



Universidad de Oviedo

ESCUELA SUPERIOR DE LA MARINA CIVIL DE GIJÓN

Trabajo Fin de Máster

El mantenimiento como motor de desarrollo
funcional de la European Bulk Handling
Installation S.A. (EBHISA)

Para acceder al Título de Máster Universitario en

TECNOLOGÍAS MARINAS Y MANTENIMIENTO

Autor: Javier Álvarez Moreira

Tutor: Luis Antonio García Martínez

Julio - 2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| Resumen | 1 |
| Abstract/Summary | 2 |
| Introducción | 3 |
| Capítulo 1.-El Mantenimiento..... | 5 |
| 1.1.-Historia del Mantenimiento | 5 |
| 1.2.-Definición y Objetivos del Mantenimiento | 5 |
| 1.3.-Tipos de Mantenimiento | 6 |
| 1.3.1.-Mantenimiento Correctivo..... | 7 |
| 1.3.2.-Mantenimiento Preventivo | 7 |
| 1.3.3.-Mantenimiento Predictivo | 8 |
| 1.3.4.-Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) | 9 |
| 1.3.5.-Mantenimiento Productivo Total (TPM)..... | 9 |
| 1.4.-Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) | 9 |
| 1.4.1.-Ventajas y Desventajas de un Sistema GMAO..... | 10 |
| Capítulo 2.-EBHISA | 12 |
| 2.1.- ¿Qué es EBHISA? | 12 |
| 2.2.-Descripción General Funcionamiento de la Terminal y sus Principales Máquinas..... | 14 |
| Capítulo 3.-El Sistema GMAO en EBHISA: Prisma 4..... | 23 |
| 3.1.- Modelización | 24 |
| 3.1.1.-Módulo de Activos | 24 |
| 3.1.2.-Módulo de Recursos..... | 27 |
| 3.1.3.-Módulo de Órdenes de Trabajo | 30 |
| 3.1.4.-Módulo de Preventivo..... | 33 |
| 3.2.- Explotación..... | 39 |
| 3.2.1.-Módulo de Órdenes de Trabajo | 40 |
| 3.2.2.-Módulo de Preventivo..... | 47 |
| 3.2.3.-Consulta de OT's | 51 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3.1.-Filtros Prisma..... | 52 |
| 3.2.3.2.-Estado de Preventivo..... | 54 |
| 3.3.- Análisis..... | 56 |
| 3.3.1.-Consultas de Mantenimiento General..... | 59 |
| 3.3.2.-Consultas de Proveedores | 63 |
| 3.3.3.-Consultas de Turnos | 65 |
| Capítulo 4.-Rutina General de Trabajo | 67 |
| 4.1.- Los Mandos de Mantenimiento y sus Funciones | 74 |
| Conclusiones | 77 |
| Bibliografía/Webgrafía | 79 |
| Anexo I.-Entrevista a David Rodríguez Pérez | 80 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1.- Terminal EBHISA | 12 |
| Imagen 2.- Grúa pórtico de EBHISA..... | 15 |
| Imagen 3.- Grúa móvil de EBHISA | 18 |
| Imagen 4.- Recorrido cintas en una zona de la terminal..... | 19 |
| Imagen 5.- Máquina combinada de EBHISA | 21 |
| Imagen 6.- Niveles de empresa..... | 24 |
| Imagen 7.- Datos de un operario | 28 |
| Imagen 8.- Registro de un proveedor | 30 |
| Imagen 9.- Norma aplicada a una cinta..... | 34 |
| Imagen 10.- Estados de normas | 35 |
| Imagen 11.- Campos de una gama | 36 |
| Imagen 12.- Normas asociadas a una gama | 37 |
| Imagen 13.- Planificación de activo/gama por fecha | 38 |
| Imagen 14.- Planificación de activo/gama por medidor | 39 |
| Imagen 15.- Campos de la pestaña “OT” | 40 |
| Imagen 16.- Campos de la pestaña “Otros Datos” | 42 |
| Imagen 17.- Tablas de la pestaña “Mano de Obra” | 44 |
| Imagen 18.- Normas de una gama y sus campos en pestaña “Normas” | 45 |
| Imagen 19.- Campos de la pestaña “D/C/A” | 46 |
| Imagen 20.- Campos de la pestaña “Herramientas” | 46 |
| Imagen 21.- Campos de la pestaña “Planificación” | 48 |
| Imagen 22.- Campos de la pestaña “Preventivo” | 49 |
| Imagen 23.- Tareas planificadas y sus campos..... | 50 |
| Imagen 24.- Lanzamiento de la planificación..... | 51 |
| Imagen 25.- Menú “Filtros Prisma” | 52 |
| Imagen 26.- Visualización de una orden de trabajo | 53 |
| Imagen 27.- Menú “Estado de Preventivo” | 55 |

| | |
|--|----|
| Imagen 28. -Visualización de una asociación activo/gama | 56 |
| Imagen 29. -Ejemplo “cubo de Prisma” | 57 |
| Imagen 30. -Órdenes de trabajo con incidencias abiertas | 68 |
| Imagen 31. -Estado de los circuitos de trabajo | 69 |
| Imagen 32. -Informe de paradas | 69 |
| Imagen 33. -Gráficas de las señales de una cinta | 70 |
| Imagen 34. -Órdenes de trabajo “pendientes” | 71 |
| Imagen 35. -Órdenes de trabajo “planificadas” | 71 |
| Imagen 36. -Planificador de descarga de buques..... | 73 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.- Actividad por años en EBHISA..... | 14 |
| Tabla 2.- Activos de nivel 1 y 2..... | 25 |
| Tabla 3.- Desglose de activos referentes al activo de nivel 2 “Musel”..... | 26 |
| Tabla 4.- Costes de mantenimiento..... | 60 |
| Tabla 5.- Costes de mantenimiento por tipo de trabajo..... | 61 |
| Tabla 6.- Costes de mantenimiento por activo nivel 2..... | 62 |
| Tabla 7.- Mano de obra de un proveedor..... | 64 |
| Tabla 8.- 5 activos nivel 5 mayor mano de obra..... | 65 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1.- Costes por mes..... | 60 |
| Gráfico 2.- Costes por tipo de trabajo..... | 61 |
| Gráfico 3.- Costes por activo nivel 2..... | 63 |

Resumen.

El presente trabajo Fin de Máster desarrolla un estudio que tiene como base un tema muy específico y a la vez singular, el mantenimiento como factor fundamental a tener en cuenta en cualquier empresa que desee que sus instalaciones se encuentren en condiciones óptimas para llevar a cabo las funciones de trabajo requeridas.

Se ha tomado como base para el estudio la empresa European Bulk Handling Installation S.A. (EBHISA), donde se tratarán de explicar diferentes conceptos asociados al mantenimiento y las principales máquinas que intervienen en los procesos que se desarrollan en esta.

Las máquinas, como herramientas principales del funcionamiento de la empresa EBHISA, para que operen correctamente es fundamental que se encuentren sometidas a un mantenimiento adecuado. Por ello, este trabajo se centra en la gestión realizada mediante el empleo de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (también conocido como sistema GMAO), junto con otras herramientas asociadas al mismo. De todas estas herramientas, se lleva a cabo un análisis de su configuración y de las utilidades que ofrecen al objeto de sacar el mejor partido en términos de gestión del mantenimiento.

Finalmente se analizan las tareas que constituyen la rutina general de trabajo instaurada en la presente empresa.

Descriptores/Palabras Clave: Mantenimiento, gestión del mantenimiento, sistema GMAO, máquinas, EBHISA.

Abstract/Summary.

The present work end of Master develops a study that has as base a very specific and simultaneously singular topic, the maintenance as fundamental factor to bearing in mind in any company that wishes that his facilities are in ideal conditions to carry out the functions of work required.

The company European Bulk Handling Installation S.A. (EBHISA) has been taken as the base for the study where they will try to explain different concepts associated with maintenance and the main machines involved in the processes that are developed in it.

The machines, as the main tools of the operation of the EBHISA company, to work properly it is essential that they are subject to proper maintenance. Therefore, this work focuses on the management carried out by using a computerized maintenance management software system (also known as CMMS system), together with other tools associated to it. From all these tools, an analysis of their configuration and the utilities they offer is carried out in order to get the best use of them in terms of maintenance management.

Finally, the tasks that constitute the general work routine established in this company are analyzed.

Keywords: Maintenance, maintenance management, CMMS system, machines, EBHISA.

Introducción.

El mantenimiento es uno de los pilares más importantes para el desarrollo de las funciones de las industrias y, más aún, cuando se trata de empresas que cuentan con instalaciones de dimensiones importantes, como es el caso de la European Bulk Handling Installation S.A. (EBHISA). Un mantenimiento apropiado hace que los equipos de las instalaciones se encuentren en unas condiciones de fiabilidad ideales para desempeñar las funciones requeridas por las empresas.

Es necesario tener en cuenta que el mantenimiento abarca un amplio abanico, que va desde los operarios que se encuentran realizando los trabajos de mantenimiento en la instalación hasta la gestión del mantenimiento efectuada por los diferentes mandos de la empresa. Teniendo en cuenta que el presente trabajo se trata de un trabajo fin de máster, se decide focalizar este trabajo en la gestión del mantenimiento. No obstante, esta gestión comprende una amplia variedad de aspectos a tener en cuenta, por lo que realizar un trabajo de gestión del mantenimiento de una empresa tan compleja como esta en todo su nivel resulta un tanto inviable. Debido a esto, y teniendo en cuenta la importancia que ha adquirido durante los últimos años el hecho de implantar programas informáticos para optimizar la gestión del mantenimiento, este trabajo se centra en la descripción del programa informático Prisma 4. Estos programas son los conocidos como sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (también denominados sistemas GMAO).

En este trabajo, en el primer capítulo, se lleva a cabo un estudio relativo al mantenimiento, que incluye una breve historia de este, su definición y objetivos, una descripción de los diferentes tipos de mantenimiento y finaliza con una explicación de los sistemas GMAO.

Seguidamente, en el segundo capítulo se realiza una descripción de la sociedad EBHISA y del conjunto de máquinas que forman parte de su instalación, con el objetivo de que el lector pueda hacerse una idea del elevado número de máquinas que se encuentran sometidas a mantenimiento y las dimensiones de estas, lo que da lugar a que en esta empresa se desarrollen un número de órdenes de trabajo diarias considerables (unas 55 aproximadamente). Esto permitirá entender la importancia de realizar una gestión del mantenimiento eficaz, mediante la implantación, entre otros, de un sistema GMAO.

El sistema GMAO empleado en esta empresa es el Prisma 4, sobre el cual, se desarrolla un análisis detallado en el tercer capítulo, siguiendo la estructura del propio programa informático, especificando los diferentes datos que se encuentran dados de alta en los campos utilizados de este software. También se explican los procesos de creación de órdenes de trabajo y de

lanzamiento de planificaciones de preventivos, así como también, el contenido y funcionamiento de una herramienta creada con recursos propios de EBHISA, que obtiene la información de la base de datos de la aplicación Prisma y que se denomina “Consulta de OT’s”. Además, se establecen una serie ejemplos de consultas creadas mediante el empleo de una función del programa informático Microsoft Excel, las cuales, permiten llevar a cabo el análisis de los datos almacenados en el sistema GMAO. La explotación de los datos almacenados en el sistema GMAO es uno de los aspectos más importantes de estos softwares.

En el último capítulo de este trabajo, se expone la rutina general de trabajo diaria a seguir por los mandos de mantenimiento de esta empresa, detallando las diferentes tareas que forman parte de la misma. Esta rutina forma parte de otro de los aspectos claves para una adecuada gestión del mantenimiento.

Con el presente trabajo se pretende que el lector tenga una idea del proceso de implantación de un sistema GMAO, ejemplificándolo mediante el caso real de la aplicación Prisma 4 en la sociedad EBHISA, y las utilidades que esta aplicación, junto con la herramienta “Consulta de OT’s” y el programa informático Microsoft Excel, aportan en la gestión del mantenimiento llevada a cabo en esta empresa. Además, este trabajo puede servir como manual de organización para un empleado que empiece a trabajar en esta empresa y que necesite conocer la configuración y el funcionamiento de estas herramientas.

El uso apropiado de estos programas informáticos permite que tengan lugar mejoras en la gestión del mantenimiento, como una mejor organización de la información, una gestión de las tareas de mantenimiento más eficaz o la optimización de la toma de decisiones tras el análisis de datos, lo que origina una reducción de los costes de mantenimiento y se traduce en beneficios para las empresas.

Capítulo 1.-El Mantenimiento.

1.1.-Historia del Mantenimiento.

Desde el principio de los tiempos, se han llevado a cabo labores de mantenimiento, que permitían mantener las herramientas en funcionamiento. A finales del siglo XIX, en los inicios de la Revolución Industrial, los mismos operarios se encargaban de las reparaciones de la maquinaria, ya que se trataba de sistemas simples de fácil manipulación; a medida que las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación de tiempo a tareas de reparación se incrementaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento. En esa época el enfoque era básicamente correctivo, y los esfuerzos se enfocaban a solucionar las averías de los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial, pero sobre todo de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento empiezan a buscar, no sólo solucionar las averías que se producen en los equipos, sino sobre todo, prevenirlas y actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es analizar qué tareas deben realizarse para evitar los fallos, de tal manera que se optimicen los costes, consiguiendo así un aumento en la producción y evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados. De este modo, van apareciendo los diferentes tipos de mantenimiento, en función de los requerimientos de los procesos industriales: preventivo, predictivo, etc.

Desde los años 70 y 80, comienza a introducirse nuevamente el modelo inicial, en el que los operarios de producción se ocupan del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla así el Mantenimiento Productivo Total (también conocido por las siglas en inglés "TPM"), en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento, son ahora realizadas por operarios de producción.

En la actualidad, dependiendo de los requisitos de los diferentes equipos e instalaciones, se establecen las técnicas de mantenimiento que mejor se adapten a las necesidades de cada empresa.

1.2.-Definición y Objetivos del Mantenimiento.

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de tareas desarrolladas con la finalidad de lograr que un determinado equipo pueda llevar a cabo correctamente las funciones requeridas.

La Asociación Española de Normalización, en su norma UNE-EN 13306-2011, define el mantenimiento como “una combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar una función requerida”.

El mantenimiento se efectúa con la finalidad de lograr una serie de objetivos, los cuales pueden ser resumidos en los siguientes puntos:

- Prevenir, disminuir y, de ser necesario, reparar los fallos que se puedan producir sobre los equipos.
- Reducir la gravedad de los fallos que hayan sido imposibles de evitar a priori.
- Evitar detenciones injustificadas o que las máquinas se paren.
- Evitar accidentes e incidentes, así como también, incrementar la seguridad del personal.
- Preservar los bienes en condiciones de seguridad y en las condiciones adecuadas para su correcta operación.
- Completar o alargar la vida útil de los equipos.
- Optimizar los costes de mantenimiento.
- Preservar el medio ambiente.

Se puede concluir que el objetivo fundamental del mantenimiento es el de prolongar el máximo posible el funcionamiento adecuado y eficiente de los bienes, con la mayor seguridad para estos y las personas, los menores costes posibles y conservando el medio ambiente.

1.3.-Tipos de Mantenimiento.

Hoy en día, existen diversos métodos para llevar a cabo el mantenimiento de las instalaciones de las empresas, siendo por lo general los más conocidos y empleados los siguientes:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM).
- Mantenimiento productivo total (TPM).

A continuación, se realiza una descripción de estos tipos de mantenimiento, explicando en mayor profundidad el mantenimiento correctivo y preventivo, debido a que son los principales

métodos de mantenimiento empleados actualmente en la European Bulk Handling Installation S.A. (EBHISA).

1.3.1.-Mantenimiento Correctivo.

En este tipo de mantenimiento la actuación se lleva a cabo cuando se produce un paro por avería o en caso de que se localicen anomalías que dañen importantemente la cantidad o la calidad del producto final, o que comprometen el adecuado funcionamiento del equipo afectado.

La principal ventaja de este mantenimiento es que maximiza la utilización del equipo durante todo su periodo de uso, evitando gastos continuos en componentes y empleados.

Su principal desventaja se basa en el hecho de que el fallo puede ocurrir en cualquier momento (pudiendo tener lugar en un momento delicado para la empresa), lo que imposibilita la planificación del procedimiento de mantenimiento.

Además, estos fallos pueden dar lugar a fallos en otros elementos del equipo, teniendo que hacer frente a los costes de sustitución o reparación de parte o todo el equipo. Estos fallos producidos en los equipos dan lugar a que la vida útil de los mismos se acorte.

A pesar de estos inconvenientes, se debe de tener en cuenta que no es posible evitar el empleo de este tipo de mantenimiento, ya que es imposible suprimir completamente las averías de los equipos.

1.3.2.-Mantenimiento Preventivo.

Se trata de un sistema de mantenimiento que se fundamenta en la inspección y revisión periódica de los equipos, para detectar condiciones en los mismos que conducirían a fallos y paros imprevistos y que con esta técnica pueden ser subsanados antes de que estos se produzcan.

Este método de revisar y/o inspeccionar los equipos cíclicamente se realiza a través de un programa desarrollado en función del tiempo o de las horas de funcionamiento, de la producción obtenida, de los kilómetros recorridos o de cualquier otro tipo de parámetro que se pueda estimar apropiado conforme al tipo de equipamiento sometido a este mantenimiento. En este programa figuran las tareas de revisión y/o inspección que se consideran necesarias, con una frecuencia expresada en una determinada cantidad de unidades del parámetro seleccionado.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de ventajas, entre las que cabe destacar:

- Reduce el mantenimiento correctivo, lo que da lugar a una disminución de los costes de mantenimiento y producción y un aumento de la disponibilidad. La vida útil de los equipos se alarga.
- Posibilita la planificación de las tareas del departamento de mantenimiento, así como también la previsión de los repuestos o medios necesarios.
- Se puede acordar, con el departamento de producción, el momento más adecuado para detener los equipos.
- Su correcto desarrollo requiere un conocimiento de los equipos y un tratamiento de los históricos, lo cual contribuirá considerablemente a controlar los equipos.

Por otra parte, este sistema también presenta desventajas, algunas de las cuales se citan a continuación:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. Los programas o planes de mantenimiento deben de ser desarrollados por técnicos especializados.
- Si no se realiza un programa de mantenimiento preventivo correcto, se puede sobrecargar el coste de mantenimiento sin que tengan lugar mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Las tareas rutinarias, cuando se prolongan en el tiempo, pueden ocasionar escasez de motivación en los empleados. Por ello, se deben crear sistemas para transformar una tarea repetitiva en una tarea que produzca satisfacción y compromiso.
- En ocasiones, es posible que, al efectuarse la intervención sobre los equipos, los elementos se encuentren en condiciones de seguir funcionando correctamente, por lo que esta no sería necesaria.

Esta técnica de mantenimiento se emplea, entre otros, en equipos en los que una avería en los mismos daría lugar a efectos graves para la empresa, por lo que es necesario reducir la probabilidad de avería todo lo posible.

1.3.3.-Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo adelantarse al fallo interviniendo antes de que este tenga lugar, actuando sobre el equipo a consecuencia del diagnóstico derivado de unos determinados síntomas. Estos síntomas se detectan a través del empleo de aparatos, a menudo sofisticados, que miden el estado de una variable o de una serie de ellas, para las cuales se han instaurado unos límites de aceptación que, al ser excedidos, indican la necesidad de intervención.

1.3.4.-Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM).

El R.C.M. ("Reliability Centered Maintenance") básicamente utiliza los conocimientos y la experiencia del personal de mantenimiento y producción para identificar, a partir de las metas de producción, los requerimientos de mantenimiento de los equipos, optimizar los rendimientos de los mismos y alcanzar los resultados esperados.

El RCM se fundamenta en analizar los fallos potenciales que puede tener una instalación, sus consecuencias y la forma de evitarlos, mediante el empleo de los métodos de mantenimiento más adecuados.

Es apropiado para equipos grandes y complejos, cuyos fallos conllevan riesgos económicos, de seguridad o medioambientales.

1.3.5.-Mantenimiento Productivo Total (TPM).

El T.P.M. ("Total Productive Maintenance"), que se puede definir como el mantenimiento desarrollado por todos los empleados, tiene como idea fundamental el hecho de que la mejora y buena conservación de los equipos es cuestión de todos cuantos forman parte de la organización empresarial, desde la dirección hasta los operarios.

Sin embargo, desde el punto de vista más práctico, una aplicación fundamental del TPM es la de que los operarios de producción se conciencien de la necesidad de que ellos se encarguen del mantenimiento esencial de sus equipos, para mantenerlos en un estado de funcionamiento adecuado y lleven a cabo un control permanente de los mismos, con objeto de detectar anomalías antes de que estas den lugar a averías.

Desde el punto de vista ideal, el objetivo final de este mantenimiento sería lograr que se produzcan cero averías, defectos y accidentes.

1.4.-Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).

Con el paso de los años, ha tenido lugar un aumento de la competitividad del mercado y una evolución tecnológica de las instalaciones de una gran parte de las empresas, haciéndose cada vez más sofisticadas. Estos factores, junto con el hecho de que los departamentos de mantenimiento manejan una gran cantidad de información para poder llevar a cabo sus funciones, han ocasionado que cada vez sea más frecuente que en estos departamentos se empleen programas informáticos para poder alcanzar sus objetivos, los conocidos como sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador.

