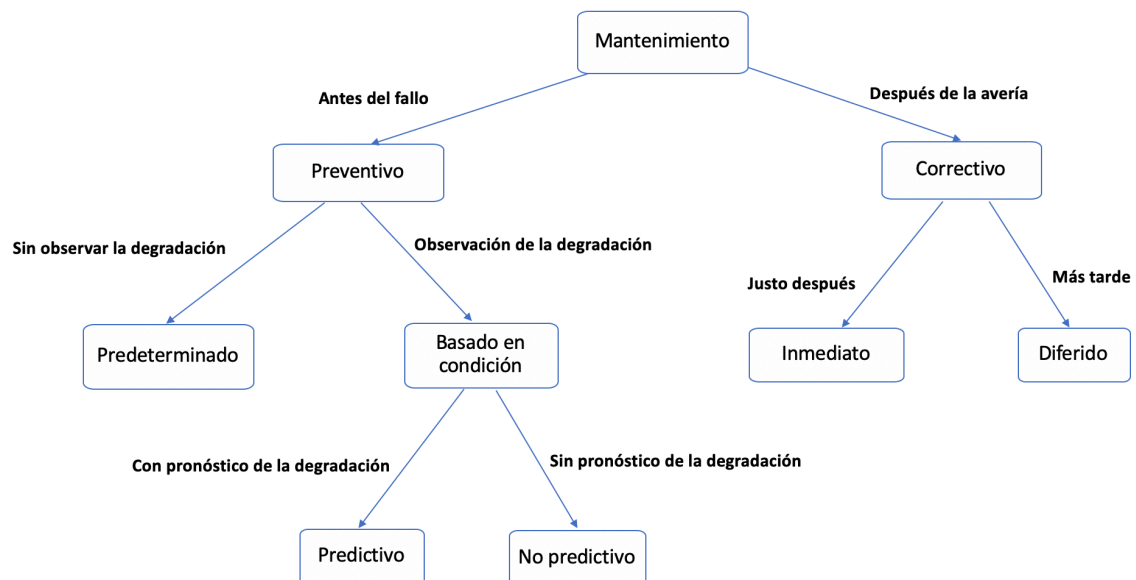


Ilustración 17. Resumen de los tipos de mantenimiento. Elaboración propia a partir de la norma UNE 13306:2018.

Como se observa en la Ilustración 17, la primera gran diferenciación entre los tipos de mantenimiento radica en el momento en el que se realiza la labor de mantenimiento. Si se realiza antes de que se produzca el fallo, será un trabajo preventivo. Por el contrario, si el mantenimiento se lleva a cabo una vez se ha producido el fallo, se tratará de una medida correctiva.

Dentro del mantenimiento preventivo, existen dos posibilidades en función de si se tiene en cuenta la degradación del equipo o activo. Si no se tiene en cuenta este parámetro, se entiende como mantenimiento predeterminado. En caso contrario, se denomina como mantenimiento basado en condición, que a su vez se vuelve a hacer una distinción según se haya realizado una evaluación del pronóstico de la degradación o no. Si la labor es correctiva, se diferencia en el momento de la ejecución del mantenimiento, pudiendo ser inmediatamente o tiempo después del fallo.

2) Forma de catalogar los sistemas GMAO

Para realizar un estudio comparativo de los diferentes softwares de gestión del mantenimiento, se han seleccionado 10 categorías fundamentales que todo GMAO debe poseer:

- Requerimientos informáticos básicos
- Gestión de activos
- Órdenes de trabajo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento predictivo
- Gestión de inventarios
- Compras
- Personal
- Análisis de datos

Todas estas categorías tienen a su vez asociadas una serie de funcionalidades, que son los que se compararán para todos los sistemas. Para mayor detalle, consultar el subcapítulo 3.2. Categorización de GMAOs, donde se explica este aspecto en mayor profundidad.

3) Selección de GMAOs del mercado

Para la realización de este proyecto, se ha hecho una selección de sistemas GMAO que se encuentran actualmente disponibles en el mercado, tanto nacional como mundial. Los paquetes seleccionados han sido los siguientes:

- Maximo
- PRISMA
- Fracttal One Pro
- MP versión 10 profesional
- Abismo-net
- MANSIS

Por simplicidad, en este apartado solo se mencionarán, ya que todos estos sistemas de gestión del mantenimiento han sido desarrollados en gran detalle dentro del capítulo 4. EVALUACIÓN Y BENCHMARK DE LOS SISTEMAS GMAO.

4) Método de evaluación y benchmark

Dentro de las 10 categorías expuestas anteriormente, se encuentran una serie de características, las cuáles serán el factor comparador entre los distintos softwares. Se han identificado un total de 47 características dentro de las categorías (exceptuando la categoría de requerimientos informáticos básicos, que es meramente informativa).

En la Ilustración 18, se puede observar un cómputo general de la cantidad de dichas características que cumple cada uno de los GMAO:

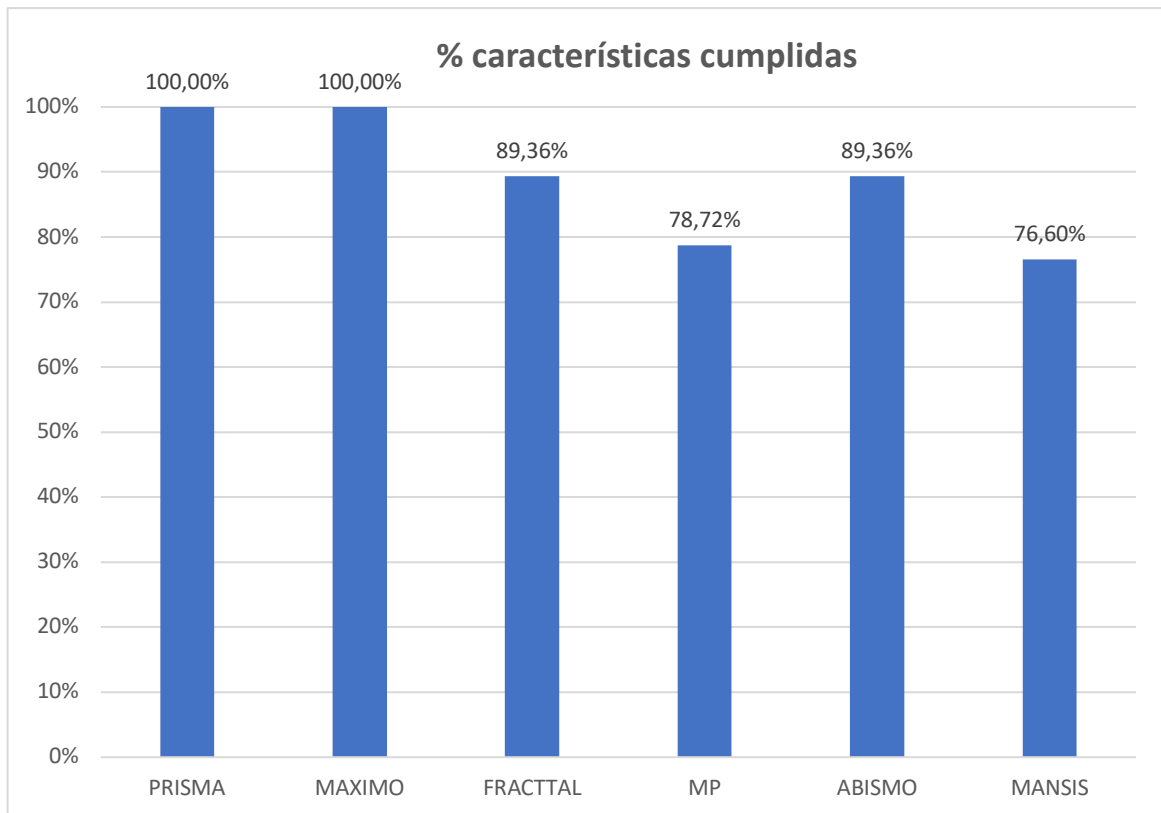


Ilustración 18. Porcentaje de características cumplidas por cada GMAO. Elaboración propia.

Como bien se puede comprobar, los GMAO Maximo y PRISMA son los únicos que cumplen todas las características propuestas. Cabe destacar los porcentajes de cumplimiento tan elevados también del resto de los softwares, que representa gráficamente lo completos que son los distintos paquetes seleccionados.

Esta gráfica no muestra que características son las que se cumplen o no de forma concreta. Para conocer exactamente cuáles son los requisitos que posee cada sistema GMAO en particular, es necesario consultar el ANEXO TABLAS COMPARATIVAS DE RESULTADOS.

Bibliografía

AEM, Asociación Española de Mantenimiento. <https://aem.es>

Aenor, Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento, UNE-EN 13460. Diciembre 2009.

Aenor, Mantenimiento. Terminología del mantenimiento, UNE-EN 13306. Julio 2018.

Association française des ingénieurs de maintenance member du:
<http://www.afim.asso.fr/>

aula21 | Formación para la Industria. Qué es un sistema GMAO, para qué sirve y cómo funciona. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-gmao/>

Blog de BIM, M. and Management, I., 2022. IBM Maximo (Qué es) Más que Facility Management | Espacio BIM. Espacio BIM. <https://www.espaciobim.com/ibm-maximo>

Carlos Casado Vega, Fernando Egui Casado, “*Gestión del mantenimiento: ¿se le saca partido a la gestión del mantenimiento mediante el uso del GMAO?*”. AEM nº revista 270. Diciembre 2013.

Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es>

Félix Tobalina Pons, “Sistemas de gestión del mantenimiento. De las expectativas a la realidad”. AEM nº revista 217. Septiembre 2008.