La **gestión de mantenimiento asistido por ordenador**, también conocida por las siglas “GMAO”, consiste en el empleo de un programa informático (software) que permite la gestión del mantenimiento de los equipos y/o instalaciones de una empresa, tanto mantenimiento correctivo como preventivo, predictivo, etc. Un sistema GMAO permite disponer de un inventario centralizado de todos los activos y equipos responsabilidad del departamento de mantenimiento, programar y efectuar un seguimiento de las tareas de mantenimiento y tener acceso a un registro detallado de las labores realizadas.

El objetivo general de estos programas informáticos es gestionar las tareas de mantenimiento de las instalaciones, para conseguir optimizar la disponibilidad de las mismas, a un coste total apropiado, posibilitando alcanzar los objetivos de producción y utilización, obteniéndose la rentabilidad deseada.

Estos programas normalmente integran varias secciones o módulos interconectados, los cuales, permiten efectuar y llevar un control exhaustivo de las tareas habituales en los departamentos de mantenimiento como:

- Control de incidencias, averías, etc. formando un historial de cada máquina.
- Programación de las revisiones y tareas de mantenimiento preventivo.
- Control de stocks de repuestos y recambios.
- Generación y seguimiento de las órdenes de trabajo para los técnicos de mantenimiento.

Los módulos incluidos en un sistema GMAO varían en función de la aplicación de la que se trate, aunque generalmente suele haber una serie de módulos presentes en la mayoría, como son: el módulo de gestión de activos, el de mantenimiento preventivo, el de control de inventarios, el de órdenes de trabajo o el de recursos humanos.

Hoy en día, por lo general, los sistemas GMAO se encuentran conectados con otros softwares de gestión empleados en las empresas, lo que facilita el intercambio de información entre los diversos sectores implicados.

1.4.1.-Ventajas y Desventajas de un Sistema GMAO.

La aplicación de un sistema GMAO en una instalación puede dar lugar a una serie de ventajas, entre las que caben destacar:

- Permite verificar datos y disponer de ellos en tiempo real, por lo que la toma de decisiones será más ágil y flexible y con criterios objetivos.

- Simplifica el análisis de las averías, logrando localizar más fácilmente las averías repetitivas, permitiendo así acometer la causa raíz, algo que habitualmente no es posible debido a la falta de tiempo.
- Posibilita la optimización de las acciones de mantenimiento preventivo mediante el estudio de las tareas efectuadas y sus resultados.
- Permite disponer de un histórico de averías y reparaciones y documentar las anomalías e intervenciones en los equipos, facilitando de este modo las actuaciones de los operarios.
- Facilita el control de las tareas, la designación de los trabajos a los operarios, el nivel de ocupación de los empleados, el análisis de los tiempos empleados y de los recursos necesarios.

Sin embargo, la utilización de estos programas informáticos también acarrea inconvenientes, algunos de los cuales se indican seguidamente:

- Conlleva una inversión inicial elevada, asociada a los costes originados por la implantación de estos programas.
- En muchos casos, tiene lugar un incremento del personal indirecto e improductivo dedicado a actividades relacionadas con estos sistemas.
- Estos programas informáticos proporcionan datos, pero no facilitan toda la información necesaria. Esta parte de la información se debe generar con otros programas.
- En ocasiones, la información facilitada no es fiable. Los sistemas de trabajo a veces pueden resultar engorrosos, por lo que los operarios no son rigurosos y los eluden, dando lugar a la pérdida de información y fiabilidad.

Los sistemas GMAO son softwares que ofrecen unas importantes mejoras en la gestión del mantenimiento de las empresas. Teniendo en cuenta esto, en EBHISA se decidió implantar un sistema GMAO, lo que dio lugar a cambios significativos en la gestión del mantenimiento que se lleva a cabo en esta empresa y a una importante evolución tecnológica. En el siguiente capítulo, se explica en que consiste la empresa EBHISA y se realiza un análisis de los principales procesos que se llevan a cabo en la misma y las máquinas que intervienen en estos, al objeto de poder hacerse una idea de la importancia que tiene el empleo de un sistema GMAO en una empresa como esta.

Capítulo 2.-EBHISA.

2.1.- ¿Qué es EBHISA?

European Bulk Handling Installation S.A. (EBHISA) es la sociedad que gestiona la terminal de descarga de graneles sólidos del puerto de Gijón. Fue creada en 1991 y es la mayor terminal de graneles sólidos de España. Su principal actividad es la descarga de buques de mineral de hierro y carbón, además del almacenamiento y la manipulación de los materiales descargados, para el abastecimiento de la industria siderúrgica y centrales térmicas. En ocasiones puntuales también puede realizar operaciones de carga de buques.

Desde sus instalaciones se distribuyen dichos materiales a las empresas clientes a través de su red de cintas transportadoras o por medio de camiones y ferrocarril.



Imagen 1.-Terminal EBHISA. Fuente: Diario "La Nueva España".

Dispone de un muelle de atraque de 837 metros de longitud y con un calado máximo permitido de 17,98 metros, permitiendo el atraque simultáneo de dos buques de más de 200.000 toneladas de peso muerto para su descarga.

Para la descarga de los buques, cuenta con tres descargadores: dos grúas pórtico y una grúa móvil. Estos descargadores se encuentran conectados a los parques de almacenamiento a

través de tres circuitos que permiten la descarga de los materiales. Estos descargadores permiten que la terminal tenga una capacidad de descarga anual de 17 millones de toneladas.

El almacenamiento se realiza en dos parques, con una capacidad total de 1,5 millones de toneladas. Estos parques, que disponen de conexión con la red nacional de carreteras y ferrocarril, son los siguientes:

- El Musel, anexo a las instalaciones de descarga, donde se dispone de una extensión de 15 hectáreas, con dos máquinas combinadas con una capacidad de apilado de 2.800 t/h y una capacidad de recogida de 1.600 t/h.
- La explanada de Aboño, situada en el valle de Aboño, donde se dispone de una extensión de 15 hectáreas, con una máquina combinada con una capacidad de apilado de 4.200 t/h y una capacidad de recogida de 2.500 t/h.

Adyacente a la explanada de Aboño, se encuentra el área de “Aboño”, en donde están instalados una torre de carga de vagones, con una capacidad de carga de 1.500 t/h, y dos silos de carga, con una capacidad de almacenamiento de 1.600 toneladas.

La terminal cuenta con 14 kilómetros de cintas transportadoras que conectan entre si las instalaciones de descarga y los parques de almacenamiento.

En lo referente a los operarios de esta empresa, se encuentran organizados mediante un sistema de turnos 3T5, consistente en cinco turnos distintos y dispuestos de forma que cada día laboral trabajan tres turnos (en jornadas de ocho horas), lo que permite que los otros dos turnos restantes descansen mientras tanto y, con ello, se consigue disponer siempre del personal necesario para mantener la instalación en funcionamiento las 24 horas del día y 359 días al año. Estos operarios efectúan tanto labores relativas a las operativa de la terminal, como tareas de mantenimiento de las máquinas.

Para finalizar el presente apartado es necesario mencionar que, en los últimos años, la situación del mercado ha sido muy cambiante, lo que ha dado lugar a que las toneladas descargadas y manipuladas en esta terminal hayan sufrido variaciones considerables. En la siguiente tabla, se muestran los datos de la actividad de esta empresa en los últimos nueve años (los valores se encuentran expresados en millones de toneladas):

| Año | N.º Barcos descar. | Toneladas descargadas | Total toneladas manipuladas |
|------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 2011 | 112 | 10,25 | 15,03 |
| 2012 | 127 | 12,03 | 19,22 |
| 2013 | 141 | 11,67 | 18,45 |
| 2014 | 138 | 12,38 | 19,41 |
| 2015 | 159 | 15,39 | 25,29 |
| 2016 | 133 | 12,3 | 19,82 |
| 2017 | 155 | 14,8 | 23,9 |
| 2018 | 131 | 12,8 | 19,8 |
| 2019 | 118 | 9,79 | 15,52 |

Tabla 1.-Actividad por años en EBHISA. Fuente: www.ebhi.es

2.2.-Descripción General del Funcionamiento de la Terminal y sus Principales Máquinas.

Con el objetivo de tener una noción de mayor profundidad sobre las diferentes máquinas de las que dispone la sociedad y que, por lo tanto, se encuentran sometidas a mantenimiento, en este apartado se lleva a cabo una descripción de los principales procesos que se realizan en la instalación y de las máquinas que intervienen en los mismos.

Antes de comenzar, hay que tener en cuenta que cuando se establece un flete entre una determinada compañía naviera y la empresa EBHISA, se introducen una serie de datos relativos al buque fletado (fecha y hora previstas de llegada al muelle, tipo de buque, número de bodegas y tipo y tonelaje de material transportado) en un módulo del software Nautilus (en el tercer capítulo del presente trabajo se explica en qué consiste este software) denominado planificador. Esto permite al departamento de mantenimiento organizarse respecto a las tareas a realizar en la instalación, para que cuando se proceda a la descarga, las máquinas necesarias para ello estén operativas.

Una vez el buque se encuentra atracado en el muelle, el jefe de operaciones se desplaza hasta el mismo y se reúne con el capitán para fijar la hora en la que dará lugar el comienzo de la descarga y cuál será la secuencia de esta.

Desde que comienza la descarga del buque, hasta que los materiales descargados llegan a su destino, en la instalación tienen lugar una serie de procesos en los que participan diversas máquinas. A continuación, se describen estas máquinas y los procesos en los que intervienen.

I) Descargadores.

Estas máquinas se emplean para realizar la descarga de los buques. Dependiendo del lugar en el que se encuentre atracado el buque y de si hay más buques atracados o se espera su atraque próximamente (coincidiendo dos buques en el muelle) o, también, dependiendo de las toneladas a descargar y del destino de estas, se decidirá que descargadores se emplean.

Los descargadores están provistos de un sistema de traslación que permite moverlos a través de dos carriles de un lado a otro del muelle y se encuentran alimentados eléctricamente mediante cables de alta tensión, los cuales, se enrollan o desenrollan al moverse los descargadores longitudinalmente por el muelle, gracias a unos tambores denominados enrolladores.

Como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo la descarga se dispone de dos grúas pórtico y una grúa móvil.

I.1) Grúas Pórtico.

Estas máquinas tienen una altura en su punto más elevado de 63 metros, una pluma de 102 metros de longitud y un ancho de vía de 22 metros. Estas grúas tienen una capacidad de elevación de 50 toneladas y están formadas por una estructura metálica, la cual, se encuentra provista con una gran variedad de componentes, algunos de los más importantes son: una sala de máquinas, una pluma, un carro, una cabina, una tolva principal, una tolva contravertidos y una serie de cintas.



Imagen 2.-Grúa pórtico de EBHISA. Fuente: Archivo documental EBHI.

En la sala de máquinas se encuentran instalados cuatro tambores de cable accionados por cuatro grandes grupos motrices: dos de ellos destinados a los movimientos vertical y longitudinal de la cuchara, un tercero destinado a la apertura y cierre de la misma y un cuarto motor para el movimiento de retracción de la pluma.

La pluma se encuentra dividida en dos partes: la parte de la pluma que vuela por el lado mar y la contrapluma. En el primer caso, esta puede ser retraída, mediante uno de los grupos motrices de la sala de máquinas y su correspondiente tambor de cable. Esta operación se realiza durante los periodos de atraque y desatraque de los buques del muelle, así como también, durante el movimiento de la grúa de una bodega a otra, para evitar que se produzca un choque entre la pluma y la superestructura de los buques.

La cabina se encuentra situada en la parte inferior de la pluma. Desde esta cabina opera el maquinista, por lo que en ella se dispone de todos los medios necesarios para que este operario lleve a cabo sus labores. Esta cabina se puede desplazar longitudinalmente a través de un carril, lo que permite al maquinista situarse en la posición más favorable según la tarea que desempeñe en cada caso.

Para los movimientos de la cuchara se utilizan unos elementos auxiliares denominados carros, los cuales, se apoyan en cuatro ruedas sobre dos carriles situados a lo largo de la pluma, lo que permite su desplazamiento longitudinal, que se consigue mediante la ayuda de varios juegos de poleas y cables que van desde los tambores correspondientes que se encuentran en la sala de máquina hasta los grilletes que conectan con la cuchara.

El empleo de estos conjuntos grupo motriz-tambor-cables-polea permite llevar a cabo todos los movimientos necesarios para el proceso de descarga de buques.

La cuchara que se emplea varía en función del material a descargar, disponiendo de dos tipos: cucharas de carbón y de mineral. Esto es debido a que la densidad de estos dos materiales difiere mucho, siendo la densidad del carbón muy inferior a la del mineral. Por tanto, para conseguir descargar el mismo peso en cada ciclo es necesario que las cucharas de carbón tengan un mayor volumen que las cucharas de mineral.

Los graneles se descargan en la tolva principal que se encuentra situada entre los pilares de apoyo del pórtico. Esta tolva está equipada con una rejilla en su parte superior, cuya función es evitar el acceso de materiales extraños (tapas de sentinas de bodegas, trozos de estructuras de las minas, etc.) a las cintas. En la parte inferior, la tolva se divide en dos partes, cada una de ellas con una salida.

Hay que tener en cuenta que al realizar la descarga en la tolva principal se pueden emitir partículas de polvo. Para evitar esto, la tolva está forrada de materiales protectores de caucho y provista con un sistema de supresión de polvo por vía húmeda.

Estos graneles se extraen por la parte inferior de la tolva principal con la ayuda de dos cintas transportadoras de placas articuladas, las cuales, vierten los mismos a dos cintas intermedias, cada una provista con una báscula. Las cintas intermedias, a su vez, transportan la carga a dos cintas desplazables, las cuales, vierten opcionalmente los graneles sobre una de las tres cintas transportadoras longitudinales instaladas a lo largo del muelle.

Además, estas grúas, por el lado del mar y a la altura de la tolva principal, están provistas con una tolva contravertidos, cuya misión es la de recoger los graneles descargados por la cuchara y que por algún motivo no han ido a parar a la tolva principal. Estos se incorporan nuevamente al proceso de transporte a través de las cintas intermedias.

I.II) Grúa Móvil.

Este descargador tiene una capacidad de elevación de 63 toneladas y su funcionamiento básico es similar al de las grúas pórtico, con excepción de algunas diferencias importantes:

- Esta grúa puede girar 360° mediante un mecanismo de giro formado por una corona dentada situada en la parte inferior de la grúa (la parte fija) y unos piñones dentados, los cuales, engranan con la corona y están accionados por un grupo motriz, lo que permite el giro de la parte superior.
- Se encuentra equipada con un cilindro hidráulico que permite la elevación y el descenso de la pluma, permitiendo acercar o alejar la cuchara de la grúa.
- La cabina del maquinista de la grúa no se puede mover, sino que se encuentra situada en un punto fijo sobre el muelle.
- No incorpora una tolva principal para la descarga de los graneles, sino que esta se encuentra situada a su lado, pudiéndose desplazar para posicionarse a la distancia más adecuada (con un límite de distancia). Se trata de una tolva ecológica que incorpora, por un lado, un sistema de captación de polvo por vía seca, el cual, está formado por una serie de filtros que aspiran el polvo que se puede generar en el interior de la tolva y, por otro lado, un sistema flex-flap. Este sistema está situado debajo de la reja de la tolva principal y consiste en una estructura metálica con unos faldones de goma, los cuales, permiten la entrada de los graneles al interior de la tolva pero no permiten la salida del polvo al exterior.

- En lo referente a las cintas de la tolva principal, esta solo dispone de una cinta transportadora de placas articuladas, no tiene cintas intermedias y está equipada con una única cinta desplazable.

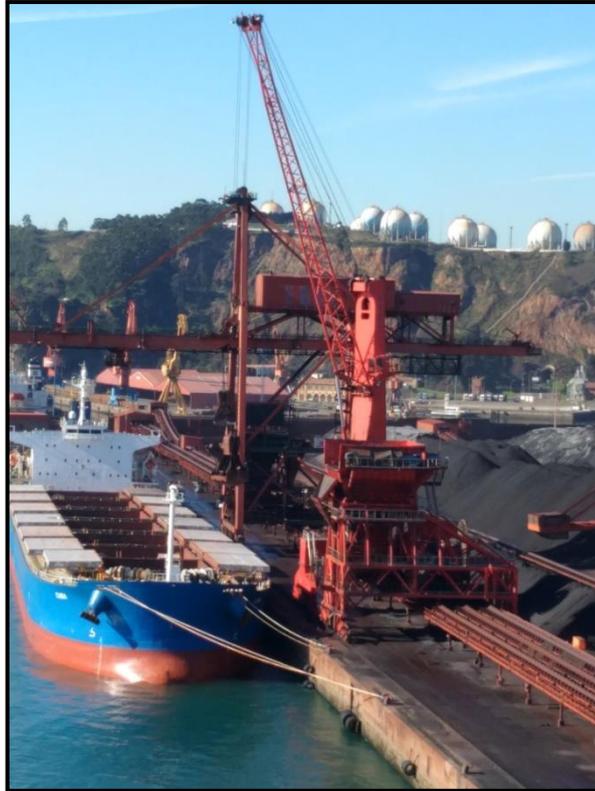


Imagen 3.-Grúa móvil de EBHISA. Fuente: Autoría propia.

Al igual que en las grúas pórtico, la cinta desplazable de la tolva principal vierte la carga sobre una de las cintas transportadoras instaladas en el muelle.

II) Cintas Transportadoras.

Las cintas transportadoras permiten enviar los materiales descargados, mediante los descargadores, a su destino. Como se mencionó con anterioridad, en el muelle se dispone de tres cintas transportadoras conectadas a los descargadores, lo que permite descargar dos barcos a la vez, distintos graneles o seleccionar el lugar al que van a ser enviados. A través de una de estas cintas solo se puede enviar el granel hacia la explanada de Aboño o a las instalaciones de la empresa ArcelorMittal (esto es debido a que solo funciona en un sentido), mientras que con las otras dos cintas se pueden enviar los graneles hacia cualquier destino de la instalación (esto es debido a que las cintas pueden funcionar en los dos sentidos).



Imagen 4.-Recorrido cintas en una zona de la terminal. Fuente: Google Maps.

Estas cintas transportadoras se encuentran formadas por una estructura metálica, cuya misión es la de dar altura necesaria a la cinta y la de soportar el resto de sus componentes.

Las cintas transportan los graneles a través de bandas de caucho, las cuales, se mueven gracias a la energía aportada por el grupo motriz al tambor motriz. El grupo motriz se encuentra compuesto generalmente por un motor eléctrico, un acoplamiento hidráulico, un reductor y el freno.

En cada extremo de las cintas y a lo largo de su recorrido, se encuentran instalados tambores para soportar la tensión y permitir cambios en su dirección. En la zona de retorno de la banda, siempre se sitúan uno o varios rascadores, cuya finalidad es la limpieza de la misma.

Para conseguir mantener la capacidad portante de las bandas, estas se encuentran apoyadas sobre rodillos, los cuales, se distribuyen en grupos de tres instalados en forma de artesa (uno en la parte inferior de la banda y uno a cada lateral de esta), cada grupo separado entre sí a una distancia 1,2 metros. En el recorrido de retorno, por lo general, se dispone de grupos de dos rodillos colocados en forma de "V", cada grupo separado entre sí una distancia de 3,1 metros. Cada grupo de rodillos tiene su soporte metálico, denominado estación y, a su vez, cada estación se soporta a través de una estructura metálica denominada bastidor.

Con la finalidad de dar a la banda la tensión adecuada, se instalan contrapesos en las zonas oportunas, los cuales, están formados por una estructura metálica compuesta por una jaula con pesos.

Además de las cintas conectadas a los descargadores, en la terminal se encuentran instaladas una serie de cintas que posibilitan la llegada de los graneles a su destino. Para garantizar la correcta transferencia de estos de una cinta a otra se emplean tolvas de transferencia, las cuales, están formadas por estructuras metálicas recubiertas con material antidesgaste.

En diferentes puntos de la instalación, se encuentran construidas una serie de torres de transferencia formadas por estructuras cubiertas necesarias para contener la tolva de transferencia, la cabeza de vertido de la cinta superior, la cola de vertido de la cinta inferior, así como otra serie de elementos como pasillos, cuadros eléctricos, etc.

En el caso de que los graneles se envíen directamente hacia las instalaciones de ArcelorMittal, el proceso finaliza aquí, ya que estos llegan a una torre de transferencia, en donde se transfieren de las cintas transportadoras de EBHISA a las cintas de ArcelorMittal.

Por otra parte, si los graneles se envían hacia los parques de almacenamiento, el proceso continúa, y estos llegan a las máquinas combinadas situadas en estos parques, a través de las cintas.

III) Máquinas Combinadas.

La función de estas máquinas es la de apilar graneles en los parques de almacenamiento o recoger los mismos de las pilas ya formadas. Además, también se puede permitir que los graneles transportados por la cinta del parque pasen a través de esta máquina sin necesidad de ser apilados (realizando un "bypass"). Estas máquinas se desplazan por sus respectivos parques de almacenamiento sobre carriles y se componen fundamentalmente por tres partes: la apiladora/recogedora, el transportador intermedio y el carro tripper.