Fracttal, plataforma líder en gestión de mantenimiento inteligente
<https://www.fracttal.com/es/>

Mansis.es. GMAO/CMMS-EAM – Mega Sistemas.
https://www.mansis.es/gmao_cmms-eam/

Matrix Engine. 2020. Petite histoire de la GMAO - Matrix Engine. <https://www.matrix-engine.com/es/petite-histoire-de-la-gmao/>

Maximo Application Suite - Gestión de activos. <https://www.ibm.com/es-es/products/maximo/asset-management>

Megasistemas.es. MANSIS ha sido elegido por el Servicio Andaluz de Salud (Andalucía-España) como Sistema de Gestión Integral de Activos, Mantenimiento y Patrimonio (GMAO – ASSET MANAGEMENT).
<https://www.megasistemas.es/mansis-xxi-gmao-servicio-andaluz-salud/>

MPsoftware CMMS MP. GMAO Archives | MPsoftware CMMS MP.
<https://mpsoftware.com.mx/category/gmao/>

Pedro Moreu de León, “*Estudio comparativo de diez paquetes informáticos para la gestión del mantenimiento asistido por ordenador*”. Revista mantenimiento nº131. Enero-Febrero 2000.

Prisma | Sisteplant. <https://www.sisteplant.com/soluciones/innovative-technologies/smart-maintenance-prisma-gmao/prisma-modulos-de-gestion/>

Pursell, S. ¿Qué es el benchmarking y qué tipos existen? Blog.hubspot.es. <https://blog.hubspot.es/marketing/benchmarking>

Truscello, L., 2021. Evolución de las herramientas GMAO - Berger-Levrault España. Berger-Levrault Espagne. <https://www.berger-levrault.com/es/Art%C3%ADculo/evolucion-de-las-herramientas-gmao-hacia-las-nuevas-tecnologias/>

Vicente Macián Martínez, “*Sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO): requerimientos y funcionalidades*”. Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2020.

WGM. Abismo-Net - WGM. <https://wgmsa.com/sistemas-wgm/abismo-net/>

Wonderware Software - Powering the Industrial World. ¿Qué es y para qué sirve un GMAO? - Wonderware Iberia. <https://www.wonderware.es/apm-asset-performance-management/que-es-y-para-que-sirve-un-gmao/>

ANEXO TABLAS COMPARATIVAS DE RESULTADOS

Requerimientos informáticos básicos

Nombre GMAO	Empresa	Servidor	Puesto	Sistema operativo	Base de datos
MANSIS	MegaSistemas	-	-	Windows, IOS, Android entre otros	ORACLE, SAP, SQL, Salesforce
ABISMO-NET	WGM	Doble núcleo 2 GHz. 2 GB RAM	Pentium IV 1GHz. 512 Mb RAM	Windows 2000 o superiores	SQL, SAP
MP v.10 Profesional	MP Software	-	-	Windows, IOS, Android entre otros	SQL
FRACCTAL ONE PRO	Fractal	-	-	Windows, IOS, Android entre otros	ORACLE, SAP, SQL, sage, infor
MAXIMO	IBM	Intel Pentium. 2 GB RAM	Intel Pentium. 1 GB RAM	Windows, Solaris, Linux y telefonía móvil	SQL, ORACLE, DB2, SAP
PRISMA	Sisteplant	Intel Pentium Quad-Core 4 GB RAM	Intel Core 1 GB RAM	Windows 2003 o superiores y telefonía móvil	SQL, ORACLE, SAP

Tabla 8. Comparación de los requisitos informáticos de los GMAO

Requerimientos informáticos:

- CPU: son las características de hardware que requiere el sistema GMAO para poder desarrollarse de forma adecuada. Formado por el servidor y el puesto.
- Sistema operativo: son los sistemas operativos que soportan la instalación y ejecución del sistema GMAO.
- Base de datos: son los gestores de bases de datos con los que puede trabajar cada uno de los sistemas GMAO estudiados.

Gestión de los activos

PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software		X	X	X	X
ABISMO -NET	WGM	X	X	X	X	X
MANSIS	MegaSistemas	X	X	X	X	X
Nombre GMAO	Empresa	Estructura jerarquizada	Información de costes	Garantías	Equipos mantenimiento	Control de repuestos

Tabla 9. Comparación de la gestión de activos de los GMAO

Gestión de activos:

- Estructura jerarquizada: admite la posibilidad de organizar los equipos y sus componentes de forma jerárquica. También incluye la organización de las instalaciones.
- Información de costes: permite conocer los datos económicos asociados a equipos, activos o instalaciones, al igual que asignar costes.
- Garantías: tiene la posibilidad de almacenar y controlar las garantías de los equipos. Además, envía una alerta cuándo un equipo que falla está en periodo aún de garantía.
- Equipos de mantenimiento: proporciona información de cuál es el equipamiento necesario para solventar las labores de mantenimiento (transporte, materiales, etc.).
- Control de repuestos: concede la opción de asociar cada activo con su repuesto específico, indicando también la criticidad del equipo.

Órdenes de trabajo

Nombre GMAO	Empresa	Creación OT	Modificar OT	Consulta de estado	Generación de OTs automática	Planificación
MANSIS	MegaSistemas	X	X	X	X	X
ABISMO- -NET	WGM	X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X

Tabla 10. Comparación de las órdenes de trabajo de los GMAO

Órdenes de trabajo:

- Creación de OT: es posible crear órdenes de trabajo definidas por el propio usuario.
- Modificar OT: permite realizar cualquier cambio en el contenido de una orden de trabajo existente.
- Consulta de estado: da la posibilidad de conocer el estado de la orden de trabajo, si se encuentra sin comenzar/asignar, validada o finalizada, entre otras posibilidades.
- Generación de OT's automática: ofrece la opción de lanzar la orden de trabajo para el mantenimiento preventivo de forma automática, en una fecha establecida, sin necesidad de intervención humana.
- Planificación: permite planificar las tareas o encargos a realizar por los operarios en un periodo de tiempo dado.

Mantenimiento preventivo

PRSIMA	Sisteplant	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
FRACTTAL ONE PRO	Fracttal	X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X	X	X	
ABISMO -NET	WGM	X	X	X	X	X
MANSIS	MegaSist emas	X	X	X	X	
Nombre GMAO	Empresa	Programación tareas auto.	Creación planes propios	Asociar planes a equipos	Historial	Trabajos externos

Tabla 11. Comparación del mantenimiento preventivo de los GMAO

Mantenimiento preventivo:

- Programación de tareas automáticas: es capaz de programar las tareas preventivas y generar las OT de forma automática.
- Creación de planes propios: ofrece la posibilidad de crear planes de mantenimiento propios, además de contener los planes predefinidos por el proveedor.
- Asociar planes a equipos: sustenta la asociación de los planes de mantenimiento a cada uno de los equipos que les sean necesarios.
- Historial: permite guardar un registro de las intervenciones y operaciones de mantenimiento preventivo llevadas a cabo sobre los equipos.
- Trabajos externos: si fuera de aplicación, es posible llevar un control sobre las labores de preventivo asignadas a empresas externas.

Mantenimiento correctivo

PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fracttal	X	X	X	X	
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X	X	X	X
ABISMO -NET	WGM	X	X	X	X	
MANSIS	MegaSistemas	X	X		X	
Nombre GMAO	Empresa	Registro de trabajos	Diagnóstico averías	Consulta averías	Historial	Análisis de fallos

Tabla 12. Comparación del mantenimiento correctivo de los GMAO

Mantenimiento correctivo:

- Registro de trabajos: es posible registrar los trabajos de mantenimiento correctivo realizados a activos o instalaciones.
- Diagnóstico de averías: tenemos la posibilidad de conocer el tipo de avería mediante el análisis de la misma.
- Consulta de averías: nos ofrece la opción de consultar más información acerca de la avería y sus síntomas, para así encontrar posibles soluciones para esta.
- Historial: permite guardar un registro de las intervenciones y operaciones de mantenimiento correctivo llevadas a cabo sobre los equipos.
- Análisis de fallos: proporciona un análisis de los fallos ocasionados y busca la causa básica inicial de cada uno de ellos.

Mantenimiento predictivo

PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X		X	X	
ABISMO -NET	WGM	X	X	X	X	X
MANSIS	MegaSist emas	X	X	X	X	
Nombre GMAO	Empresa	Registro mediciones	Monitorización	Análisis de datos	Alertas	Trabajos externos

Tabla 13. Comparación del mantenimiento predictivo de los GMAO

Mantenimiento predictivo:

- Registro de mediciones: almacena y registra toda la información correspondiente a las mediciones efectuadas sobre los equipos.
- Monitorización: ofrece la posibilidad de capturar y registrar datos de forma automatizada, avisando de la ocurrencia de posibles irregularidades.
- Análisis de datos: a través del tratamiento de todos los datos de los que se dispone, genera informes e intenta predecir cuándo volverá a producirse una avería.
- Alertas: el sistema notificará cuando los valores obtenidos de las mediciones sobrepasen los límites y se encuentren fuera del rango óptimo.
- Trabajos externos: si fuera de aplicación, es posible llevar un control sobre las labores de mantenimiento predictivo asignadas a empresas externas.

Gestión de inventarios

Nombre GMAO	Empresa	Info. artículos	Funciones de control	Devoluciones	Ajuste del stock	Valor almacenado
MANSIS	MegaSistemas	X	X		X	
ABISMO- -NET	WGM	X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X		X	
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X

Tabla 14. Comparación de la gestión de inventario de los GMAO

Gestión de inventarios:

- Información sobre artículos: es posible conocer la información asociada a cada repuesto del almacén, cantidad, proveedor, máquinas a las que pertenece...
- Funciones de control: realiza un seguimiento y control de inventariados de forma periódica.
- Devoluciones: gestiona la devolución al almacén de aquellos repuestos que finalmente no se hayan empleado para una tarea de mantenimiento.
- Ajustar el stock: permite la modificación y ajuste entre las cantidades reales de las que se disponen y las que aparecen reflejadas en el software.
- Valor almacenado: ofrece la posibilidad de conocer cuál es el valor de todo el material inmovilizado en almacén.

Compras

Nombre GMAO	Empresa	Comparación precios	Info. proveedores	Órdenes vía mail	Albaranes	Seguimiento compra	Control stock
MANSIS	MegaSistemas	X	X	X	X	X	
ABISMO- -NET	WGM		X	X	X	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X	X	X	X	X
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X	X	X	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X	X
PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X	X

Tabla 15. Comparación de las compras de los GMAO

Compras:

- Comparación de precios: posibilidad de realizar una comparativa entre productos diferentes y facilitar la toma de decisiones.
- Información de proveedores: acceso a toda la información relacionada con los proveedores, como su teléfono, precios, artículos, plazos de pago, ubicación...
- Órdenes vía email: la orden de compra se envía mediante correo electrónico de forma directa y automática por el sistema.
- Albaranes: permite gestionar los albaranes correspondientes a las compras que se realicen.
- Seguimiento de la compra: ofrece la opción de conocer en todo momento dónde y en qué estado se encuentra el producto adquirido.
- Control stock: permite establecer una cantidad mínima de cada artículo del inventario, para así generar automáticamente una solicitud de compra cuando se alcance dicho límite.