Imagen 5.-Máquina combinada de EBHISA. Fuente: Autoría propia.

El carro tripper está formado por la banda de la propia cinta del parque y una cabeza de vertido, situados sobre un carro que se puede trasladar sobre los mismos carriles que la máquina combinada, lo que permite el movimiento de la cabeza de vertido, posibilitando la transferencia de los graneles al transportador intermedio (para su posterior apilado) o a la cinta del parque (para realizar un “bypass”).

En el caso de que los graneles vayan a ser apilados, a través del carro tripper se descargan en la tolva receptora del transportador intermedio. A través de esta tolva se vierten a la cinta transportadora situada en el brazo de la apiladora/recogedora. Esta cinta los transporta desde la tolva hasta el extremo del brazo, donde se descargan para su apilado.

La recogida de los graneles se realiza mediante una noria de cangilones, situada en el extremo del brazo, que recoge estos materiales de las pilas y los deposita en la cinta transportadora, la cual, los descarga en la cinta del parque. Desde estas cintas, se envían a las instalaciones de ArcelorMittal o la central térmica de Aboño.

IV) Otras Máquinas.

Finalmente, es necesario mencionar que en la instalación se dispone de numerosa maquinaria complementaria, como palas cargadoras, las cuales, se emplean en los parques de almacenamiento para cargar los graneles en camiones (para multitud de destinos) y en vagones. La terminal dispone de una línea de FEVE para alimentar de carbón a la central térmica de Aboño y una cargadora de RENFE con destino a diferentes térmicas, pero que en

la actualidad no se encuentra en funcionamiento. Apuntar que, tanto estas palas como también las retropalas de las que se dispone, pueden ser usadas para ayudar a descargar las bodegas de los buques en la fase final de la descarga.

Esta empresa dispone de una instalación de grandes dimensiones que incluye un amplio número y variedad de máquinas, todas ellas necesarias para poder llevar a cabo las funciones requeridas. Todas estas máquinas deben de estar sometidas a un mantenimiento adecuado para permitir que la funcionalidad de la instalación sea óptima y poder cumplir así los objetivos de la empresa. Por esto, el mantenimiento es un factor muy importante en esta empresa y, por lo tanto, es necesario llevar a cabo una gestión del mantenimiento lo más eficaz posible. Como se mencionó con anterioridad, en EBHISA se encuentra implantado un sistema GMAO, una herramienta significativa en lo que respecta a la gestión del mantenimiento. Es por esto que, a continuación, en el tercer capítulo se lleva a cabo un análisis del sistema GMAO que se emplea actualmente en EBHISA.

Capítulo 3.-El Sistema GMAO en EBHISA:

Prisma 4.

La **gestión de mantenimiento asistido por ordenador** (GMAO) consiste en el empleo de un programa informático para la gestión del mantenimiento de las diferentes máquinas de una instalación, permitiendo llevar un control de las tareas que se realizan en el departamento de mantenimiento.

Cuando en la empresa EBHISA se decide implantar un sistema GMAO, se realiza como paso previo un estudio de los programas informáticos que se encuentran disponibles en el mercado y cuáles son los más implantados en las empresas, llegando a la conclusión de que el programa informático Prisma es el más adecuado para el sistema de trabajo que sigue EBHISA, previa visita a una empresa de la zona en la que se encontraba implantado. Con el paso de los años, se han establecido las actualizaciones que el fabricante ha sacado al mercado, hasta llegar a la actual, el Prisma 4.

Una vez decidido el programa informático a emplear, se procede a su implantación. Para ello, lo primero que se realiza es lo que en Prisma se conoce como **“modelización”**, en la que se dan de alta todos aquellos parámetros, que se consideran oportunos, en los campos presentes en los siguientes módulos:

- Módulo de activos.
- Módulo de recursos.
- Módulo de órdenes de trabajo.
- Módulo de preventivo.

Efectuado esto, se procede al reporte de información y a la realización de procesos de lanzamiento de planificaciones, es decir, lo que en Prisma se entiende como **“explotación”**. En uno de los próximos apartados, se realiza un análisis en profundidad de esta acción y, además, se detalla en que consiste una consulta creada por la empresa para facilitar el acceso de los usuarios a la información contenida en las órdenes de trabajo (también denominadas “OT”).

Finalmente, es necesario tener en cuenta que una gran ventaja de estas aplicaciones es que permiten tener un histórico de todo lo sucedido en la instalación, lo que va a dar lugar a obtención de una serie de datos. Mediante el empleo de estos datos se elaboran estudios de los mismos, obteniendo así documentos y gráficos de interés, lo que en Prisma se denomina

“**análisis**”. Sin embargo, este análisis no se lleva a cabo con la aplicación Prisma, sino que se desarrolla con el programa informático Microsoft Excel.

Además del sistema GMAO, esta empresa dispone de otros programas informáticos que participan en el desarrollo de sus funciones. Algunos de estos programas facilitan información necesaria para la gestión del mantenimiento, como son:

- **Nautilus:** se trata de un software desarrollado a medida para la empresa y cuya misión es la de recabar información de las operaciones que se llevan a cabo en la instalación en directo. Esto permite la generación de relaciones entre magnitudes, como las toneladas descargadas en una hora, rendimientos, etc.
- **Navision:** consiste un software de planificación de recursos empresariales (ERP) que facilita el manejo de diferentes tareas administrativas dentro de la empresa, siendo en este caso específico las tareas de gestión de la contabilidad y de gestión de almacén principalmente.

3.1.-Modelización.

3.1.1.-Módulo de Activos.

En el presente módulo se encuentran datos de alta una serie de datos referentes a los activos, mediante su inscripción en los siguientes campos:

I) Niveles de empresa.

Dentro de la estructura funcional de la instalación se diferencian distintos niveles de empresa. Estos niveles permiten determinar los niveles de la estructura jerárquica de los activos. Los niveles de empresa establecidos se muestran en la siguiente imagen:



| | Nivel de Empresa | Denominación Nivel de Empresa |
|---|------------------|-------------------------------|
| 1 | | 1 EMPRESA |
| 2 | | 2 ZONA |
| 3 | | 3 AGRUPACIÓN NIVEL 1 |
| 4 | | 4 AGRUPACIÓN NIVEL 2 |
| 5 | | 5 MAQUINA |
| 6 | | 6 SUBCONJUNTO N1 |
| 7 | | 7 SUBCONJUNTO N2 |
| 8 | | 8 SUBCONJUNTO N3 |
| 9 | | 9 SUBCONJUNTO N4 |

Imagen 6.-Niveles de empresa. Fuente: Aplicación Prisma.

II) Activos.

Los activos se definen como cada una de las posiciones o elementos funcionales de todos y cada uno de los niveles de la estructura jerárquica de la empresa, que son susceptibles de mantenimiento.

Todos los activos tienen asociado un Activo Padre. Solo el activo de primer nivel de la estructura no tiene asociado un Activo Padre. Así, el nivel del activo en la estructura jerárquica viene dado por el nivel de Activo Padre + 1.

Este es el registro principal de Prisma. Todas las órdenes de trabajo se encuentran asociadas a un activo, el cual, tiene que ser como mínimo de nivel 5 (nunca se asignará un nivel 4, 3, 2 o 1, salvo casos muy excepcionales).

La estructura de activos definida en esta empresa es la siguiente:

El activo de nivel 1 es la empresa, es decir, EBHISA. En cuanto a los activos de nivel 2, se han tenido en cuenta las principales agrupaciones de máquinas que tiene la empresa a nivel productivo. Estos activos se exponen en la siguiente tabla:

| Activo Nivel 1 | Activo Nivel 2 |
|----------------|---------------------------|
| EBHISA | Musel |
| | Aboño |
| | Explanada Aboño |
| | Buques |
| | Palas y maquinaria pesada |
| | Transporte |

Tabla 2.-Activos de nivel 1 y 2. Fuente: Aplicación Prisma.

De cada uno de estos activos de nivel 2, se encuentran dados de alta activos de diferentes niveles, existiendo activos hasta de nivel 9. A continuación, se muestran algunos de los activos registrados dentro del activo de nivel 2 "**Musel**" (hasta activos de nivel 5):

| Activo Nivel 1 | Activo Nivel 2 | Activo Nivel 3 | Activo Nivel 4 | Activo Nivel 5 | |
|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|------------------|---------------|
| EBHISA | Musel | Descargadores Musel | Descargadores Grúa | Grúa 1 | |
| | | | | Tolva 1 | |
| | | | Descargadores Pórtico | Descargador DC1 | |
| | | | | Descargador DC2 | |
| | | | Combinadas Musel | Combinadas Musel | Combinada MC1 |
| | | | | | Combinada MC2 |
| | | Cintas Musel | Cintas Musel | Cinta B1 | |
| | | | | Cinta B2 | |
| | | | | Cinta B3 | |
| | | Cucharas | Cucharas Carbón | Cuchara C01 | |
| | | | | Cuchara C02 | |
| | | | | Cuchara C03 | |
| | | | Cucharas Mineral | Cuchara M1 | |
| | | | | Cuchara M2 | |
| | | | | Cuchara M3 | |
| | | Torres Musel | Torres Musel | Torre Musel 1 | |
| | | | | Torre Musel 2 | |
| | | | | Torre Musel 3 | |

Tabla 3.-Desglose de activos referentes al activo de nivel 2 "Musel". Fuente: Aplicación Prisma.

Es importante mencionar que el software Prisma diferencia entre activo y equipo. Para este programa informático, un equipo es el elemento físico individual que ocupa la posición de un activo dentro de la estructura jerárquica. Sin embargo, en esta empresa no se emplea el término equipo, ya que no se realiza distinción entre equipo y activo.

III) Estado de equipo.

Establece los distintos estados en los que se pueden encontrar los activos. Para este caso en concreto, se diferencian los siguientes:

- En servicio.
- Fuera de servicio.

IV) Clase de equipo.

Dispone las diferentes naturalezas de los activos. Este campo presenta diversas clases de equipos como, por ejemplo: amantillos, autómatas, banda, cable, bomba, cabrestante, cabinas, botonera, cadenas, acoplamiento, etc.

3.1.2.-Módulo de Recursos.

En este módulo se encuentran datos de alta todos los recursos ligados a la empresa, los cuales, se agrupan en los siguientes campos:

I) Tipos de horas.

Indica las diferentes clases de horas que se pueden asignar al personal de la empresa, las cuales son:

- Hora normal.
- Hora extra.
- Hora nocturno-festiva.

Cada operario tiene designado un importe/hora diferente, en función de su contrato o del proveedor para el que trabaje.

II) Categorías.

Define las diferentes categorías laborales a las que pertenece el personal que interviene en las tareas de mantenimiento como, por ejemplo:

- Jefe de mantenimiento.
- Ingeniero.
- Maestro de mantenimiento.
- Oficial de primera.

III) Oficios.

Representa las diversas especialidades a las que pertenecen los trabajadores que participan en las labores de mantenimiento. Algunos de los oficios establecidos son los siguientes:

- Mecánico.
- Eléctrico.
- Calderero.
- Engrasador.

IV) Grupos de trabajo.

Diferencia los distintos grupos de trabajo que existen dentro de un mismo proveedor. Por ejemplo, dentro del proveedor “EULEN” se establecen dos grupos de trabajo: uno compuesto por operarios que desarrollan tareas de mantenimiento mecánico y otro compuesto por operarios que llevan a cabo tareas de mantenimiento eléctrico.

V) Operarios.

Establece el personal que interviene en las tareas de mantenimiento de la empresa. En la siguiente imagen, se muestra un ejemplo de la información reflejada en un operario ficticio:

| Operarios | Tipos de Hora | Grupos de Trabajo | Competencias |
|--|-----------------------|-------------------|------------------|
| <div style="text-align: right;">Textos</div> | | | |
| OPERARIO | | OFICIO | |
| 141 | JAVIER ÁLVAREZ ALONSO | ME | MECANICO |
| CATEGORÍA | | TALLER | |
| OF1ª | OFICIAL DE PRIMERA | 01 | Taller principal |
| PROVEEDOR | | CALENDARIO | |
| | | | |
| % DEDICACIÓN PREVENTIVO | | COSTE FIJO | |
| 0 | | 0 | |
| TELÉFONO | | E-MAIL | |
| | | | |

Imagen 7.-Datos de un operario. Fuente: Aplicación Prisma.

Cada operario tiene asignado su oficio y categoría. El campo **“taller”** no se emplea, pero se trata de un campo obligatorio de cubrir, por lo que se establece por defecto un taller denominado **“taller principal”**. En el caso de que el operario pertenezca a un proveedor, en el campo **“proveedor”** aparece indicado el nombre de este.

El resto de los campos no se utilizan. En el caso de los campos **“coste fijo”** y **“porcentaje dedicación preventivo”** se trata de campos que el software también establece como obligatorios, por lo que se les asigna un “0”, evitando así que influyan en otros campos del programa informático.

VI) Solicitantes.

Muestra los departamentos de la empresa que pueden solicitar órdenes de trabajo como, por ejemplo, el departamento de mantenimiento, de operaciones, de medio ambiente, de compras, etc.

VII) Herramientas.

Este campo no se utiliza para su finalidad propiamente dicha, es decir, disponer de un registro de los instrumentos que pueden ser empleados en las intervenciones. Esto se debe a que el número de órdenes de trabajo que se llevan a cabo diariamente es muy elevado y daría lugar a una carga administrativa importante.

A pesar de esto, a este campo se le da un uso especial, ya que en él figuran los diferentes tipos de litros de agua manipulados en la instalación. En el presente campo se diferencian entre: litros de agua consumidos, achicados, recuperados y de sellado.

VIII) Proveedores.

Incluye las diversas compañías que se encargan de la prestación de servicios o del suministro de artículos o materiales necesarios para las operaciones de la empresa. Esta empresa cuenta con un número considerable de proveedores, los cuales, se encuentran registrados de forma similar al siguiente:

PROVEEDOR Es Proveedor Servicios

EU EULEN

CONTACTO TÉCNICO CONTACTO ADMINISTRACIÓN

E-MAIL URL

Homologado Gestor Homologado DIVISA

FORMA PAGO

Imagen 8.-Registro de un proveedor. Fuente: Aplicación Prisma.

El campo **“es proveedor servicios”** se emplea para indicar si el proveedor acude o no físicamente a la empresa, el resto de los campos no se utilizan.

3.1.3.-Módulo de Órdenes de Trabajo.

En la modelización de este módulo se lleva a cabo la configuración de aquellos campos que definen las órdenes de trabajo y que no han sido objeto de estudio en los módulos anteriores.

Antes de comenzar a analizar los diversos campos de este módulo, es necesario realizar un inciso referente a los primeros campos que van a ser objeto de estudio, es decir, los campos denominados **“defectos”**, **“causas”** y **“acción”**. Estos campos solo se emplean en aquellas órdenes de trabajo que están relacionadas con los cambios de bandas, con el objetivo de obtener una serie de estadísticas de las causas que dan lugar al cambio de las mismas.

A la hora de tomar esta decisión también se tiene en cuenta el hecho de que diariamente se realizan un número de órdenes de trabajo muy elevado, por lo que sí en cada una de ellas los operarios tuvieran que dar de alta estos campos, esto daría lugar a un volumen de trabajo administrativo muy cuantioso. También se podría producir el hecho de que no todos los operarios tuviesen el mismo criterio a la hora de cubrir estos campos, por lo que la información obtenida no sería fiable a la hora de sacar conclusiones. Sin embargo, al emplearse estos campos solo para cambios de bandas, es el propio jefe de mantenimiento quien se encarga de cubrir estos campos, evitando así la disparidad de criterios mencionada.

Realizada esta aclaración, se procede al análisis de los campos incluidos en el presente módulo:

1) Defectos.

Un defecto es un síntoma detectado en un activo que da lugar a anomalías en el funcionamiento de la instalación o paradas de la misma.

Como se explicó anteriormente, este campo solo se emplea en órdenes de trabajo relacionadas con cambios de bandas, por lo que únicamente se encuentra dado de alta el defecto "**avería banda**".

II) Causas.

La causa es el origen que da lugar a la aparición de los defectos. Las causas que pueden originar defectos en las bandas son las siguientes:

- **Desgaste.**
- **Operación incorrecta:** hace referencia a la realización de una operación deficiente por parte de un operador. Por ejemplo, chocar con la pluma de una máquina combinada contra una pila.
- **Rotura imputable:** se refiere a la rotura de la banda debido a un motivo relacionado con la empresa. Por ejemplo, si la banda se rompe debido a unos rodillos en mal estado.
- **Rotura no imputable:** cuando la rotura de la banda se produce por un motivo ajeno a la empresa. Por ejemplo, si la banda se rompe debido a un objeto que proviene de un barco.
- **Ejecución incorrecta:** se debe a una incorrecta intervención del proveedor de mantenimiento de banda. Por ejemplo, el proveedor realiza incorrectamente el empalme de una banda.

III) Acción.

La acción es la tarea llevada a cabo con la misión de mitigar los defectos de un activo todo lo posible o, si fuera viable, de restablecer el estado inicial del mismo. Como se mencionó al comienzo, este campo se usa en órdenes de trabajo relacionadas con cambios de bandas, por lo que la única acción dada de alta es la de "**cambiar**".

IV) Grupos de Clases de Trabajo.

Establece una agrupación de cada una de las clases de trabajo. En este caso, se distinguen los siguientes grupos:

- Correctivo.
- Preventivo.
- Mejoras y nuevas instalaciones.

V) Clases de Trabajo.

La clase de trabajo define la naturaleza de la tarea. Dependiendo del grupo de clases de trabajo del que se trate, se pueden diferenciar una serie de clases de trabajo.

Dentro del grupo de clases de trabajo "**correctivo**", se encuentran dadas de alta las siguientes clases de trabajo:

- **Correctivo no programado:** tareas que se realizan para subsanar una avería generada en un activo de la instalación, siempre y cuando, esta avería implique la parada del activo.
- **Correctivo programado en taller:** tareas correctivas que se llevan a cabo en el taller de la empresa.
- **Correctivo programado in situ:** el resto de las tareas correctivas.

El grupo de clases de trabajo "**preventivo**" está formado por las clases de trabajo que se muestran a continuación:

- **Preventivo:** tareas preventivas que no pertenecen a un programa de mantenimiento.
- **Preventivo de mantenimiento:** tareas preventivas que pertenecen a un programa de mantenimiento y tienen una frecuencia determinada.

Finalmente, el grupo de clases de trabajo "**mejoras y nuevas instalaciones**" tiene registradas las siguientes clases de trabajo:

- **Inversiones:** tareas que se tratan como inversiones desde el departamento de contabilidad.
- **Mejoras o reformas:** tareas cuya finalidad es la mejora de la instalación pero que no se consideran inversiones.

VI) Estados de OT.

Establece las diferentes situaciones en las que se puede encontrar una intervención. En este caso, los estados en los que puede estar una orden de trabajo son los siguientes:

- **Pendiente de ejecución:** una tarea pendiente normal.
- **Pendiente de material:** una tarea en la que se requiere un material para poder ejecutarla.
- **Pendiente de continuar:** una tarea ya empezada y que se continuará próximamente.
- **Pendiente de contratación:** una tarea que está pendiente de contratar externamente.

- **Planificada:** tarea que se encuentra planificada para el día en curso.
- **En ejecución:** tarea que se está llevando a cabo.
- **Finalizada:** tarea que está finalizada pero que no tiene hecho el reporte en la orden de trabajo y no se puede cerrar.
- **Terminada:** tarea que está finalizada y tiene el reporte realizado. Está disponible para cerrar.

3.1.4.-Módulo de Preventivo.

El objetivo fundamental de este módulo es el de realizar la confección del plan de mantenimiento preventivo, cuyo propósito es obtener de manera mecánica y en forma de órdenes de trabajo, las revisiones periódicas que se deben de realizar sobre los activos y en las fechas correspondientes de acuerdo con las frecuencias pre-establecidas. Estas frecuencias pueden ser de dos tipos:

- Fechas.
- Medidores.

En la modelización del presente módulo se dan de alta los elementos necesarios para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, en los campos que se exponen seguidamente:

I) Medidores.

Los medidores se definen como aquellas variables que muestran el grado de utilización o de producción de los activos. Los medidores que se emplean en esta compañía son los siguientes:

- Horas de funcionamiento de un determinado activo.
- Toneladas de materiales transportadas.

Estos medidores permiten planificar las tareas a llevar a cabo en la empresa según la utilización de la instalación.

Los datos referentes a las horas de funcionamiento de los activos se obtienen mediante una señal eléctrica que estos envían a un autómata programable cuando se encuentran en funcionamiento. El programa informático Nautilus accede a este autómata y obtiene la citada información. Como la aplicación Prisma tiene acceso a la base de datos de Nautilus, esto le permite disponer de los datos mencionados.

Por su parte, para poder disponer de las cifras referentes a las toneladas de materiales transportadas, los activos involucrados en estos procesos se encuentran equipados con básculas de pesaje, las cuales, envían una señal eléctrica con esta información a un autómata programable. Como se mencionó en el párrafo anterior, el programa informático Nautilus tiene acceso a este autómata y, a su vez, la aplicación Prisma a la base de datos de Nautilus, lo que permite que esta aplicación disponga de estas cifras.

II) Normas.

Las normas se definen como las diferentes tareas de mantenimiento preventivo que pueden llevarse a cabo sobre cada activo. Cuando se dieron de alta las normas se emplearon los manuales del fabricante de los diferentes activos. Sin embargo, no todas las normas están reflejadas tal y como indica el fabricante, sino que algunas de ellas han sido adaptadas a los criterios de mantenimiento propios.

Seguidamente, se expone una imagen referente a una norma y se analiza su contenido:

The screenshot displays the Prisma application interface for a specific maintenance norm. At the top, there are search bars for 'NORMA' (containing 'CIN01') and 'TIPO NORMA' (containing 'GE'). Below these, the 'DESCRIPCIÓN NORMA' section provides detailed instructions for inspecting the motor, hydraulic coupler, elastic coupling, brake, and reducer. The interface also features filters for 'TIPO MEDIDOR', 'PLAN SEGURIDAD', 'FECHA ÚLT.MODIF.' (06/03/2007 0:00), and 'LISTA ARTÍCULOS'. A 'Norma Legal' checkbox is visible at the bottom left.

Imagen 9.-Norma aplicada a una cinta. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Código norma:** se encuentra compuesto por tres letras, que hacen referencia a la clase de equipo sobre el que se aplica la norma, y por un número correlativo.
- **Denominación de la norma:** la tarea de mantenimiento preventivo a llevar a cabo, de forma abreviada.
- **Descripción de la norma:** se realiza una descripción detallada de las tareas a efectuar.
- **Tipo de norma.** Se trata de un campo analizado en el siguiente apartado.

- La fecha de la última actualización.

III) Tipos de Normas.

Establece las distintas clases en las que se pueden clasificar las normas. Los tipos de normas dados de alta son los siguientes:

- General.
- Tambores.

IV) Estados de Normas.

Dispone las diferentes situaciones en las que se pueden encontrar las normas. Los estados disponibles se muestran en la siguiente imagen:

| Estado Norma | Denominación Estado Norma |
|--------------|---------------------------|
| 0 | REALIZADO |
| 1 | NO REALIZADO |
| 2 | REGULAR |
| 3 | MAL |
| 4 | FALLO |
| 5 | BIEN |
| 6 | SI |
| 7 | NO |

Imagen 10.-Estados de normas. Fuente: Aplicación Prisma.

Estos estados se pueden aplicar a cualquier tipo de norma. Sin embargo, existen estados particularizados para un tipo de norma en concreto, como en el caso del tipo de norma **“tambores”**, la cual, dispone de los siguientes estados:

- Bien.
- Goma gastada.
- Sin goma.
- Desgate virola.
- Otros.

Estos estados se implantan debido a que los tambores son equipos que originan unos costes importantes de mantenimiento, por lo que se requiere disponer de la mayor información posible acerca de los mismos. Para ello, cada vez que se lleva a cabo una gama que incluye

una norma de tipo “**tambores**”, se selecciona uno de sus estados particularizados, consiguiendo así disponer de información referente a los estados por los que pasan cada uno de los tambores de la instalación a lo largo del tiempo.

V) Gamas.

Una gama se define como un conjunto de normas que se realiza con una misma frecuencia sobre un mismo activo.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de una gama y, a continuación, se detallan sus diferentes campos:

| Gamas | Ciclos por Gama | Normas por Gama | Gamas que incluye la Gama | Causas | Defectos | Oficios |
|---|-----------------|-----------------------------|---------------------------|--------|----------|----------|
| GAMA | | | | | | |
| M1MCIN1 | | REVISIÓN MECÁNICA CINTA | | | | MECANICO |
| TIPO DE TRABAJO | | | | | | |
| M | | | | | | |
| COD. TIPO DE GAMA | | MECÁNICO GENERAL | | | | |
| ME | | | | | | |
| TIEMPO PARADA PREVISTO | | | | | | |
| CLASE TRABAJO | | Preventivo de mantenimiento | | | | |
| PRM | | | | | | |
| PLAN SEGURIDAD | | | | | | |
| | | | | | | |
| LISTA ARTÍCULOS | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA ÚLT.MODIF. | | | | | | |
| 29/08/2018 0:00 | | | | | | |
| NÚMERO DE CICLOS | | | | | | |
| | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Es cíclica | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Recursos en Normas | | | | | | |

Imagen 11.-Campos de una gama. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Código gama:** está compuesto por una letra que indica el tipo de trabajo, dos caracteres que establecen la frecuencia asignada a la gama (1M=1 vez al mes), tres letras que señalan la clase de equipo al que afecta la gama y un número correlativo.
- **Denominación de la gama.**
- **Tipo de trabajo y tipo de gama:** se trata de dos campos que este software no incorpora de fábrica y que se implantaron a petición de EBHISA. Además de su implantación, la empresa que gestiona este software se encargó de establecer en cada uno de ellos las distintas alternativas de elección:
 - El tipo de trabajo puede ser mecánico, eléctrico, limpieza u otros.
 - El tipo de gama establece una clasificación de las gamas. Diferencia entre gamas mecánicas generales, eléctricas generales, de equipos a presión, de banda, de engrase, de cables, de rascadores, de depuradora, etc.

- **Clase de trabajo:** muestra la clase de trabajo asignada a la gama.
- **Los campos en blanco no se utilizan.**

Cada gama tiene asociadas una serie de normas, las cuales, se encuentran reflejadas en la pestaña **“normas por gama”**. Para la gama expuesta en el ejemplo anterior, las normas asociadas a la misma son las siguientes:

| Norma | Denominación Norma |
|--------|--|
| CIN02 | REVISIÓN M. BANDA |
| CIN04 | REVISIÓN M. ESTACIONES |
| CIN05 | REVISIÓN M. RODILLOS |
| CIN137 | B1, B2 ó B3:REVISIÓN M. RODILLOS PASOS |
| CIN06 | REVISIÓN M. TOLVA Y TEJA |
| CIN07 | REVISIÓN M. RASCADORES |
| CIN08 | REVISIÓN M. GUIA DE CARGA Y BABEROS |
| CIN10 | REVISIÓN M. CONTRAPESO |
| CIN206 | REVISAR TAMBOR 1 |
| CIN207 | REVISAR TAMBOR 2 |
| CIN216 | REVISAR TAMBOR 3 |
| CIN208 | REVISAR TAMBOR 4 |
| CIN209 | REVISAR TAMBOR 5 |
| CIN210 | REVISAR TAMBOR 6 |
| CIN211 | REVISAR TAMBOR 7 |
| CIN212 | REVISAR TAMBOR 8 |
| CIN213 | REVISAR TAMBOR 9 |
| CIN214 | REVISAR TAMBOR 10 |
| CIN217 | REVISAR TAMBOR 11 |
| CIN218 | REVISAR TAMBOR 12 |
| CIN219 | REVISAR TAMBOR 13 |

Imagen 12.-Normas asociadas a una gama. Fuente: Aplicación Prisma.

VI) Activos/Gamas en base a fechas.

Asocia las gamas a los activos para la confección de los planes de mantenimiento preventivo, los cuales, están planificados por fechas.

En esta parte de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, además de efectuar las asociaciones activos/gamas, se dispone una planificación de estas, como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 13.-Planificación de activo/gama por fecha. Fuente: Aplicación Prisma.

En el ejemplo expuesto en la imagen anterior, se asocia la gama a un determinado activo. Cada una de estas relaciones, incluye la siguiente información:

- **Tipo intervalo:** establece si el intervalo va a ser en días o meses.
- **Secuencia:** muestra la secuencia de planificación, la cual, puede ser de partida o última.
- **Prioridad:** indica la importancia de esta asociación, siendo 1 la máxima prioridad y 4 la mínima.
- **Fecha inicio:** fecha en la que se ejecuta por primera vez el mantenimiento preventivo sobre esta asociación activo/gama.
- **Intervalo fechas:** indica la frecuencia, en días o meses, con la que se debe llevar a cabo la gama.
- **Tolerancias:** intervalo de tiempo (días o meses) en el que se puede realizar la gama, ya se trate de adelantar o retrasar la misma respecto de la fecha de realización prevista.

VII) Activos/Gamas en base a medidores.

Asocia las gamas a los activos para la elaboración de los planes de mantenimiento preventivo, en los cuales, las planificaciones se llevan a cabo en base a medidores.

Estas planificaciones activos/gamas siguen un patrón similar al explicado en el anterior campo, exceptuando una serie de diferencias que se pueden observar en la siguiente imagen y se explican a continuación:

Imagen 14.-Planificación de activo/gama por medidor. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Tipo intervalo:** distingue entre medidor de actividad o de nivel. Para esta empresa, solo existe un tipo de intervalo que es el medidor de actividad.
- **Tipo medidor:** establece el medidor empleado para la asociación activo/gama.
- **Valor medición inicial:** indica el valor del medidor en el momento del alta de esta asociación.
- **Intervalo medidor:** muestra la frecuencia con la que se debe de efectuar la gama.
- **Lanzar OT con intervalo:** refleja el valor del medidor a partir del cual se lanza la próxima orden de trabajo. En esta empresa, se aplica la regla interna de que este valor corresponde al 20% del valor del intervalo medidor.
- **Máx./Mín. número días:** establece el máximo número de días que pueden pasar sin que este software planifique la tarea, independientemente del valor del medidor, y el mínimo número de días que han de pasar para que se planifique dicha tarea.

3.2.-Explotación.

Cuando se habla de explotación, se refiere tanto a la creación de órdenes de trabajo, con el consiguiente reporte de la información requerida (a través del módulo de órdenes de trabajo), como al lanzamiento de la planificación del preventivo (mediante el módulo de preventivo).

3.2.1.-Módulo de Órdenes de Trabajo.

A lo largo del día, en un momento de la jornada laboral, lo normal es que surja la necesidad de crear o recabar información de una orden de trabajo, por lo que es necesario el empleo del programa informático Prisma. En la parte de explotación del presente módulo, se dispone de un apartado denominado **“OT Completa”**. Este apartado está formado por una serie de pestañas, las cuales, contienen los diferentes campos que disponen las características de las órdenes de trabajo (si se requiere cubrir estos campos, al hacer clic sobre el botón lupa adjunto a los mismos, se muestra un desplegable con las opciones disponibles). A continuación, se analizan cada una de estas pestañas:

I) OT.

Contiene una serie de campos que definen las principales características de las órdenes de trabajo, como se muestra en el ejemplo de la siguiente imagen:

Imagen 15.-Campos de la pestaña “OT”. Fuente: Aplicación Prisma.

Seguidamente, se analizan los campos que forman parte de esta pestaña:

- **Número OT:** se pueden diferenciar dos casos:
 - Introducir el número de una orden de trabajo existente en este campo, obteniendo de este modo información de la misma.

- Pinchar en el contador secuencial. El software proporciona un número correlativo para una nueva orden de trabajo.

Es necesario mencionar que cada número se relaciona con una única orden de trabajo. A la derecha de este número, se establece la denominación de la orden de trabajo, es decir, un breve título de esta.

- **Fecha/Hora edición:** indica la fecha y la hora a la que se crea la orden de trabajo. Se cubre automáticamente.
- **Solicitante:** muestra el departamento que requiere la orden de trabajo.
- **Fecha/Hora cierre:** se cubre automáticamente cuando se cierra la orden de trabajo, indicando la fecha y la hora del cierre de esta.
- **Turno:** si la tarea se lleva a cabo por personal propio de EBHISA, indica a que turno pertenecen los operarios implicados. La empresa dispone de cinco turnos distintos (turno A, B, C, D y E).
- **Proveedor:** en el caso de que la tarea se realice por una subcontrata, indica el proveedor encargado de efectuar la misma.
- **Activo OT:** establece el activo sobre el que se realiza la tarea. Para ello, se puede buscar con la lupa o hacer clic en el símbolo de diagrama de árbol (muestra un desplegable con la estructura de activos de esta empresa). Salvo casos muy excepcionales, el activo debe de ser de nivel 5 o superior.
- **Activo Nivel 5:** siempre que el activo sobre el que se ejecuta la tarea sea un activo de nivel superior a 5, este campo muestra el activo de nivel 5 relacionado con el activo sobre el que se realiza la orden de trabajo. Se cubre de forma automática.
- **Tipo de trabajo:** indica el tipo de trabajo principal de la orden de trabajo. Como se mencionó anteriormente en el campo “*gamas*”, el tipo de trabajo puede ser mecánico, eléctrico, limpieza u otros.
- **Prioridad:** muestra la importancia de la orden de trabajo. Este software establece por defecto 1 la máxima prioridad y 4 la mínima. A cada número se le ha asociado un determinado adjetivo, como se expone a continuación:
 - 1...>**Urgente:** se considera que la tarea es urgente para mantenimiento, pero no se trata de una incidencia.
 - 2...>**Normal:** una tarea normal.
 - 3...>**Oportunidad:** una tarea de mantenimiento que, para su realización, se requieren unos requisitos determinados.
 - 4...>**Oportunidad turnos:** una tarea que se le asigna a los turnos como prioritaria para ser ejecutada por ellos.
- **Estado OT:** informa del estado en el que se encuentra la tarea.

- **Clase trabajo:** en función de la naturaleza de la tarea, establece la clase de trabajo de la orden de trabajo.
- **Gama:** indica la gama asociada a la orden de trabajo.
- **Descripción OT:** realiza una descripción detallada de la tarea. En el caso concreto de esta compañía, la descripción ha de ser clara y concisa, reflejando únicamente lo prioritario.

La casilla “**cerrada**” se emplea para cerrar la orden de trabajo, una vez la tarea se encuentra finalizada y el reporte ha sido realizado. Hay que tener en cuenta que el cierre de una orden de trabajo solo puede ser realizado por cierto personal de la empresa autorizado e indica que el responsable da por válidos los datos reportados.

II) Otros Datos.

Incluye los campos que figuran en la siguiente imagen, los cuales, se estudian a continuación:



Imagen 16.-Campos de la pestaña “Otros Datos”. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Escala:** en el caso de que la orden de trabajo consista en una tarea a realizar en un buque, este campo indica el nombre del buque en cuestión. El botón lupa muestra los buques que atracaron en el muelle de la empresa en los cuatro últimos meses, información obtenida de la base de datos del software Nautilus.
- **Pila:** establece la pila de material a la que afecta la tarea. El botón lupa muestra las pilas disponibles en los parques, contenido obtenido de la base de datos del programa informático Nautilus.
- **Proyecto:** indica el proyecto con el que se vincula la orden de trabajo. Cuando se lleva a cabo una obra grande y la dirección de proyectos decide que dicha obra se considera un proyecto, se procede a la creación de este. Los proyectos comprenden una serie de tareas que deben de llevarse a cabo para su finalización. Para cada una de estas tareas es necesario crear una orden de trabajo y, dentro de estas, en el presente campo se indica el proyecto al que pertenecen.

- **Incidencia:** clasifica la orden de trabajo como una incidencia. Se distinguen varios tipos de incidencias, teniendo en cuenta para ello cómo la incidencia afecta a la disponibilidad del activo:
 - **Disponible:** se considera una incidencia en la que la disponibilidad del activo no se ve afectada.
 - **Limitación de servicio:** la incidencia hace que la disponibilidad del activo tenga una limitación de servicio.
 - **Avería:** aquellas incidencias que dan lugar a que el activo se encuentre averiado y, por lo tanto, no se pueda utilizar.
 - **Fuera de servicio:** en este tipo de incidencia, el activo no se encuentra en la instalación.

Todos los mandos de la instalación (jefes de mantenimiento, supervisores de mantenimiento, coordinadores de operaciones, etc.) deben de tener conocimiento de la existencia de cualquier tipo de incidencia.

III) Mano de Obra.

Indica las horas de trabajo dedicadas a la orden de trabajo. A la hora de realizar el reporte de las horas de trabajo de una tarea, se distingue entre:

- Reportar las horas de trabajo de operarios que forman parte del personal de la empresa o de un proveedor de presencia diaria en la misma. Para ello, se utiliza la tabla superior presente en esta pestaña.
- Reportar las horas de trabajo de un proveedor de presencia esporádica, para lo cual, se usa la tabla inferior de esta pestaña.

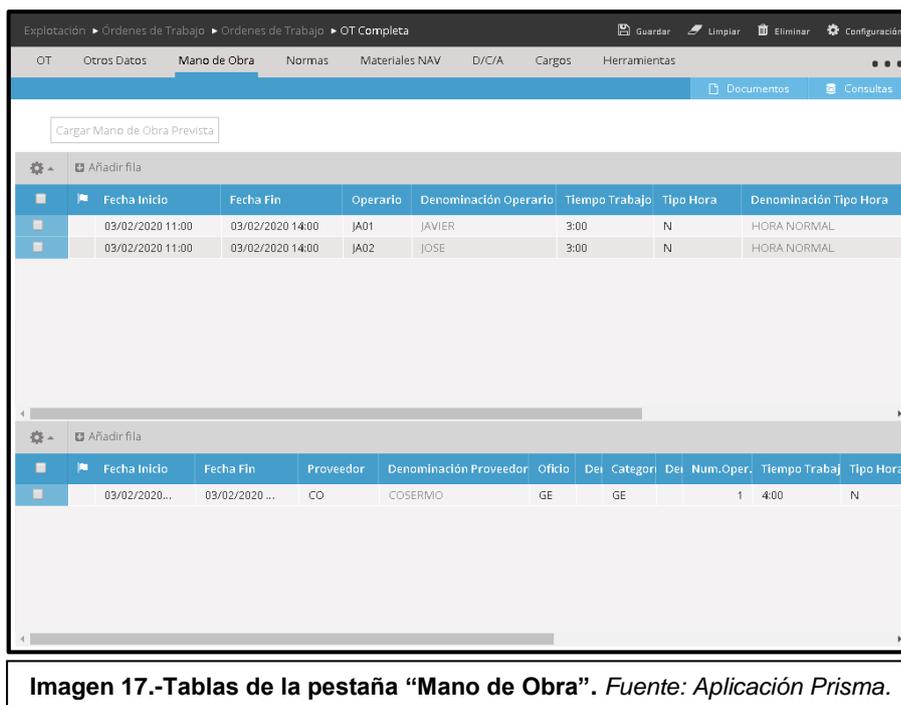


Imagen 17.-Tablas de la pestaña “Mano de Obra”. Fuente: Aplicación Prisma.

En la imagen anterior se muestran las tablas que forman parte de esta pestaña, incluyendo en ellas unos ejemplos ficticios. La tabla superior está formada por los siguientes campos:

- **Fecha de inicio y fecha de fin:** indica la fecha en la que el operario realiza la tarea y la hora, tanto de inicio como de fin.
- **Operario:** establece el operario que interviene en la orden de trabajo.
- **Tiempo de trabajo:** muestra el tiempo de trabajo del operario.
- **Tipo de hora:** indica cual es el tipo de hora realizada por el operario.

Si la tarea no se efectúa en un solo día, sino que requiere varios días, se crean tantas filas en la tabla como días de trabajo, para cada operario que interviene en la tarea.

En el caso de la tabla inferior, los campos que la forman son los siguientes:

- **Fecha de inicio y fecha de fin:** establece la fecha en la que el proveedor lleva a cabo la tarea y la hora, tanto de inicio como de fin.
- **Proveedor:** muestra el proveedor que efectúa la tarea.
- **Oficio y categoría:** estos campos no se utilizan, ya que no se consideran importantes. Sin embargo, se trata de campos que el software obliga a cubrir, por lo que se establece el tipo “*genérico*” por defecto.
- **Número de operarios:** indica el número de operarios del proveedor que intervienen en la tarea.

- **Tiempo de trabajo y tipo de hora:** se definen igual que en el caso anterior, con la salvedad de que, en lugar de hacer referencia a un operario concreto, se refiere a un proveedor.

Al igual que en el caso anterior, si la tarea se realiza en varios días, se crean tantas filas en la tabla como días de trabajo.

IV) Normas.

Muestra las normas asociadas a una determinada gama, tanto cuando se trata de una orden de trabajo planificada, en cuyo caso las normas aparecen automáticamente, como en el caso de que se cree una orden de trabajo que incluya una determinada gama. En este último caso, una vez se cubre el campo **“gama”** en la pestaña **“OT”**, se visualizan las normas asignadas a dicha gama en esta pestaña.

| Norma | Denominación Norma | Estado Norma | Denominación Estado | Observaciones Norma | Generar OT | Asociar OT | Denominación OT |
|--------|------------------------|--------------|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------------|
| CIN02 | REVISIÓN M. BANDA | 0 | REALIZADO | | Generar OT | | |
| CIN04 | REVISIÓN M. ESTACIONES | 0 | REALIZADO | | Generar OT | | |
| CIN05 | REVISIÓN M. RODILLOS | 0 | REALIZADO | | Generar OT | | |
| CIN206 | REVISAR TAMBOR 1 | 11 | OTROS | Mal rodamiento | Generar OT | 413.200 | CAMBIAR TAMBOR |
| CIN207 | REVISAR TAMBOR 2 | 5 | BIEN | | Generar OT | | |

Imagen 18.-Normas de una gama y sus campos en pestaña “Normas”. Fuente: Aplicación Prisma.