Gestión del personal

Nombre GMAO	Empresa	Datos personales	Seguimiento trabajos	Control carga trabajo	Especialidad mtto	Contratos
MANSIS	MegaSistemas	X	X		X	
ABISMO- -NET	WGM	X	X		X	
MP v.10 Profesional	MP Software	X	X		X	
FRACTAL ONE PRO	Fractal	X	X		X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X
PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X

Tabla 16. Comparación de la gestión del personal en los GMAO

Gestión del personal:

- Datos personales: posibilidad de añadir, modificar y eliminar datos personales propios de todos los técnicos de mantenimiento.
- Seguimiento de trabajos: permite llevar un control sobre los trabajos realizados o aún por realizar, sus costes o el tiempo estimado de ejecución.
- Control de carga de trabajo: ofrece la opción de fijar unos límites de carga de trabajo que el personal no debe sobrepasar, avisando de cuándo se infringe.
- Especialidad de mantenimiento: cuando se pretende llevar a cabo una labor de mantenimiento concreta, indica cuáles son los técnicos especializados en dichas áreas y que mejor desempeño tendrán a priori en esa tarea.
- Contratos: permite adjuntar el documento del contrato escaneado y acceder a él junto a toda la información relativa al mismo.

Análisis de datos

Nombre GMAO	Empresa	Generar informes	Generar gráficos	Comparar equipos	Indicadores	Exportación de datos	Desviaciones
MANSIS	MegaSistemas	X		X		X	
ABISMO-NET	WGM	X	X	X	Predefinidos	X	X
MP v.10 Profesional	MP Software	X		X	Solo versión empresarial		
FRACCTAL ONE PRO	Fractal	X	X	X	Solo versión a medida	X	X
MAXIMO	IBM	X	X	X	X	X	X
PRISMA	Sisteplant	X	X	X	X	X	X

Tabla 17. Comparación del análisis de datos de los GMAO

Análisis de datos:

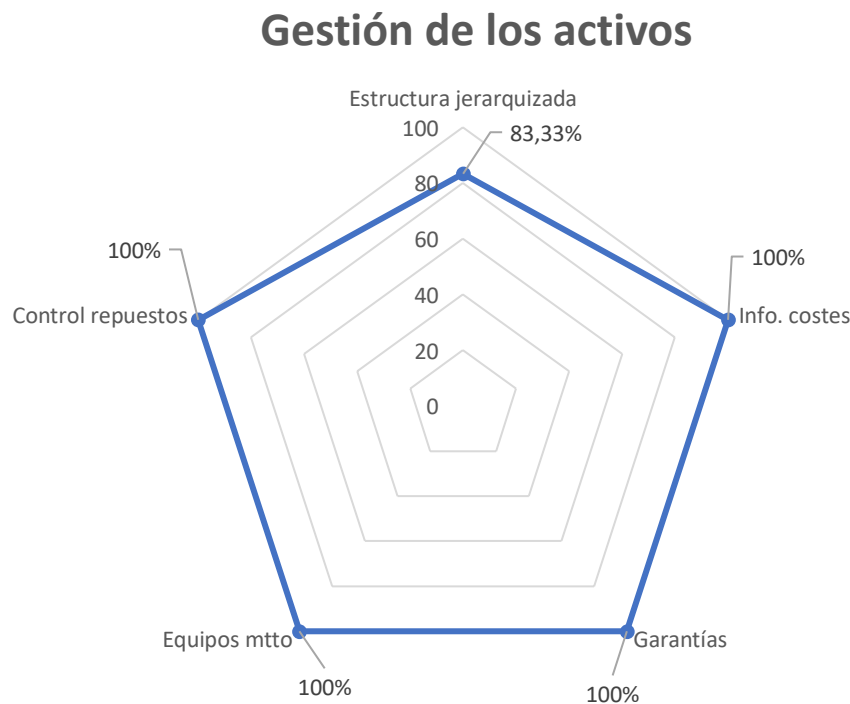
- Generar informes: genera reportes del mantenimiento realizado.
- Generar gráficos: genera gráficos ilustrativos sobre datos relevantes del mantenimiento.
- Comparar equipos: posibilidad de realizar una comparativa entre equipos, según su coste, antigüedad, garantía, rendimiento...
- Indicadores: existen una serie de índices que contribuyen a la gestión del mantenimiento. Pueden ser predefinidos por el proveedor o establecidos por el usuario en función de su necesidad.
- Exportación de datos: permite exportar la información que se visualiza en el sistema a formatos como Word, Excel, txt...
- Desviaciones: posibilita el estudio de los valores deseados y el realmente obtenido, para posteriormente conocer la desviación. Este análisis se lleva a cabo sobre parámetros de interés general como los recursos, costes o el tiempo.