Además de las normas relacionadas con la gama, como se puede observar en la imagen anterior, esta pestaña dispone de los siguientes campos:

- **Estado norma:** situación en la que se encuentra la misma.
- **Observaciones:** indica las anomalías detectadas o las tareas consideradas de poca importancia llevadas a cabo durante la realización de la orden de trabajo.
- **Generar OT:** se emplea cuando se quiere crear una orden de trabajo desde una determinada norma, debido a la detección de una anomalía. Automáticamente, el programa le asigna un número correlativo de orden de trabajo.
- **Asociar OT:** indica el número de la orden de trabajo generada para una norma.
- **Denominación OT:** breve resumen de la orden de trabajo generada.

Si se genera una orden de trabajo desde esta pestaña, se puede acceder a la misma mediante la introducción de su número en la pestaña “OT” y consultar o modificar su información.

V) D/C/A.

Refleja el defecto, causa y acción de la orden de trabajo. Esta pestaña solo se utiliza cuando la tarea consiste en un cambio de banda y está formada por los campos que muestra la siguiente imagen, los cuales, se analizan seguidamente:

| Fecha | Defecto | Denominación Defecto | Causa | Denominación Causa | Acción | Denominación Acción |
|----------------|---------|----------------------|-------|--------------------|--------|---------------------|
| 03/02/2020 ... | D11 | AVERÍA BANDA | C008 | DESGASTE | A004 | CAMBIAR |

Imagen 19.-Campos de la pestaña “D/C/A”. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Fecha:** indica la fecha y la hora a la que se lleva a cabo la tarea.
- **Defecto:** dispone el defecto “**avería banda**”.
- **Causa:** muestra el motivo de la aparición del defecto.
- **Acción:** establece la acción “**cambiar**”.

Como se puede observar, el campo cuya información es de importancia es el de “**causa**”.

VI) Herramientas.

El uso que se le da a esta pestaña es un tanto particular, ya que en ella se establecen los litros de agua asociados a la orden de trabajo. A continuación, se examinan los campos que integran esta pestaña, los cuales, se exponen en la siguiente imagen:

| Fecha | Herramienta | Denominación Herramienta | Cantidad |
|---------------|-------------|--------------------------|----------|
| 03/02/2020... | LC | Litros agua consumidos | 1000:00 |

Imagen 20.-Campos de la pestaña “Herramientas”. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Fecha:** indica la fecha y, en caso de ser necesario, la hora a la que se efectúa la tarea.
- **Herramienta:** establece el tipo de litros de agua relacionado con la orden de trabajo.

- **Cantidad:** indica los litros de agua vinculados con la tarea.

Esta pestaña posibilita tener cuantificados los litros de agua consumidos, achicados, recuperados y de sellado utilizados en la instalación. Se trata de un aspecto muy importante, debido a la gran cantidad de litros de agua que se manipulan y, por ello, la necesidad de disponer de estos datos.

VII) Materiales NAV y Cargos.

En lo referente a la pestaña “**materiales NAV**”, solo sirve para visualizar los materiales y servicios relacionados con una determinada orden de trabajo. Esto es debido a que, en el caso de que una orden de trabajo tenga asociados unos determinado materiales o servicios, estos se reportan en el programa informático Navision, indicando en este su número de orden de trabajo. El número de orden de trabajo es el elemento común entre la base de datos de Navision y Prisma, lo que permite a este último acceder a los datos de Navision, mostrando en esta pestaña los materiales o servicios de una determinada orden de trabajo.

Por su parte, en la pestaña “**cargos**” se establecen cargos manuales de materiales o servicios que, por alguna razón (fallos al realizar el reporte en Navision, olvidos, etc.), no se reportaron en Navision. Sin embargo, el criterio a seguir es el de evitar, todo lo posible, realizar este reporte, por lo que esta pestaña apenas se usa.

3.2.2.-Módulo de Preventivo.

En la explotación de este módulo se desarrolla la planificación de preventivos, proceso mediante el cual se materializan las previsiones en órdenes de trabajo, de modo masivo, de acuerdo con las condiciones dadas de alta previamente en la modelización (la secuencia, el intervalo de fechas o de medidor, la fecha de inicio, etc.).

En las planificaciones del mantenimiento preventivo, para la correcta emisión de los trabajos programados, se precisa haber dado de alta adecuadamente en la modelización las normas, gamas y asociaciones activos/gamas (ya sea en base a fecha o medidor).

Para el lanzamiento de una planificación es necesario seguir una serie de pasos, los cuales, se apuntan seguidamente:

- Generación de tareas.
- Consulta y modificación de las tareas planificadas.
- Lanzamiento de la planificación.

A continuación, se describe con mayor detalle los pasos a seguir para el lanzamiento de la planificación.

I) Generación de tareas.

El objetivo de este apartado es el de generar tareas a partir de las condiciones de modelización establecidas en el presente módulo. Hay que tener en cuenta que estas tareas representan un pre-orden de trabajo y pueden ser modificadas, para su posterior confirmación y conversión a órdenes de trabajo.

Para la generación de tareas se cubren los campos que forman parte de la pestaña **“planificación”**. Esta pestaña incorpora los campos que aparecen en la siguiente imagen, los cuales, se definen seguidamente:

La imagen muestra una interfaz de usuario de una aplicación web. En la parte superior, hay un menú de navegación con las opciones: 'Exploitación', 'Preventivo y Predictivo', 'Planificación' (seleccionada) y 'Generación de Tareas'. A la derecha del menú hay botones para 'Guardar', 'Limpiar', 'Eliminar' y 'Configuración'. Debajo del menú, hay una barra de pestañas con 'Planificación', 'Preventivo', 'OTs en curso', 'Recursos' y 'Almacenes'. El contenido principal de la pestaña 'Planificación' incluye los siguientes campos:

- NÚMERO PLANIFICACIÓN:** Un campo de texto con el valor '436' y un botón de búsqueda. A la derecha, un campo con el valor 'PLAN-FECHAS-EBHI-("436")' y un botón de búsqueda.
- ESTADO DE PLANIFICACIÓN:** Un campo con el valor '00' y un botón de búsqueda. A la derecha, un campo con el valor 'Creada'.
- DESDE FECHA:** Un campo con el valor '17/02/2020' y un botón de calendario.
- HASTA FECHA:** Un campo con el valor '28/02/2020' y un botón de calendario.
- CRITERIO ORDENACIÓN:** Un campo con el valor '01' y un botón de búsqueda. A la derecha, un campo con el valor 'Por Activo/Gama'.
- CRITERIO DE ASIGNACIÓN:** Un campo con el valor '01' y un botón de búsqueda. A la derecha, un campo con el valor 'Por Prioridad/Fecha Realización'.
- SELECCIÓN ACTIVOS:** Un menú desplegable con el valor 'Todos'.
- Opciones de configuración:** Cuatro casillas de verificación: 'Indicar condiciones de Preve...', 'Asignar Artículos', 'Incluir Activos hijos' y 'Asignar Mano de Obra'.
- Opciones de configuración adicionales:** Dos casillas de verificación: 'Incluir selección de Ordenes ...' y 'Asignar disponibilidad de Activ...'.
- Botones de acción:** 'Generar las Tareas de Planificación' y 'Consulta y modificación de las Tareas'.

Imagen 21.-Campos de la pestaña “Planificación”. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Número de planificación:** mediante el empleo de un contador secuencial, el programa proporciona un número correlativo. A su derecha, se dispone el nombre asignado a la planificación.
- **Estado planificación:** inicialmente, este software establece por defecto el estado **“creada”**. Una vez realizado el lanzamiento de la planificación, este campo se modifica automáticamente y muestra la palabra **“lanzada”**.
- **Desde fecha y hasta fecha:** establece el periodo de planificación, es decir, el periodo de tiempo del que se quieren obtener las tareas de preventivo a realizar.
- **Criterio ordenación y criterio de asignación:** son campos cuyo contenido es el mismo siempre.

- **Selección activos:** permite el filtrado de las tareas de preventivo a generar mediante la selección de los activos sobre los que se requiere lanzar la planificación. Este campo está equipado con un desplegable, que permite la elección de tres opciones: seleccionar un solo activo, realizar una selección de una serie de activos concretos o simplemente establecer todos los activos.

Además, este apartado dispone de una segunda pestaña denominada “**preventivo**”. Esta pestaña permite realizar un filtrado de las tareas de preventivo a generar y se encuentra formada por los campos que se muestran en la siguiente imagen y que se analizan a continuación:

Imagen 22.-Campos de la pestaña “Preventivo”. Fuente: Aplicación Prisma.

- **Tipo de intervalo de los activos/gamas:** posibilita el filtrado mediante la selección del tipo de frecuencias de ejecución de las gamas. Mediante un desplegable, ofrece las opciones de: “**activos/gamas de fechas**”, “**activos/gamas de medidores**” o “**todos los activos/gamas**”.
- **Selección de gamas y selección de proveedores:** el programa permite, para cada uno de ellos, la elección de un solo registro, la realización de una selección determinada o la posibilidad de seleccionar todos los elementos en cuestión. Para ello, cada campo se encuentra provisto con un desplegable, que ofrece estas posibilidades.
- **Selección de planes de preventivo:** este campo no se usa.

Una vez cubiertos los distintos campos y efectuado el filtrado deseado, se procede a la generación de las tareas, mediante el botón “**Generar las tareas de planificación**” de la primera pestaña. Las tareas aquí generadas no son definitivas, sino que pueden ser modificadas en el próximo apartado.

II) Consulta y modificación de las tareas planificadas.

En este apartado se muestra un listado con las tareas generadas, a partir de las condiciones introducidas en el anterior proceso, para su consulta y, en caso de ser necesario, modificación.

Como se puede ver en la siguiente imagen, el software muestra una tabla con las tareas generadas, la cual, se encuentra formada por una serie de campos de interés.

| Activo | Denominación Activo | Gama | Denominación Gama | Prioridad | Tur | Fecha Realizaci | T.Prev. | T.Parada | Excluir | Aceptar |
|--------|---------------------|---------|-----------------------|-----------|-----|-----------------|---------|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0017 | APARTADO MECANICO | M1MCIN1 | REVISIÓN MECÁNI... | 2 | | 22/02/20... | 3:48 | 0:00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0071 | SALA ELECTRICA | E2MDES5 | Alumbrado + Limpli... | 2 | | 20/02/20... | 4:00 | 0:00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 00820 | CINTA EXTRACTORA 1 | M1SDES4 | ENGRASE EXTRACT... | 2 | | 17/02/20... | 4:00 | 0:00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 00821 | CINTA EXTRACTORA 2 | M1SDES5 | ENGRASE EXTRACT... | 2 | | 17/02/20... | 4:00 | 0:00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02100 | CINTA EXTRACTORA 1 | M1SDES4 | ENGRASE EXTRACT... | 2 | | 27/02/20... | 4:00 | 0:00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02101 | CINTA EXTRACTORA 2 | M1SDES5 | ENGRASE EXTRACT... | 2 | | 17/02/20... | 4:00 | 0:00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Imagen 23.-Tareas planificadas y sus campos. Fuente: Aplicación Prisma.

Se pueden efectuar modificaciones sobre ciertos campos de esta tabla (**“prioridad”**, **“fecha de realización”**, **“excluir”** o **“aceptar”**). Sin embargo, en esta empresa solo se emplea el campo **“aceptar”**. Este campo permite que aquellas tareas que son excluidas por el sistema (debido, por ejemplo, a que su fecha de realización coincide con un día excluido del calendario para la asociación activo/gama) y que, por lo tanto, no generarían órdenes de trabajo, sean aceptadas y las generen; para ello, se marcan las casillas, de la columna **“aceptar”**, de aquellas tareas de las que se requiere obtener órdenes de trabajo.

Se consultan las tareas generadas y si se considera que todos los datos son correctos, se procede al lanzamiento de la planificación.

III) Lanzamiento de la planificación.

Este proceso permite materializar las tareas generadas anteriormente en órdenes de trabajo.



Se accede a este apartado del software y una vez se introduce el número de la planificación, simplemente es necesario hacer clic en el botón **“Lanzar planificación”**, y se crean las órdenes de trabajo asociadas a las tareas generadas.

Mediante el botón **“Informe de tareas lanzadas”**, el software proporciona un documento con las órdenes de trabajo generadas, las cuales, se presentan listadas y ordenadas según su fecha de realización prevista.

3.2.3.-Consulta de OT´s.

En esta empresa se decide la realización de un proyecto de mejora, consistente en la creación de una consulta programada con recursos internos de EBHISA, lo que permite a los usuarios la consulta de órdenes de trabajo de una forma más ágil y con un acceso a mayor cantidad de información.

Esta herramienta se denomina **“Consulta de OT´s”**, obtiene la información de la base de datos del programa informático Prisma y está formada por dos menús:

- El menú **“Filtros Prisma”**, el cual, permite:
 - Hacer consultas del histórico de órdenes de trabajo.
 - Consultar toda la información reportada en las órdenes de trabajo sin necesidad de entrar en cada una de ellas.
 - Consultar y modificar los campos que definen las órdenes de trabajo (**“estado OT”**, **“tipo de trabajo”**, **“prioridad”**, etc.).
- El menú **“Estado de Preventivo”**, el cual, posibilita:
 - Consultar los programas de mantenimiento preventivo que se encuentran activos.
 - Modificar los campos de las órdenes de trabajo preventivas.

Además de permitir que la búsqueda de información relacionada con las tareas sea más fácil, esta herramienta tiene como principal objetivo:

- Informar en directo del estado de las tareas de mantenimiento que se realizan en la instalación.
- Informar de las averías que limitan la disponibilidad de los activos, es decir, de las incidencias.

Sin embargo, hay que tener presente que mediante esta herramienta no se pueden crear órdenes de trabajo, sino que, para ello, es necesario utilizar la aplicación Prisma.

Antes de realizar el análisis de los menús que componen esta herramienta, es necesario mencionar que el campo denominado **“máquinas”** presente en esta consulta hace referencia a los activos de nivel 5 dados de alta en el programa informático Prisma.

3.2.3.1.-Filtros Prisma.

Dentro de este menú, la pantalla **“Filtros Prisma”** está compuesta por tres zonas, las cuales, se pueden observar en la siguiente imagen:



Imagen 25.-Menú “Filtros Prisma”. Fuente: Herramienta “Consulta de OT’s”.

I) Zona de filtros.

Establece los campos que definen una orden de trabajo y que son considerados de mayor relevancia por la empresa. Cada uno de estos campos se encuentra equipado con un desplegable que permite seleccionar las opciones que definen el filtro de la búsqueda.

Además, esta zona dispone de un calendario que posibilita delimitar el intervalo de tiempo que define la búsqueda.

Finalmente, si se quiere buscar una orden de trabajo concreta y se conoce su número, la casilla denominada “**N. OTS**” permite introducir el número de la orden de trabajo para llevar a cabo su búsqueda.

II) Zona de utilidades.

Establece una serie de funciones extra que permiten, en otros:

- Agrupar el listado de órdenes de trabajo por activo.
- Visualizar solo órdenes de trabajo con horas de operario o relacionadas con activos fuera de servicio.
- Filtrar las órdenes de trabajo a visualizar mediante la elección de una consulta predefinida. Esta herramienta dispone de una serie de consultas predefinidas, cada una de ellas, caracterizada por incorporar un filtrado específico. Se trata de filtrados que se utilizan de forma recurrente y de ahí que se creen estas consultas.
- Visualizar las modificaciones realizadas (durante los tres últimos días) y todos los errores de reporte en las órdenes de trabajo.
- Cerrar e imprimir órdenes de trabajo.

III) Zona de visualización de OT´s.

Una vez configurada la búsqueda que se desea realizar, en esta zona se visualizan los resultados de la misma. En la siguiente imagen, se muestra un ejemplo de la visualización de una orden de trabajo:

| N.ORDEN | EST. | TIPO | PR. | INC. | GR. | FECHA EDICION | EJECUTANTE | DENOMINACION OT | DESCRIPCION | SUBCONJUNTO | HORAS | X | |
|-----------------|------|------|-----|------|-----|---------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|---|-------|-------|--------------------------|
| DESCARGADOR DC3 | | | | | | | | | | | | | |
| 416.138 | | | | | | 2 | 31/01/2020 11:25:00 | RAMSO M.P. A | Mal carretón motriz nº1. | Rodamientos mal en rueda motriz " lado mar". Observar periódicamente. Rueda en mal estado, perdiendo verticalidad.Mal rodamientos. Mtto. mecánico (04/02/20): Auxinosa revisarán cables a primera hora, después se desembornará grupo motriz. | | 1h30m | <input type="checkbox"/> |

Imagen 26.-Visualización de una orden de trabajo. Fuente: Herramienta “Consulta de OT´s”.

Para cada orden de trabajo, se establecen los siguientes campos:

- **N. Orden:** establece el número de la orden de trabajo. Al situar el cursor encima de este número, aparece una ventana emergente que muestra los campos que definen la orden de trabajo, con sus respectivos datos.
- **Est.:** indica el estado de la orden de trabajo. Cada estado tiene asignado un símbolo distinto. En el caso de la imagen anterior, se encuentra “**planificada**”.
- **Tipo:** muestra el tipo de trabajo de la tarea. Cada tipo de trabajo se indica mediante un icono distinto, tratándose en la anterior imagen, de un trabajo “**mecánico**”.

- **Pr.:** establece la prioridad de la orden de trabajo. El color del icono indica la importancia de la tarea, siendo, en el ejemplo mostrado en la imagen anterior, una prioridad de tipo *“normal”*.
- **Inc.:** en el caso de que la orden de trabajo esté clasificada como una incidencia, indica a qué tipo de incidencia se refiere. Este campo se encuentra cubierto con un icono, cuyo color va a indicar de qué incidencia se trata. En el ejemplo expuesto en la anterior imagen, se trata de una *“limitación de servicio”*.
- **6º campo:** muestra, por un lado, las horas de trabajo de los diferentes operarios que intervienen en la tarea, mediante el icono de la figura. Por otro lado, mediante el icono azul se indican las salidas de materiales y servicios realizados. Para ambos casos, al colocar el cursor sobre estos iconos surge una ventana emergente que expone la citada información.
- **Gr.:** establece el número del grupo de trabajo que ejecuta la orden de trabajo.
- **Ejecutante:** muestra el turno o proveedor que lleva a cabo la orden de trabajo.
- **Subconjunto:** indica el activo sobre el que se realiza la orden de trabajo, en aquellos casos en los que el activo es de nivel superior a 5.
- **Horas:** establece el total de horas de trabajo reportadas en la orden de trabajo.

En el resto de los campos, se muestra la información tal y como se encuentra almacenada en la base de datos de la aplicación Prisma.

Si la orden de trabajo se encuentra abierta (número de la orden de trabajo en color verde), se pueden modificar los campos que definen la misma. En el caso contrario (número de la orden de trabajo en color rojo), no se pueden realizar modificaciones.

3.2.3.2.-Estado de Preventivo.

Este menú de la consulta se crea con la finalidad de visualizar en una única pantalla el estado de todo el programa de mantenimiento preventivo activo.

Asimismo, otro factor que influye en su creación es el hecho de que las toneladas de materiales que se descargan en esta empresa fluctúan en el tiempo, lo que está directamente relacionado con las horas de funcionamiento de la instalación.

Teniendo en cuenta que la mayor parte del mantenimiento preventivo se realiza con los activos parados, la realización de las tareas preventivas ha de ser flexible, aprovechando para efectuar estas tareas en el momento más apropiado, cuando los activos no se encuentren en funcionamiento.

Esta consulta muestra el programa de mantenimiento preventivo activo, permitiendo visualizar también el funcionamiento de cada asociación activo/gama desde su última intervención. Esto permite adelantar o retrasar, en caso necesario, las tareas preventivas para que puedan ser realizadas en la fecha más adecuada.

Este menú está formado por una zona de filtros y una zona de visualización del estado de las asociaciones activo/gama. Estas zonas se exponen en la siguiente imagen:

Zona de filtros

| MAQUINA | GAMA | DESCRIPCION GAMA | FRECUENCIA | ULT. FECHA CIERRE | FUNCIONAMIENTO | % VENCIMIENTO | OT PLANIFICADA | ESTADO |
|-----------------------|----------|--|------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| MECANICO | | | | | | | | |
| CENTRO DE LUBRICACIÓN | M1STAL01 | Revisión centro de lubricación | 7 Dias | 31/01/2020 | 4 Dias | -42 % | 415.344 | |
| CINTA 01.1 | M1MCIN1 | REVISIÓN MECÁNICA CINTA | 250 Horas | 02/01/2020 | 268 Horas | 7 % | 414.728 | |
| | M1MCIN5 | REVISIÓN DE RASCADORES | 250 Horas | 22/01/2020 | 130 Horas | -48 % | 415.996 | |
| | M1MCIN4 | REVISIÓN GRUPOS MOTRICES (CINTAS) | 400 Horas | 08/01/2020 | 196 Horas | -51 % | 415.830 | |
| CINTA 02.1 | M2MCIN2 | REVISIÓN TOLVA,TEJA,GUIA CARGAYBABEROS | 60 Dias | 16/12/2019 | 50 Dias | -16 % | | |
| | M1MCIN5 | REVISIÓN DE RASCADORES | 250 Horas | 22/01/2020 | 131 Horas | -47 % | 416.013 | |
| | M1MCIN1 | REVISIÓN MECÁNICA CINTA | 250 Horas | 20/01/2020 | 137 Horas | -45 % | 416.010 | |

Zona de visualización del estado de las asociaciones activo/gama

Imagen 27.-Menú “Estado de Preventivo”. Fuente: Herramienta “Consulta de OT’s”.

I) Zona de filtros.

Se encuentra formada por una serie de campos relacionados con las gamas y que se consideran los de mayor importancia para realizar un filtrado. Cada campo permite la elección del filtro de búsqueda a emplear, mediante su selección en el desplegable asignado al campo.

Además, en esta zona se dispone de dos pestañas: **“vencidas”** y **“completo”**. En el caso de seleccionar la pestaña **“vencidas”**, en la zona de visualización solo se muestran aquellas asociaciones activo/gama vencidas. Por su parte, si la selección realizada es la pestaña **“completo”**, en la zona de visualización se exponen todas las asociaciones activo/gama.

II) Zona de visualización del estado de las asociaciones activo/gama.

Realizado el modelado de la búsqueda que se desea llevar a cabo, en esta zona se visualizan los resultados obtenidos del filtrado. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de la visualización de una asociación activo/gama:

| MAQUINA | GAMA | DESCRIPCION GAMA | FRECUENCIA | ULT. FECHA CIERRE | FUNCIONAMIENTO | % VENCIMIENTO | OT PLANIFICADA | ESTADO |
|------------|---------|------------------------|------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| MECANICO | | | | | | | | |
| CINTA 01.1 | M1MCIN5 | REVISIÓN DE RASCADORES | 250 Horas | 22/01/2020 | 135 Horas | -46 % | 415,996 | |

Imagen 28.-Visualización de una asociación activo/gama. Fuente: Herramienta "Consulta de OT's".

Esta zona está formada por una serie de campos. Para cada asociación activo/gama se definen los campos **"máquina"**, **"gama"**, **"descripción gama"** y **"frecuencia"**, cuyo contenido se muestra tal y como se encuentra establecido en la aplicación Prisma. Además, la presente zona está formada por otros campos, los cuales, son objeto de estudio a continuación:

- **Ult. fecha cierre:** indica la fecha en la que se realizó la última revisión.
- **Funcionamiento:** establece los días o las horas de funcionamiento del activo o, en su caso, las toneladas descargadas por el mismo, todos ellos desde la última revisión.
- **% vencimiento:** muestra el grado de vencimiento de la intervención, en relación con la frecuencia y la última fecha de revisión.

Como se puede observar en la anterior imagen, el recuadro de este campo se encuentra cubierto con un color determinado. Este color varía en función del valor del porcentaje de vencimiento:

- Entre el -100% y el -21%, adopta una coloración verde.
- Entre el -20% y el -1%, adopta una coloración naranja.
- Mayor del -1%, adopta una coloración roja.

Esto permite al usuario visualizar rápidamente el estado en que se encuentran las distintas tareas preventivas, permitiendo adelantar o retrasar la realización de estas asociaciones activo/gama para llevarlas a cabo en la fecha más conveniente.

- **OT planificada:** cuando la asociación activo/gama está planificada y lanzada, este campo muestra el número de la orden de trabajo. En caso contrario, este campo aparece en blanco.

El campo **"estado"** se define al igual que en el anterior menú.

3.3.-Análisis.

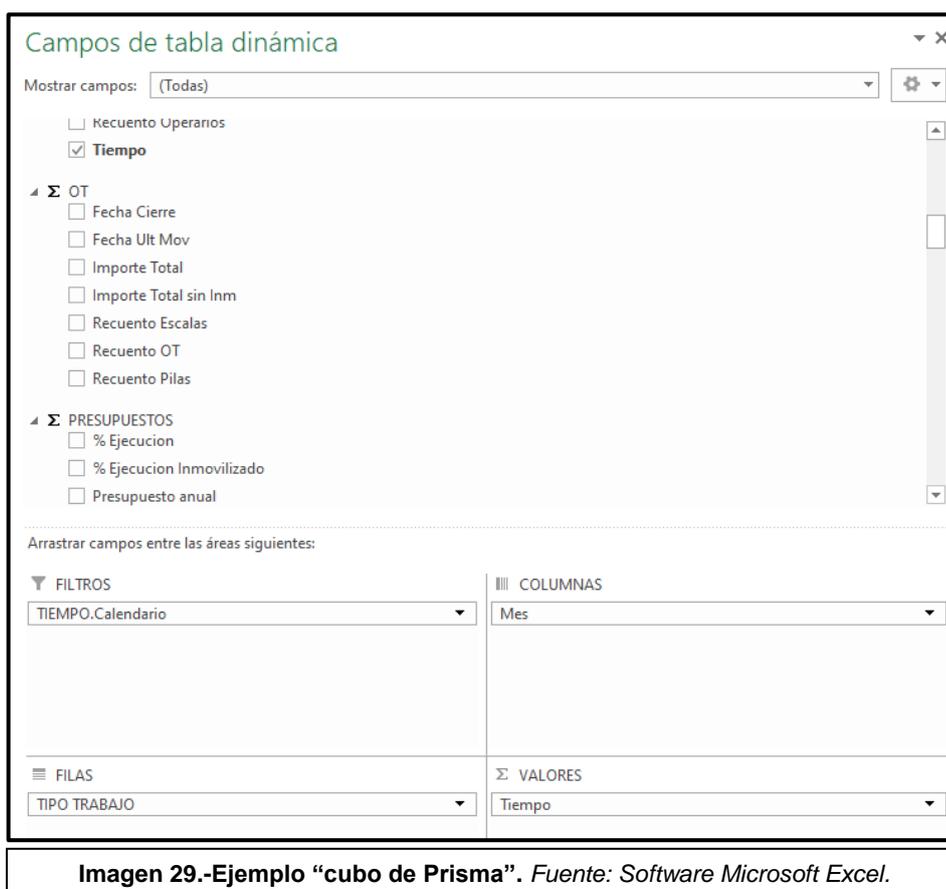
Uno de los objetivos primordiales de un sistema GMAO es el de explotar los datos almacenados en la aplicación. El programa informático Prisma dispone de un apartado denominado **"análisis"** que permite llevar a cabo este cometido. Sin embargo, en esta empresa no se emplea esta función de Prisma, sino que se lleva a cabo mediante el empleo de un cubo de explotación de datos.

Un cubo es una función del programa informático Microsoft Excel compuesto por una serie de magnitudes y mediciones relacionadas y que se emplea para la explotación de datos.

A su vez, un cubo se encuentra formado por una serie de áreas, en las cuales, se establecen los campos a emplear dependiendo de los datos a explotar. Estas áreas son:

- **Área de filtros:** se introducen los campos requeridos para realizar el filtrado.
- **Área de filas:** se insertan los campos cuyo contenido se desea visualizar en las filas. Además, los campos aquí cargados se pueden filtrar.
- **Área de columnas:** se insertan los campos cuyo contenido se desea visualizar en las columnas. Asimismo, los campos aquí introducidos se pueden filtrar.
- **Área de valores:** se establecen los campos de formato valor (en porcentaje, valor absoluto, etc.).

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un cubo, en la que se pueden observar algunos de los campos disponibles, sus cuatro áreas y los campos empleados para esta consulta en particular.



Los campos necesarios para realizar la explotación de los datos del sistema GMAO y que, por lo tanto, debe incluir el **“cubo de Prisma”**, se instauran según el criterio del administrador de esta aplicación. Estos campos obtienen sus datos de las bases de datos de los softwares Prisma y Navision. Los campos empleados en el área de filtros, de filas y de columnas obtienen sus datos de:

- Con respecto a la aplicación Prisma, de campos (que no sean valor) dados de alta en esta aplicación (proveedor, clase de trabajo, tipo de trabajo, tipo de hora, etc.).
- En lo referente al programa Navision, de campos (que no sean valor) relacionados con materiales y servicios.

En el área de valores se utilizan campos relacionados con valores (costes, horas, etc.). Los datos contenidos en estos campos valor también proceden de las bases de datos de los programas informáticos Prisma y Navision.

Mediante el empleo del **“cubo de Prisma”** se pueden llevar a cabo una gran cantidad de consultas, debido al elevado volumen de campos disponibles y la versatilidad de empleo que este proporciona. En la gestión del mantenimiento llevada a cabo en esta empresa se dispone de una amplia gama de consultas, las cuales, permiten el control de los diferentes campos que forman parte del mantenimiento. Estas consultas pueden ser agrupadas en los siguientes tipos:

- Consultas de mantenimiento general.
- Consultas de proveedores.
- Consultas de turnos.

Sin embargo, a la hora de obtener conclusiones de estas consultas, no solamente se deben tener en cuenta los resultados obtenidos de las mismas, sino que existen una serie de variables que pueden afectar a los datos relacionados con el mantenimiento. De estas variables, las más significativas son el volumen de la actividad productiva, el rendimiento y la disponibilidad de los empleados. A continuación, se definen brevemente estas tres variables:

- El volumen de actividad productiva hace referencia a las toneladas descargadas y a las toneladas manipuladas por las máquinas combinadas.
- El rendimiento se obtiene mediante una fórmula en la que se relacionan las toneladas descargadas con el tiempo que los descargadores se encuentran asignados a los buques, sin tener en cuenta aquellos tiempos en los que la descarga se encuentra parada por motivos externos a la empresa.

- La disponibilidad de los empleados se refiere al tiempo que se encuentran disponibles los trabajadores.

Los resultados obtenidos de unas determinadas consultas junto con un análisis de las variables mencionadas anteriormente, todo ello para un periodo de tiempo concreto, permiten obtener información muy útil para tener una percepción del estado del mantenimiento.

3.3.1.-Consultas de Mantenimiento General.

Su principal objetivo es el de localizar desviaciones de costes generales de mantenimiento. Estos costes, reflejados en este cubo mediante el campo “**costes**”, abarcan la mano de obra, los materiales y los servicios.

A continuación, se muestran una serie de ejemplos de este tipo de consultas. En estos ejemplos se trabaja con datos referentes a los seis primeros meses del año y se comparan entre los años 2017, 2018 y 2019.

Debido a la confidencialidad de los datos relacionados con los costes de mantenimiento de esta empresa, todos los valores de costes que se reflejan en los siguientes ejemplos son valores ficticios.

I) Costes generales de mantenimiento.

Esta consulta permite analizar las variaciones de los costes de mantenimiento para unos determinados meses y unos años de interés.

Para la obtención de estos costes se introducen, en cada área del cubo, los siguientes campos:

- Área de filtro: Vacía.
- Área de filas: Mes.
- Área de columnas: Año.
- Área de valores: Costes.

Los resultados obtenidos de este cubo se visualizan en una tabla, pudiendo realizarse también gráficos de diferentes tipos con los datos obtenidos. A continuación, se muestra un ejemplo, en el cual, los valores obtenidos se encuentran expresados en euros:

| Mes | Año | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 |
| Enero | 66.453 | 70.122 | 64.940 |
| Febrero | 65.076 | 70.933 | 61.734 |
| Marzo | 75.067 | 73.473 | 66.940 |
| Abril | 69.233 | 68.794 | 75.586 |
| Mayo | 72.833 | 69.460 | 76.280 |
| Junio | 71.715 | 72.140 | 77.973 |
| Total | 420.377 | 424.922 | 423.453 |

Tabla 4.-Costes de mantenimiento. Fuente: Autoría propia.

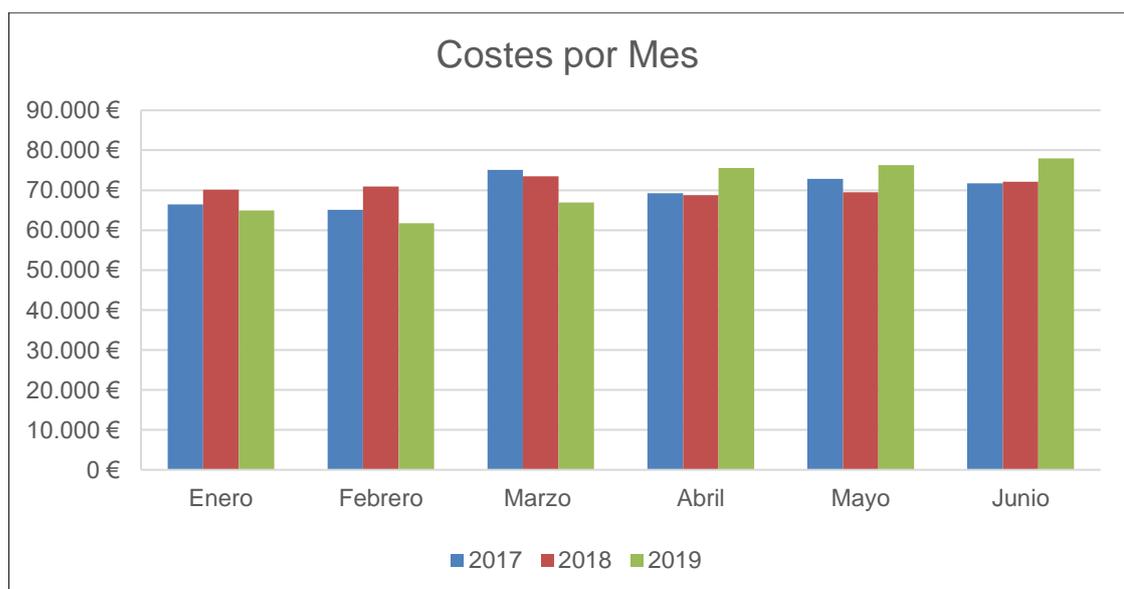


Gráfico 1.-Costes por mes. Fuente: Autoría propia.

El desarrollo de esta consulta posibilita localizar desviaciones de costes de mantenimiento para un determinado periodo de tiempo.

II) Costes de mantenimiento por tipo de trabajo.

Esta consulta refleja el reparto de los costes de mantenimiento según el tipo de trabajo, para un intervalo de tiempo definido y unos determinados años.

En cada área del cubo se incluyen los siguientes campos:

- Área de filtro: Calendario y mes.
El campo “**mes**” permite filtrar, dentro de los años filtrados en el campo “**calendario**”, los meses para los que se desea realizar el estudio de los datos.
- Área de filas: Tipo de trabajo.
- Área de columnas: Año.
- Área de valores: Costes.

Seguidamente, se expone un ejemplo de los resultados obtenidos de este cubo, cuyos valores están expresados en euros:

| Tipo de trabajo | Año | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 |
| Mecánico | 210.534 | 208.548 | 204.798 |
| Eléctrico | 107.438 | 108.180 | 104.518 |
| Limpieza | 95.112 | 105.182 | 107.784 |
| Otros | 7.293 | 3.012 | 6.353 |
| Total | 420.377 | 424.922 | 423.453 |

Tabla 5.-Costes de mantenimiento por tipo de trabajo. Fuente: Autoría propia.



Gráfico 2.-Costes por tipo de trabajo. Fuente: Autoría propia.

La realización de esta consulta permite localizar desviaciones de costes para uno o varios tipos de trabajos.

III) Costes de mantenimiento por activos del mismo nivel.

Esta consulta posibilita comparar los costes de mantenimiento de los distintos activos que forman parte de un mismo nivel, para unos determinados meses y entre unos años de referencia.

En cada área del cubo se cargan los siguientes campos:

- Área de filtro: Calendario y mes.
- Área de filas: Activos.
- Área de columnas: Año.
- Área de valores: Costes.

A continuación, se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de este cubo (cuyos valores se encuentran expresados en euros), para el caso concreto de filtrar en el campo “**activos**” los activos de nivel 2:

| Activo Nivel 2 | Año | | |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 |
| Musel | 134.521 | 135.975 | 137.305 |
| Aboño | 84.076 | 84.984 | 85.890 |
| Explanada Aboño | 105.094 | 106.232 | 110.664 |
| Buques | 42.038 | 61.387 | 44.505 |
| Palas y Maqui. Pes. | 50.445 | 33.924 | 42.347 |
| Transporte | 4.203 | 2.420 | 2.742 |
| Total | 420.377 | 424.922 | 423.453 |

Tabla 6.-Costes de mantenimiento por activo nivel 2. Fuente: Autoría propia.

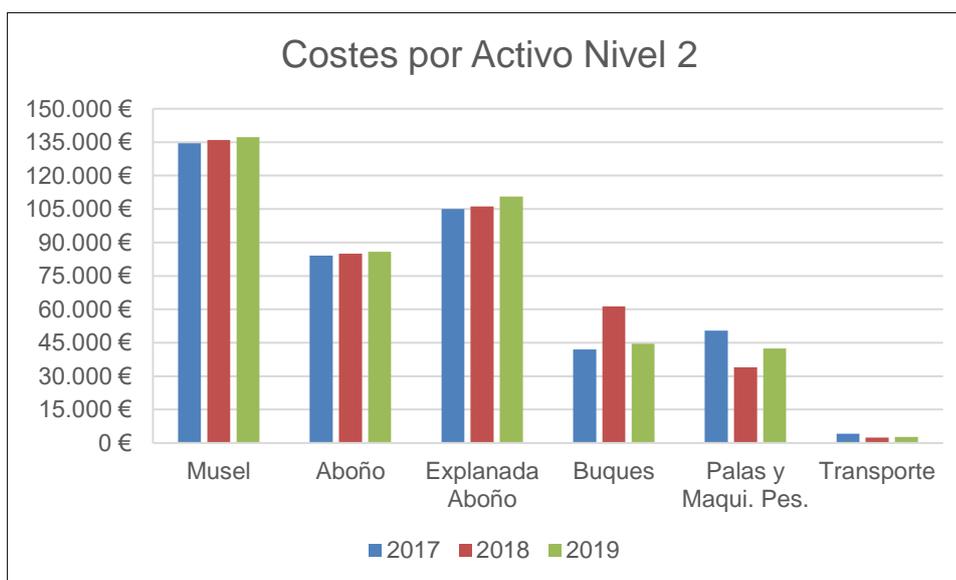


Gráfico 3.-Costes por activo nivel 2. Fuente: Autoría propia.

El desarrollo de esta consulta permite observar la evolución de los costes de distintos activos a lo largo de unos años concretos.

3.3.2.-Consultas de Proveedores.

Su finalidad es la de facilitar el seguimiento de aquellos proveedores de presencia diaria en la empresa y de un volumen de personal elevado, debido a que requieren un mayor control por parte de EBHISA.

A continuación, se exponen algunos ejemplos de este tipo de consultas. En estos ejemplos, los datos objeto de estudio se encuentran expresados en horas de mantenimiento mediante el empleo del campo denominado **“tiempo”**. En caso de ser requerido, estas consultas pueden ser realizadas sobre datos expresados en costes de horas de mantenimiento, reemplazando en el área de valores de las diversas consultas el campo mencionado anteriormente por el campo **“importe tiempo”**.

Debido a la confidencialidad de los datos relacionados con las horas de mantenimiento efectuadas en esta empresa, todos los valores de horas que se reflejan en los siguientes ejemplos son valores ficticios.

I) Mano de obra general.

Esta consulta permite llevar un control de los cambios producidos en los diferentes tipos de horas, para un determinado intervalo de meses y unos años de interés. Se puede aplicar para

el conjunto de los proveedores dados de alta en la empresa o realizar una selección determinada en el campo **“proveedor”**.

En cada área del cubo se incorporan los siguientes campos:

- Área de filtro: Proveedor.
- Área de filas: Mes.
- Área de columnas: Año y tipo de hora.
- Área de valores: Tiempo.

Seguidamente se expone un ejemplo de los resultados obtenidos de este cubo, referido en este caso a las horas efectuadas por un determinado proveedor en el primer trimestre de los años 2018 y 2019:

| Mes | Año 2018 | | | | Año 2019 | | | |
|----------------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|------------|--------------|
| | Hora N | Hora EX | Hora NF | Total | Hora N | Hora EX | Hora NF | Total |
| Enero | 749 | 12 | 80 | 841 | 670 | 20 | 50 | 740 |
| Febrero | 825 | 30 | 30 | 885 | 870 | 50 | 20 | 940 |
| Marzo | 930 | 64 | 95 | 1.089 | 920 | 25 | 60 | 1.005 |
| Total | 2.504 | 106 | 205 | 2.815 | 2.460 | 95 | 130 | 2.665 |

Tabla 7.-Mano de obra de un proveedor. Fuente: Autoría propia.

La elaboración de esta consulta posibilita el control de los contratos realizados con los proveedores, así como también, visualizar importantes variaciones de las horas efectuadas en un determinado periodo de tiempo.

II) Los cinco activos de nivel 5 con mayor mano de obra.

Esta consulta posibilita determinar dentro del nivel 5 de la empresa los cinco activos con mayor mano de obra de mantenimiento para un determinado periodo de tiempo.

En cada área del cubo se introducen los siguientes campos:

- Área de filtro: Calendario, mes y proveedor.
- Área de filas: Activos.
- Área de columnas: Vacía.
- Área de valores: Tiempo.

En el campo **“activos”** se seleccionan los activos de nivel 5. Realizado esto, el cubo muestra una tabla en la que figuran las horas de todos los activos de nivel 5. Sin embargo, el objetivo de esta consulta es el de obtener los cinco activos de este nivel con mayor número de horas. Para ello, se seleccionan los resultados obtenidos y mediante el empleo de una función específica del cubo, este establece los activos requeridos.