ANEXO GRÁFICAS SOBRE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS

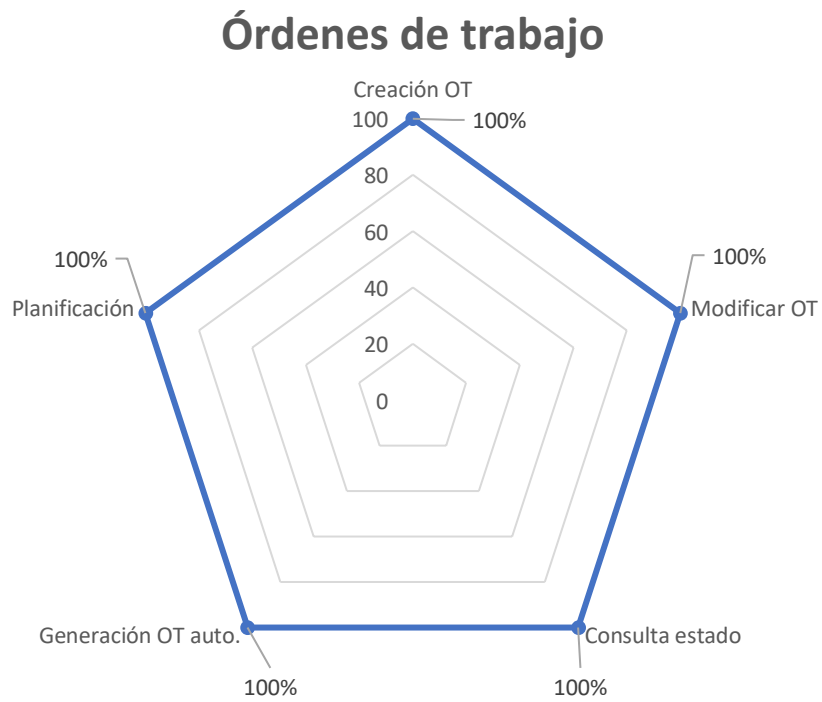
Para llevar a cabo esta representación, se ha utilizado el gráfico de tela de araña (o de roseta) para mostrar, dentro de la selección realizada, el porcentaje de sistemas de gestión del mantenimiento que cumplen con los requisitos establecidos. Para ello, se utilizará un diagrama para cada una de las categorías estudiadas.

La gráfica contiene unos porcentajes que vienen representados por líneas, 0 si ningún GMAO lo cumple o 100 en caso contrario. Cada requisito tiene asociado un punto, que se coloca en función de su puntuación sobre la línea correspondiente. Se ha colocado una línea guía indicando la puntuación sobre cada uno de los puntos. Posteriormente, todos estos puntos se unen formando una figura cerrada, con apariencia de telaraña, dando nombre a este tipo de gráfico.