A continuación, se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de este cubo, en el que se reflejan los datos obtenidos del mes de enero de 2019:

| Activo Nivel 5 | Horas |
|------------------------|--------------|
| Descargador DC1 | 400 |
| Descargador DC2 | 305 |
| Combinada MC2 | 285 |
| Grúa 1 | 261 |
| Combinada MC3 | 220 |

Tabla 8.-5 activos nivel 5 mayor mano de obra. Fuente: Autoría propia.

A través de esta consulta se puede saber a qué activos de nivel 5 se están dedicando más horas de mantenimiento y, de este modo, es posible localizar activos a los que no es normal dedicar un número de horas tal que les permita formar parte de este listado. En este caso, se lleva a cabo un estudio para averiguar las causas de este fenómeno.

3.3.3.-Consultas de Turnos.

Su principal propósito es el de controlar el grado de actividad de los turnos y localizar posibles desviaciones anómalas con respecto a su mano de obra.

Estas consultas se encuentran elaboradas mediante el empleo de la misma plantilla que para el caso de las consultas de proveedores, con la diferencia de que en las consultas de turnos, en el área de filtros, se establece el campo **“proveedor”** pero, dentro de este, se selecciona un registro en blanco. Esto indica que la orden de trabajo no ha sido realizada por un determinado proveedor y, por tanto, ha sido realizada por personal de EBHISA.

En caso de agregar el campo **“turno”** en el área de filtros, el cubo permite realizar una consulta sobre un turno específico.

El empleo de sistemas GMAO son de gran ayuda en la gestión del mantenimiento a llevar a cabo en las instalaciones y, sobre todo, cuando se trata de instalaciones como las de la empresa EBHISA, que cuenta con un gran número de máquinas que deben de estar sometidas a un mantenimiento apropiado para poder cumplir con las exigencias operativas requeridas por la empresa. Es por esto que, en el presente capítulo, se realiza un estudio de los pasos a seguir para la implantación del sistema GMAO empleado en esta empresa, siguiendo para ello un orden fundamentado en la propia estructura de la aplicación Prisma, y de las funciones que este software, a la par que la “Consulta de OT’s” y el “cubo de Prisma”, ofrecen a la hora de llevar a cabo la gestión del mantenimiento. Además, este capítulo podría servir como libro de organización para un nuevo empleado que comenzase a trabajar en esta empresa y necesitara conocer la configuración de estas herramientas y el modo de trabajo instaurado.

En la gestión del mantenimiento efectuada en una empresa, los sistemas GMAO son herramientas de importancia. Sin embargo, para una gestión del mantenimiento oportuna no basta solo con la utilización de estos softwares, sino que es necesario tener en cuenta otros factores. Por su puesto, este hecho es aplicable también a la empresa EBHISA y uno de estos factores, el cual se encuentra implantado en esta empresa, consiste en tener establecida una rutina general de trabajo a desempeñar por los diversos mandos del departamento de mantenimiento. En el siguiente capítulo, se desarrolla el contenido de esta rutina y las diferentes tareas incluidas en la misma.

Capítulo 4.-Rutina General de Trabajo.

Una parte importante para una adecuada gestión del mantenimiento es la de implantar una rutina de trabajo diaria a realizar en la empresa. En EBHISA se tiene establecida una rutina general de trabajo diaria para la gestión de las tareas de mantenimiento o la solución de las averías a lo largo de la jornada. Esta rutina afecta a los diferentes mandos de cada una de las áreas de mantenimiento (mecánico, eléctrico y limpieza), así como también, en ciertos casos, involucra a los departamentos de operaciones y de medio ambiente.

Las tareas que se realizan en esta rutina se pueden agrupar en tres fases:

- I. Recopilación de información.
- II. Gestión de tareas.
- III. Planificación y coordinación de departamentos.



I) Recopilación de información.

Esta primera fase tiene lugar al inicio de la jornada laboral, consiste en recopilar información acerca de los cambios que se han producido desde la anterior jornada mediante el empleo de diversas herramientas y está formada por las siguientes tareas:

- Consultar el listado de las incidencias de máquinas, mediante el empleo de la herramienta “Consulta de OT’s”. Para ello, simplemente será necesario establecer la consulta predefinida **“incidencias abiertas”** y esta herramienta establece todas las órdenes de trabajo clasificadas como incidencias. Esto permite tener conocimiento de las máquinas que tienen incidencias activas y de qué tipo se trata.

| N.ORDEN | EST | TIPO | PR | INC. | GR. | FECHA EDICION | EJECUTANTE | DENOMINACION OT | DESCRIPCION | SUBCONJUNTO | HORAS | X |
|---------------------------|-----|------|----|------|-----|------------------------|------------|------------------------------------|--|-------------|-------|--------------------------|
| CUCHARA C05 | | | | | | | | | | | | |
| 417.564 | | | | | | 26/02/2020 20:30:00 | A | Orejeta dañada. | Orejeta lado popa-tierra dañada. | | 0m | <input type="checkbox"/> |
| CUCHARA C07 | | | | | | | | | | | | |
| 410.921 | | | | | | 21/10/2019 14:26:00 | ... | INÚTIL. | ... | | 0m | <input type="checkbox"/> |
| CUCHARA C09 | | | | | | | | | | | | |
| 415.987 | | | | | | 28/01/2020 9:04:00 | ... | Rota tijera cuchara | Rota la tijera del lado izquierdo del cazo de tierra. La tijera del lado derecho también tiene una fisura. | | 0m | <input type="checkbox"/> |
| CUCHARA C12 (Grúa) | | | | | | | | | | | | |
| 403.301 | | | | | | 25/05/2019 20:52:00 | RAMSO M.P. | Fisuras en articulaciones cuchara. | Fisuras en articulacion de unión de la tijera con los cazos y rotas las soldaduras de fijacion de los casquillos de dichas articulaciones. | | 33h | <input type="checkbox"/> |
| CUCHARA M1 | | | | | | | | | | | | |
| 263.651 | | | | | | 14/08/2018 9:01:00 | RAMSO M.P. | Soldar fisuras | Multiples fisuras y perforaciones Cambiar grilletes y orejetas. (.20-12-19)Se lleva cuchara a Talleres RAMSO | | 5h30m | <input type="checkbox"/> |
| CUCHARA M5 | | | | | | | | | | | | |
| 410.924 | | | | | | 21/10/2019 14:43:00 | ... | INÚTIL. | ... | | 0m | <input type="checkbox"/> |

Imagen 30.-Órdenes de trabajo con incidencias abiertas. Fuente: Herramienta "Consulta de OT's".

- Acceder al correo electrónico y comprobar la existencia de emails relacionados con la instalación. Por ejemplo, en ciertas ocasiones, al producirse una avería importante en alguna máquina el responsable considera oportuno informar de esta mediante el envío de emails, en los que se podrá proporcionar una información más detallada acerca de la avería.
- Consultar el programa de operaciones para comprobar si se ha producido algún cambio en las operaciones previstas. Esta consulta es muy importante ya que, de producirse algún cambio en dichas operaciones, esto afecta a la organización de las tareas de mantenimiento a realizar durante la jornada.
- Utilizar el programa informático "WinnCC" para informarse de los circuitos de trabajo que se encuentran activos. Gracias a esto, es posible comprobar que las máquinas sobre las que va a trabajar el departamento de mantenimiento no forman parte de esos circuitos de trabajo activos.

El software "WinnCC" es un sistema de "Supervisión, Control y Adquisición de Datos" (también conocido por las siglas en inglés "SCADA") de Siemens que permite la visualización de todas las máquinas de la instalación en directo, mostrando en qué estado de funcionamiento se encuentran. También es posible obtener información relacionada con producción, como los caudales a los que están trabajando las cintas, consumos de motores, etc.

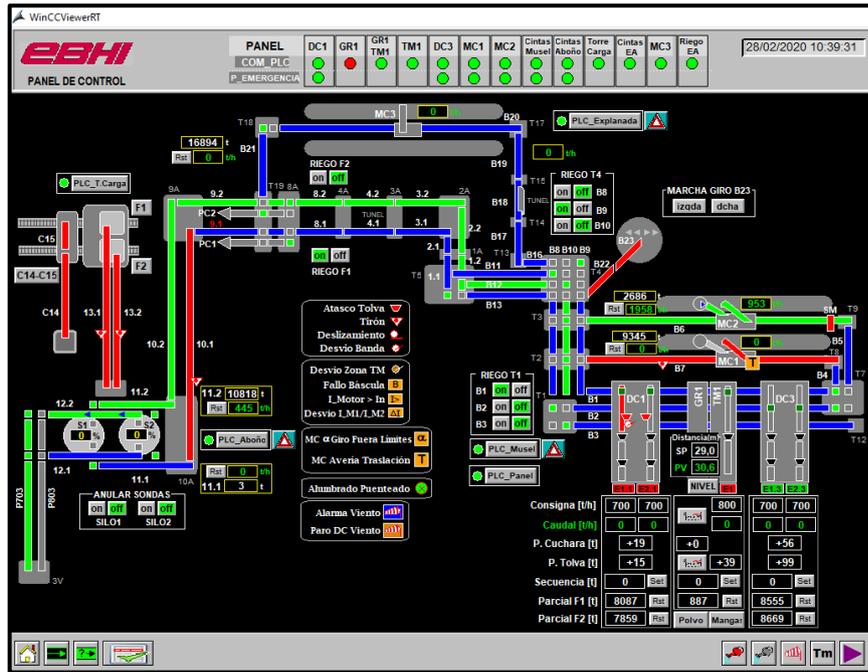


Imagen 31.-Estado de los circuitos de trabajo. Fuente: Software WinnCC.

En la anterior imagen, se pueden observar las diferentes máquinas que forman parte de la instalación y los respectivos circuitos de trabajo. Los circuitos de color rojo no se encuentran disponibles para funcionar o se están realizando labores de mantenimiento en ellos; los circuitos de color azul se encuentran disponibles para operar y los circuitos de color verde están funcionando.

- Consultar los informes de paradas surgidos desde la última jornada. Estos informes permiten visualizar toda la información relativa a las paradas de producción generadas, como su fecha y hora, su clasificación, su causa, si se trata de una parada imputable o no imputable a EBHISA, etc.

| INICIO | FIN | DUR. | TIP. | CLASIF. | ORIG. | DEST. | SEÑAL | CAUSA |
|---------|---------|--------|------|-------------|--------|-------|---------------------|------------------|
| 6:08:56 | 6:16:16 | 7m20s | I | OPERACIONES | DC3-E2 | P803 | DC3-E2 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:08:56 | 6:16:16 | 7m20s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | P803 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:18:41 | 6:26:07 | 7m25s | I | OPERACIONES | DC3-E2 | P803 | DC3-E2 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:18:47 | 6:26:07 | 7m20s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | P803 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:27:22 | 6:31:03 | 3m40s | NI | | DC3-E1 | P803 | DC3-A1 Motor marcha | PARADA F. VERIÑA |
| 6:27:22 | 6:31:03 | 3m40s | NI | | DC3-E2 | P803 | DC3-A2 Motor marcha | PARADA F. VERIÑA |
| 6:36:54 | 6:47:45 | 10m51s | I | OPERACIONES | DC3-E2 | MC2 | DC3-E2 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:36:59 | 6:47:45 | 10m46s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | MC2 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:50:51 | 6:56:06 | 5m15s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | MC2 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 6:51:01 | 6:56:06 | 5m5s | I | OPERACIONES | DC3-E2 | MC2 | DC3-E2 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 7:05:07 | 7:15:48 | 10m41s | I | OPERACIONES | DC3-E2 | MC2 | DC3-E2 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 7:05:57 | 7:15:48 | 9m51s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | MC2 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |
| 7:20:49 | 7:26:39 | 5m50s | I | OPERACIONES | DC3-E1 | MC2 | DC3-E1 Motor marcha | FALTA DESESTIBA |

Imagen 32.-Informe de paradas. Fuente: Archivo documental EBHISA.

- En caso de producirse averías en máquinas, consultar las gráficas correspondientes a las señales que provienen de estas máquinas (caudal de una cinta, intensidad de un motor, etc.) en el software “WinnCC”, ya que de estas gráficas es posible obtener información que pueda conducir a la conclusión de las causas de dichas averías.

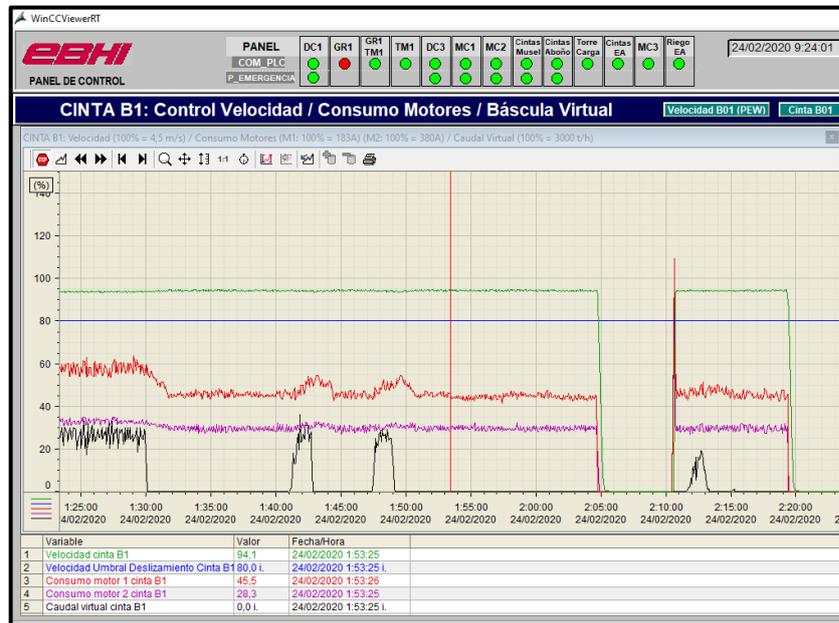


Imagen 33.-Gráficas de las señales de una cinta. Fuente: Software WinnCC.

- Consultar las órdenes de trabajo creadas y aquellas modificadas desde la última jornada, a través de la “Consulta de OT’s”. Esto posibilita estar informado de las tareas llevadas a cabo desde la última jornada y del reporte de información realizado en las mismas.

II) Gestión de tareas.

Durante la jornada laboral se desarrollan una serie de tareas necesarias para una buena gestión de los trabajos de mantenimiento. A continuación, se definen las citadas tareas:

- En aquellas órdenes de trabajo cuyo estado sea el de “**terminada**”, se comprueba que el reporte de la información de estas sea correcto y, si esto es así, se cierran estas órdenes, ya sea mediante el empleo de la herramienta “Consulta OT’s” o la aplicación Prisma. Tanto en el caso de tareas efectuadas por los turnos como en el caso de las tareas desarrolladas por los proveedores, esta labor es responsabilidad de los mandos de mantenimiento de la empresa.
- Empleando la herramienta “Consulta de OT’s”, mediante la consulta predefinida “**pendientes**”, se visualizan todas las órdenes de trabajo que se encuentran en dicho estado. De entre estas órdenes, se seleccionan aquellas que van a ser realizadas

durante la jornada laboral y se modifica su estado a **“planificadas”**. Esto es realizado por los supervisores de mantenimiento y revisado por los jefes de mantenimiento para su aprobación, en el caso de tareas a realizar por los proveedores (a excepción de las tareas de limpieza, en cuyo caso, esta labor es desempeñada por los encargados de los proveedores y validada por el jefe de limpieza). Para las tareas a desempeñar por los turnos, esto es responsabilidad del jefe técnico de turno.

| N.ORDEN | EST. | TIPO | PR. | INC. | GR. | FECHA EDICION | EJECUTANTE | DENOMINACION OT | DESCRIPCION | SUB-CONJUNTO | HORAS |
|------------------------|------|------|-----|------|-----|------------------------|------------|---|-------------|--------------|--------|
| Parque Musel | | | | | | | | | | | |
| 417.261 | | | | | | 20/02/2020 13:15:00 | ... | Redacción proyecto vial parva central. | ... | | 0m |
| Cucharas Carbón | | | | | | | | | | | |
| 417.260 | | | | | | 20/02/2020 13:13:00 | ... | Compra cuchara carbón 50 T | ... | | 0m |
| Cintas Musel | | | | | | | | | | | |
| 413.653 | | | | | | 01/01/2020 12:00:00 | ITURCEMI | Tareas programación/gestión documental | ... | | 0m |
| 413.652 | | | | | | 01/01/2020 12:00:00 | ITURCEMI | Tareas de supervisión | ... | | 76h30m |
| EBHI | | | | | | | | | | | |
| 412.593 | | | | | | 25/11/2019 11:07:00 | ... | Instalación de Switch redundancia panel | ... | | 0m |
| 412.592 | | | | | | 25/11/2019 10:42:00 | ... | Inspección Anillo F.O. | ... | | 0m |

Imagen 34.-Órdenes de trabajo “pendientes”. Fuente: Herramienta “Consulta de OT’s”.

- En la “Consulta de OT’s”, el menú **“Estado de Preventivo”** muestra el programa de mantenimiento preventivo que se encuentra activo. Esto posibilita seleccionar aquellas órdenes de trabajo que van a ser efectuadas durante la jornada laboral y modificar su estado a **“planificadas”**. Esta tarea es realizada por los mismos mandos que en el anterior apartado.
- Informarse de las tareas **“planificadas”** y **“en ejecución”**, mediante el empleo de una consulta predefinida específica en la “Consulta de OT’s”. Esto va a permitir una adecuada coordinación, entre las distintas áreas de mantenimiento, de las tareas a ejecutar a lo largo de la jornada, así como también, entre los proveedores y los turnos involucrados en estas tareas.

| N.ORDEN | EST. | TIPO | PR. | INC. | GR. | FECHA EDICION | EJECUTANTE | DENOMINACION OT | DESCRIPCION | SUB-CONJUNTO | HORAS |
|------------------------|------|------|-----|------|-----|------------------------|------------|--|---|--------------|---------|
| CINTA B03 | | | | | | | | | | | |
| 415.971 | | | | | | 27/01/2020 13:10:00 | ... | Limpieza pasillos | Limpieza pasillo. Turno-E (13-02-20)=> Se limpia el pasillo del lado mar desde la TM-7 hasta el noray 8 | | 10h30m |
| DESCARGADOR DC1 | | | | | | | | | | | |
| 417.400 | | | | | | 04/03/2020 12:00:00 | ITURCEMI | Revisión Eléctrica Cintas+Traslación DC | 28/02/2020: mientras este trabajando la GR1. | | 0m |
| 417.617 | | | | | | 28/02/2020 6:55:00 | ITURCEMI | Verificación Báscula Cinta Intermedia DC | ... | | 0m |
| 417.028 | | | | | | 25/02/2020 12:00:00 | MANTARAS | REVISION SISTEMA DE RIEGO | ... | | 0m |
| 415.715 | | | | | | 03/02/2020 12:00:00 | ITURCEMI | Revisión alumbrado de trabajo | ... | | 6h |
| 261.963 | | | | | | 12/06/2018 7:55:00 | RAMSO M.P. | Fabricar reja | Soldar reja foso | | 207h30m |

Imagen 35.-Órdenes de trabajo “planificadas”. Fuente: Herramienta “Consulta de OT’s”.

- Comunicar a los encargados de los proveedores la planificación establecida. Como se citó con anterioridad, la planificación diaria es realizada por unos determinados mandos, los cuales, una vez realizada la misma, comunican a dichos encargados que la planificación ha sido efectuada. De este modo, estos encargados visualizan la planificación fijada para la jornada en la “Consulta de OT’s” y conocen las tareas a efectuar por su parte.
- Cuando se produzcan cambios en el estado de las tareas es necesario realizar este reporte en sus respectivas órdenes de trabajo, ya sea a través de la “Consulta de OT’s” o del software Prisma. Para las tareas llevadas a cabo por los turnos, el jefe técnico de turno es el encargado de reportar estas modificaciones. En el caso de las tareas efectuadas por los proveedores, estos cambios deben de ser reportados por los encargados de los proveedores en la jornada de mañana y por el jefe técnico de turno en la jornada de tarde.
- Tanto los mandos de mantenimiento de la empresa como los mandos de los proveedores deben de crear órdenes de trabajo para todas aquellas tareas nuevas que surjan, mediante el empleo del programa informático Prisma.
- Reportar la información relativa a las órdenes de trabajo que ya han sido generadas, mediante el empleo de la aplicación Prisma. Para aquellas tareas que efectúan los turnos, el reporte de la información es realizado por quién considere oportuno el jefe técnico de turno. Por su parte, en el caso de las tareas realizadas por los proveedores, los encargados de los proveedores reportan la información relativa a estas órdenes.
- Supervisar que las tareas que se están llevando a cabo en la instalación se desarrollan correctamente.

III) Planificación y coordinación de departamentos.

En esta última fase se lleva a cabo una reunión entre departamentos antes de finalizar la jornada laboral. En esta reunión se tratan los siguientes puntos:

- Se examinan los diversos temas de interés (paradas, problemas de producción, tareas importantes realizadas, etc.) que han tenido lugar desde la anterior reunión.
- El departamento de operaciones traslada a los departamentos de mantenimiento mecánico, eléctrico, limpieza y medio ambiente la planificación de descarga y levantes prevista hasta la próxima reunión de departamentos. Con esto se persigue lograr una coordinación entre estos departamentos para la realización de sus respectivas tareas.