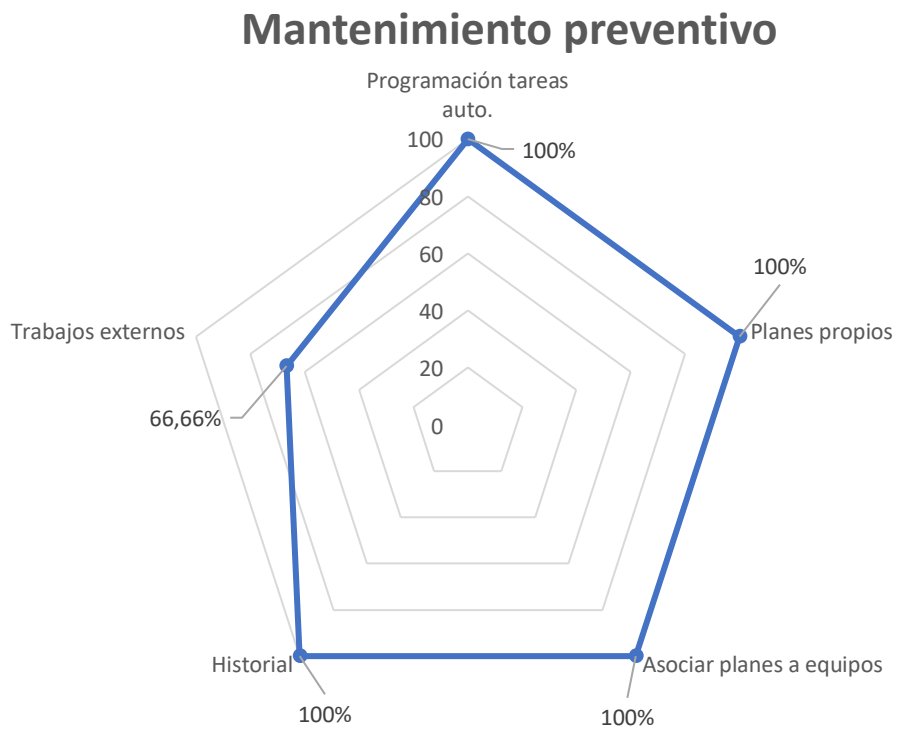
Gestión de activos



Órdenes de trabajo

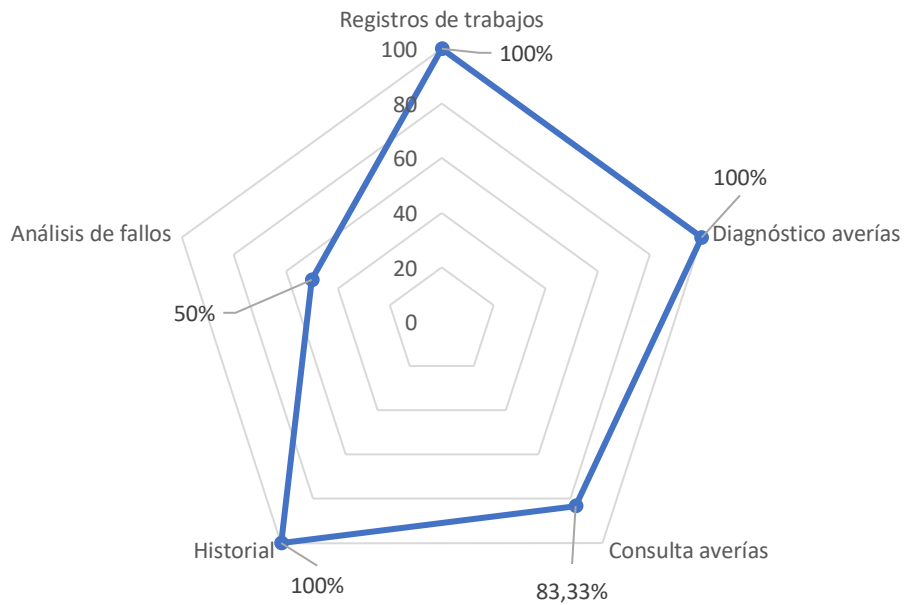


Mantenimiento preventivo



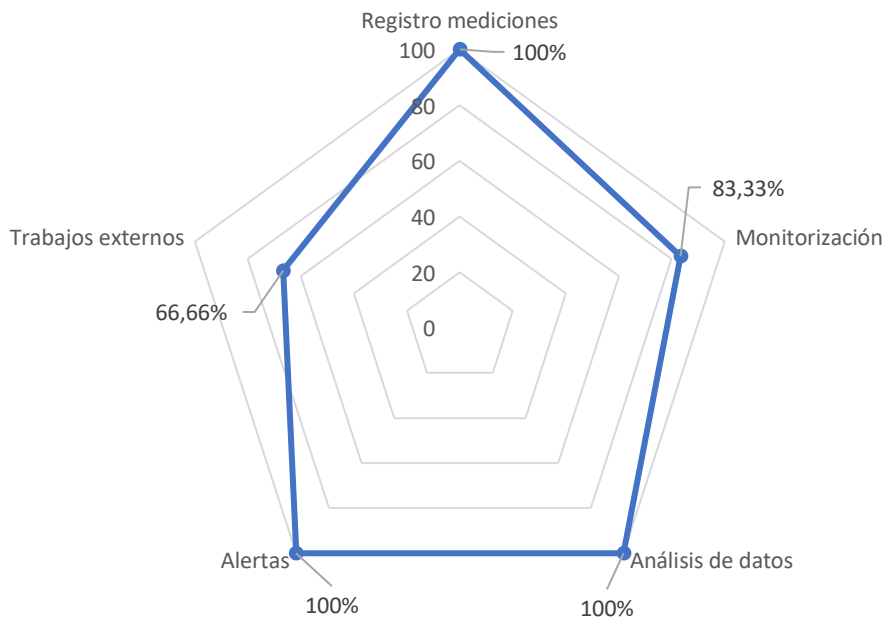
Mantenimiento correctivo

Mantenimiento correctivo

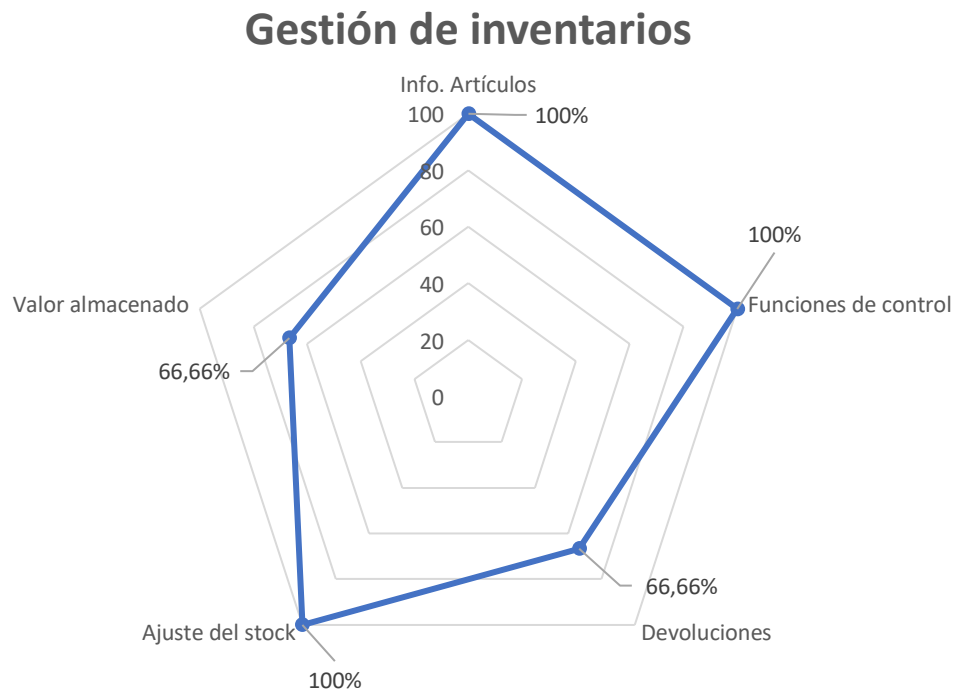


Mantenimiento predictivo

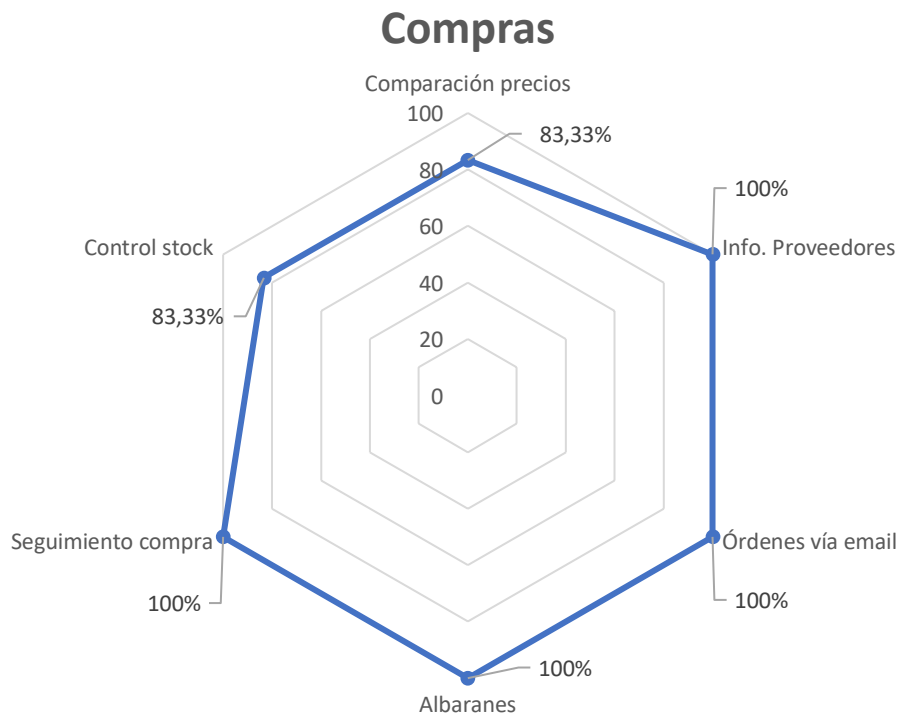
Mantenimiento predictivo



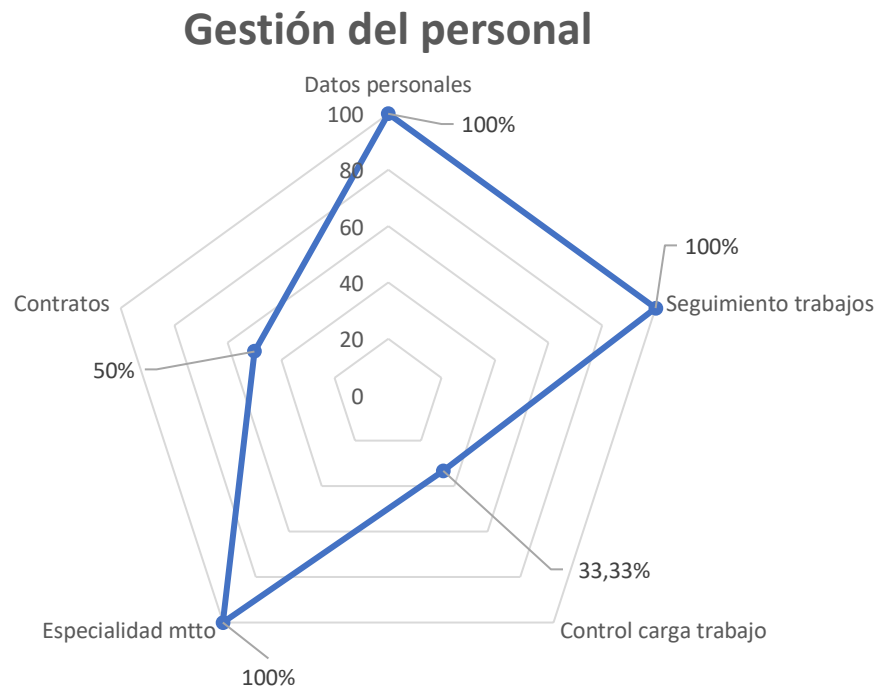
Gestión de inventarios



Compras



Gestión del personal



Análisis de datos