- El departamento de medio ambiente informa de aquellos hechos que forman parte de sus competencias y que afectan a las tareas a desarrollar en la instalación como, por ejemplo, cuando se espera una jornada con unas condiciones medio ambientales complicadas debido a velocidades de viento elevadas, por lo que será necesario organizar los diferentes equipos a emplear para combatir las consecuencias de estas condiciones (por ejemplo, la generación de polvo).
- Se estudia el planificador de descarga de buques con la finalidad de visualizar los próximos buques que se descargarán en la empresa y, a raíz de esto, valorar posibles días de paradas de máquinas para mantenimiento. Con esto se pretende llevar a cabo una planificación de las tareas de mantenimiento a largo plazo.

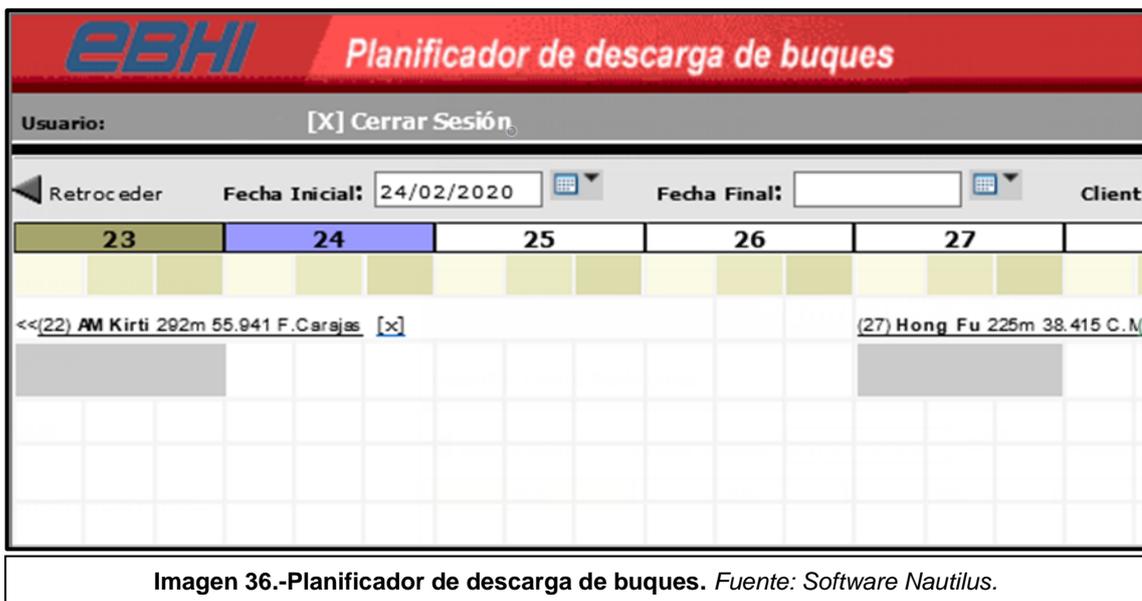


Imagen 36.-Planificador de descarga de buques. Fuente: Software Nautilus.

- Se exponen las paradas que se han producido en la instalación desde la última reunión, con la finalidad de realizar un análisis de estas y tratar de averiguar sus posibles causas.
- Se registran aquellos cambios que se efectúen sobre las paradas tratadas en el párrafo anterior y aquellas paradas de las que es necesario obtener una mayor información. Una vez al mes se lleva a cabo una reunión donde se tratan estos registros realizados y en la que participan los jefes técnicos de turno, el responsable de cada área de mantenimiento y los jefes de operaciones.
- El departamento de operaciones publica el programa de operaciones en donde se indica las operaciones que se van a llevar a cabo en la instalación a partir de la actual reunión y hasta la próxima. También se indican las máquinas reservadas a mantenimiento para la próxima jornada de mantenimiento.

4.1.-Los Mandos de Mantenimiento y sus Funciones.

Como se mencionó al comienzo del presente capítulo, la rutina general de trabajo implantada en esta empresa afecta a diversos mandos de la misma, los cuales, se dedican a la gestión del mantenimiento. A cada uno de estos mandos, se le asignan unas funciones determinadas, de acuerdo con su categoría. A continuación, se establece un listado de estos mandos y se indican las funciones desempeñadas por cada uno de ellos:

I) Coordinador de Mantenimiento.

Gestiona las labores de mantenimiento que se efectúan en la instalación y supervisa la actividad del personal a su cargo y de los proveedores.

Debe de garantizar que las máquinas de la instalación bajo su responsabilidad se encuentren en condiciones apropiadas para su utilización, cuando sea el momento de realizar las operaciones programadas en la terminal.

Plantea a la dirección las acciones e inversiones que considera oportunas, con relación a reparaciones o nuevas adquisiciones de materiales y equipos.

II) Técnico de Proyectos y Mantenimiento.

Ejerce de asesor técnico y administrativo del coordinador de mantenimiento, además de desempeñar las instrucciones determinadas por este.

Plantea y diseña soluciones de presente y de futuro a los problemas que surgen en la terminal.

III) Jefes de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico.

Garantizan la operatividad y mayor disponibilidad posible de las instalaciones y equipos a nivel mecánico y eléctrico respectivamente.

Gestionan las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo a realizar y el personal de proveedores, tanto de presencia diaria en la empresa como de presencia esporádica, encargado de efectuar dichas tareas.

Informan al coordinador de mantenimiento del estado de la instalación y de los diferentes equipos mecánicos y eléctricos.

IV) Supervisores de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico.

Realizan labores de control y supervisión de los trabajos que ejecutan los proveedores contratados por el área de mantenimiento mecánico y eléctrico respectivamente.

Revisan las órdenes de trabajo provenientes de la jefatura de mantenimiento mecánico y eléctrico. Ocasionalmente, sustituyen al jefe técnico de turno en horario de mañanas.

Informan a los jefes de mantenimiento o a otros superiores (en función de la situación) del estado de los equipos mecánicos y eléctricos.

V) Jefe Técnico de Turno.

Organiza y coordina las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo designadas al turno, necesarias para garantizar que la instalación se encuentra en condiciones óptimas para efectuar las operaciones programadas.

Controla e inspecciona la instalación y, de forma puntual, puede cooperar en trabajos de apoyo a mecánicos y eléctricos.

Recoge los partes cubiertos por el jefe de equipo para que, a través de estos o también mediante otros medios, el coordinador de mantenimiento y el siguiente turno conozcan las tareas realizadas y las anomalías apreciadas durante el turno.

VI) Jefe de Equipo.

Supervisa y, en ocasiones, realiza los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo mecánicos y eléctricos asignados al turno. Complementa las funciones del jefe técnico de turno.

Ocasionalmente, lleva a cabo trabajos de limpieza en la instalación (limpieza de cintas, tolvas, etc.).

Rellena los correspondientes partes donde se establecen las tareas efectuadas y las irregularidades observadas.

VII) Jefe de Limpieza.

Ratifica y controla los trabajos que efectúan los proveedores contratados por el área de mantenimiento de limpieza.

Informa al coordinador de mantenimiento del estado de la instalación y de las tareas de limpieza.

Como se puede observar, esta rutina está relacionada en gran medida con el sistema GMAO, ya que para efectuar un número considerable de sus tareas es necesario la utilización de la aplicación Prisma o de la herramienta "Consulta de OT's". Además, la citada rutina sirve de guía para que los mandos de mantenimiento realicen sus tareas generales conforme a las directrices establecidas por la dirección.

Conclusiones.

En la actualidad, debido a la gran competitividad del mercado, las empresas están obligadas a desarrollar sus funciones con los menores costes posibles, para poder alcanzar sus objetivos y, la sociedad EBHISA, no es ajena a este hecho. Para ello, se deben de tener en cuenta una serie de factores y uno de ellos es el mantenimiento. El hecho de desarrollar un mantenimiento eficiente hace que la instalación de la empresa se encuentre en unas condiciones de fiabilidad óptimas para llevar a cabo las operaciones programadas y que los costes de mantenimiento sean apropiados. Para poder conseguir esto, una herramienta de gran ayuda en la gestión del mantenimiento son los sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (conocidos como sistemas GMAO), siempre y cuando, se lleve a cabo una adecuada implantación de los mismos.

Desde mi punto de vista, el empleo de los sistemas GMAO en las empresas son fundamentales para poder evolucionar en la gestión del mantenimiento. A pesar de las inconvenientes que pueden presentar, como sus elevados costes (tanto de adquisición como de implantación) o los problemas que pueden surgir debido a una mala utilización, si se consigue una oportuna implantación, estos sistemas presentan beneficios muy importantes para la gestión del mantenimiento de las instalaciones.

Para la implantación del sistema GMAO Prisma en la sociedad EBHISA se dieron de alta una elevada cantidad de parámetros, tal y como se ha explicado en el presente estudio, lo que supone unos costes de mano de obra significativos. Sin embargo, una vez se encuentran todos los parámetros necesarios introducidos en la aplicación, se dispone de una base de datos con toda la información relativa al mantenimiento y ordenada de una forma adecuada. Esto permite, a su vez, la creación de las órdenes de trabajo, tanto correctivas como preventivas, y efectuar el correspondiente reporte de información. Por tanto, la implantación de estos softwares posibilita pasar de las órdenes de trabajos en papel o hojas de cálculo, muchas veces sin un orden correcto, a un sistema digital en el que toda la información se encuentra organizada y relacionada.

Además de la aplicación Prisma, en esta empresa se dispone de una serie de herramientas complementarias a esta, como la herramienta "Consulta de OT's", que facilita el acceso a la información relativa a las órdenes de trabajo, siendo este más completo e intuitivo. En lo respectivo al "cubo de Prisma", esta herramienta permite disponer de todas aquellas consultas que el departamento de mantenimiento considera necesarias para llevar a cabo el análisis de los datos asociados al mantenimiento. El objetivo final que se persigue con el empleo de estas herramientas es el de optimizar la gestión del mantenimiento.

Sin embargo, un error muy común es el hecho de creer que por implantar un sistema GMAO la gestión del mantenimiento va a ser inmediatamente eficaz, lo cual, no es cierto. Para alcanzar este objetivo, la clave reside en que el personal de la empresa se apoye en la información aportada por estos sistemas para la toma de decisiones.

Tras la realización del presente trabajo, un empleado que comenzase a trabajar en la sociedad EBHISA podría emplear este estudio a modo de manual de organización, el cual, le permita entender la configuración y el modo de funcionamiento de las herramientas empleadas en esta empresa para la gestión del mantenimiento.

Una vez realizado el análisis de las herramientas utilizadas en la sociedad EBHISA para llevar a cabo la gestión del mantenimiento, se puede concluir que, en la actualidad, estas herramientas se encuentran implantadas convenientemente y posibilitan una adecuada gestión del mantenimiento. No obstante, esta gestión puede ser mejorada mediante el empleo de dispositivos móviles (como, por ejemplo, teléfonos móviles o tabletas) para el acceso al programa informático Prisma o a la herramienta "Consulta de OT's". Aunque habría que adaptar estas herramientas para su uso en dispositivos móviles, debido al tamaño de la pantalla de estos últimos, se obtendrían notables beneficios, ya que se podrían crear o consultar órdenes de trabajo o modificar el contenido de ciertos campos de estas desde cualquier punto de la instalación, sin necesidad de tener que desplazarse hasta la oficina para llevar a cabo estas tareas.

La implantación del sistema GMAO Prisma en esta empresa ha producido un cambio significativo a la hora de gestionar el mantenimiento y ha dado lugar a una mejora importante de esta gestión, formando parte del mantenimiento como motor de desarrollo funcional de EBHISA.

Bibliografía/Webgrafía.

Capítulo 1.-El Mantenimiento.

- <http://www.solesoluciones.com/historia-del-mantenimiento/>
- <https://ingenieromarino.com/mantenimiento-del-buque1oparteintroduccion-al-plan-de-mantenimiento/>
- <http://mongrat.com/mantenimiento-industrial-y-objetivos/>
- MANUEL CORRETGER RAUET. *Técnicas de gestión de mantenimiento*. Seminario impartido por la Asociación Española de Mantenimiento (AEM) en EBHISA.
- NASSIR SAPAG CHAÍN. *Proyectos de inversión: formulación y evaluación*. México: Pearson Educación, 2007
- <https://sites.google.com/site/mantenimientogralypreventivo/home/mantenimiento-preventivo-predictivo-productivo-total>
- <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5644493.pdf>
- <https://es.scribd.com/doc/75006820/Gestion-del-Mantenimiento-Asistido-por-Ordenador>
- <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-gmao/>
- <https://mantenimiento-mi.es/2013/gmao-la-importancia-del-software-para-la-gestion-del-mantenimiento>
- <https://es.slideshare.net/JoseMariaJuezGil/gestion-de-un-gmao-prisma3>

Capítulo 2.-EBHISA.

- <https://www.ebhi.es/>
- <https://www.lne.es/gijon/2020/02/06/lucia-herrero-hara-cargo-gerencia/2594820.html>
- ASWEBA – UNIÓN TEMPORAL. *Manuales de servicio y mantenimiento de descargadores y máquinas combinadas*.

Capítulo 3.-El Sistema GMAO en EBHISA: Prisma 4.

- SISTEPLANT. *Manual Prisma 4*.
- <https://www.innovaconsulting.es/blog/que-es-navision/>

Anexo I.

Entrevista a DAVID RODRÍGUEZ PÉREZ.

Ingeniero en electrónica industrial y automática.

Puesto actual:

- Técnico de proyectos y mantenimiento en EBHISA Gijón.

Puestos anteriores:

- Técnico de programación en subcontrata de EBHISA.
- Oficial de primera eléctrico en subcontrata de EBHISA.

Nombre del entrevistado: David Rodríguez Pérez

Materia: Gestión del mantenimiento.

Fecha de entrevista: 27 de febrero de 2020.

Identificadores: Javier Álvarez **(J)**, David Rodríguez **(D)**

J: Desde su punto de vista, ¿cuál es la importancia del mantenimiento en la funcionalidad de una empresa como EBHISA?

D: Es vital como en cualquier instalación. Con un mantenimiento adecuado la fiabilidad de los equipos de la instalación se establecerá en unos niveles óptimos para las exigencias productivas. En una instalación como esta cualquier parada de la misma afecta directamente a la producción, implicando unos costes productivos muy altos.

Además, es imprescindible para mantener la instalación con los requisitos legales y de seguridad que se exige hoy en día a la industria, siendo por otro lado una pieza clave para la modernización y la adaptación tanto a la nueva tecnología como los nuevos métodos de trabajo.

J: ¿Por qué considera que se debe gestionar el mantenimiento?

D: Detrás de cualquier tarea o cualquier plan de mantenimiento, una planificación y previsión adecuada es vital para conseguir un resultado satisfactorio. Por supuesto, la utilización de herramientas adecuadas, como por ejemplo un sistema GMAO, es de importancia para el análisis de la información relacionada con el mantenimiento de la instalación. También se debe tener en cuenta otros factores como la política y los criterios de mantenimiento a seguir, la organización estructural del personal del área de mantenimiento, la aptitud y actitud de estos, etc.

J: Para usted, ¿cuáles son las principales ventajas e inconvenientes del empleo del software Prisma en la gestión del mantenimiento?

D: Si hubiese algo que interpretar como inconveniente sería la duración del periodo de implantación del sistema GMAO. La implantación del sistema GMAO supone un cambio radical en la manera de gestionar el mantenimiento y es necesario que los cambios sean progresivos para que la implantación se acabe completando.

Otro punto negativo que resaltar sería el riesgo de caer en una rutina de exceso de información que implique un gasto de recursos excesivos en el reporte de la información. Es imprescindible analizar, antes de establecer un reporte, que información vamos a obtener y para qué, y en caso de ser posible, analizar la repercusión a nivel organizativo y económico.

En cuanto a puntos positivos, por un lado, está la imagen de calidad y transparencia que se traslada a nivel organizativo. Para que se entienda, un ejemplo sería el caso de llevar el coche a reparar a un taller, en el cuál, se te entrega un presupuesto desglosado, en el que se indica el coste de todas las piezas y de la mano de obra (en contra, en otro taller se te entrega un presupuesto en el que simplemente se indica el precio total de la reparación del coche). Pues este ejemplo se traslada a un nivel industrial, como puede ser aquí, en esta instalación.

A su vez, se dispone de un histórico de los datos relacionados con el mantenimiento, lo que aporta referencias e información en caso de ser necesarias.

Otro punto positivo sería la disponibilidad de información relacionada con los aspectos más importantes del mantenimiento de la instalación que ayudan en la toma de decisiones futuras. El hecho de poder valorar económicamente cada tarea, cada plan de mantenimiento y, en general, el coste total de mantenimiento de la instalación es vital para ser conscientes del contexto y momento en el que nos encontramos en cada toma de decisión.

Por último, es necesario mencionar que aporta una mejora en la comunicación tanto a nivel de fiabilidad como de inmediatez entre todos los integrantes de mantenimiento.

J: A la hora de implantar la aplicación Prisma, ¿se realizó algún proceso para la adaptación del personal a su empleo? y, ¿en qué estado considera que se encuentra hoy en día esta adaptación?

D: Se analizó el personal que iba a tener que gestionar el sistema GMAO y la capacidad que tenía para la utilización de dispositivos electrónicos. Cuando se implantó el sistema GMAO en EBHISA, la mayor parte de la plantilla que iba a gestionar este sistema tenía escasos conocimientos informáticos, por lo que en todo momento se buscó no saturar al personal con el uso de este software y se realizaron labores formativas que fueron de gran alcance. Hay que tener en cuenta que no es lo mismo implantar un sistema GMAO con gente joven, que conviven con las nuevas tecnologías, que con gente de anteriores generaciones.

En lo que respecta a la segunda pregunta, mencionar que en la actualidad cuando se implanta alguna novedad en el sistema GMAO las labores formativas son prácticamente innecesarias, ya que el personal está habituado al uso de aplicaciones informáticas en el día a día, por lo que hoy en día se podría decir que el personal ya tiene interiorizado el uso del sistema GMAO.

J: ¿Cree que el personal ve el empleo del software Prisma como algo bueno para el mantenimiento o simplemente lo consideran como algo impuesto a lo que se deben de adaptar?

D: Inicialmente, y como en todos los cambios que se nos imponen en la vida, se vio como una imposición y hubo cierto rechazo. Sin embargo, con el tiempo los propios usuarios fueron utilizando cada vez más el sistema GMAO para la gestión del mantenimiento, por iniciativa propia. Es necesario tener en cuenta que uno de los puntos positivos que aporta el software es que permite al usuario visualizar mediante información cómo se va desarrollando el mantenimiento.

Por lo tanto, la conclusión sería que en la actualidad el personal ve el sistema GMAO como una herramienta más en la gestión del mantenimiento que les es de gran ayuda.

J: ¿Considera que le está sacando el máximo partido al software Prisma o todavía faltan cosas por mejorar?

D: Siempre se puede sacar más provecho, pero es necesario avanzar en la gestión de una forma lógica y progresiva y, en ocasiones, es necesario esperar a un momento apropiado en el que se disponga de los recursos adecuados para establecer una mejora.

J: ¿Ha podido constatar que desde la implantación de la aplicación Prisma se han reducido los costes de mantenimiento?

D: Es una respuesta difícil de contestar de una manera simple, ya que es necesario analizar una gran cantidad de información de todo tipo para llegar a estas conclusiones. Además, hay que tener en cuenta que la producción en los últimos diez años ha variado de forma muy agresiva debido a la tendencia del mercado. Aun así, se ha constatado la reducción de costes en puntos específicos de la instalación. Por otro lado, los tiempos de avería se han reducido considerablemente a lo largo del tiempo, lo cual repercute directamente en los beneficios productivos. Sin embargo, tampoco se pueden ligar estos hechos exclusivamente al uso del sistema GMAO, ya que hay otros aspectos en la gestión del mantenimiento que afectan a la reducción de costes y a la mejora en general.

J: ¿Estima adecuada la disponibilidad media de las máquinas de la instalación? y, ¿la evolución de la disponibilidad es positiva?

D: Respecto a la primera pregunta, simplemente he de decir que a nivel productivo solo en situaciones excepcionales la producción se ha visto perjudicada de forma notoria. En general, se cumplen las exigencias establecidas por el departamento de operaciones.

En relación con la segunda pregunta, la disponibilidad de las máquinas ha aumentado en los últimos años considerablemente, debido a las mejoras implantadas en la gestión del mantenimiento, dentro de la cuales, el sistema GMAO es una de ellas.

J: ¿Qué importancia le otorga, en relación con la gestión del mantenimiento, al hecho de que todos los empleados tengan claras cuáles son las funciones que han de desempeñar en la empresa y a establecer una rutina de trabajo diaria a seguir por los mandos de la misma?

D: La disciplina y el rigor en cualquier organización es realmente importante y es un punto clave que afecta a la comunicación entre los integrantes del mantenimiento. Pero también considero importante que exista flexibilidad comunicativa entre los citados integrantes, es decir, no establecer líneas rojas que limiten las capacidades humanas de los profesionales. No todo está escrito.

En cuanto a la segunda pregunta, considero que el hecho de interiorizar una rutina hace que todas las tareas se desarrollen con los criterios y métodos establecidos por la dirección de mantenimiento. Además, también ayuda a que la organización del mantenimiento no dependa tanto de las personas sino de cómo está establecido el sistema organizativo.