



ISSN: 1988-5245
<https://doi.org/10.51896/delos>

DELOS. DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE

D I C E latindex IDEAS EconPapers Dialnet InDICES CSIC MIAR SUCÚPIRA

DIDÁCTICA DE LA FABRICACIÓN AUTOMOVILÍSTICA: ANÁLISIS PRÁCTICO

Vanesa Carreras Martín

Universidad Nacional de Educación a Distancia

vanesacarrerasmartin@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3469-7788>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Vanesa Carreras Martín (2021): "Didáctica de la fabricación automovilística: análisis práctico", Revista DELOS, Vol 14 Nº 38 (junio 2021). En línea:
<https://www.eumed.net/es/revistas/delos/vol-14-no-38-junio-2021/fabricacion-automovilistica>

RESUMEN

Es un hecho que el ser humano es un ser de costumbres y como tal, es complicado desarraigarse de las mismas. En pleno siglo XXI, uno de los factores generales que presenta una gran importancia es que todos los habitantes del planeta dispongan de conciencia medio ambiental, y se respete, pudiendo explotar actividades sin una excesiva repercusión. En la actualidad, numerosas empresas y fábricas adaptan paulatinamente la explotación, incluyendo el mantenimiento, con el fin de reducir emisiones y adecuarse a la situación mundial actual. El mantenimiento y el medio ambiente comparten que ambos no deben apreciarse como un coste sino como una inversión que a corto plazo supone ahorros económicos importantes. Entrando más al detalle, la misión de la adaptación consiste en la reducción de consumos energéticos, aumentar la calidad de los productos, reducir la cantidad de rechazos y residuos que se pueden producir, incrementar la productividad, reducir los costes globales de esta actividad productiva, disminuir los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente. El objetivo real del análisis es, en definitiva, exponer los procesos productivos, la composición del proyecto técnico de los procesos, el programa de mantenimiento, las herramientas para toma de decisiones y los costes.

Palabras clave: Vehículo automotor, adaptación al cambio climático, desarrollo económico y social, instalación industrial, inversión, recursos energéticos.

DIDACTICS OF AUTOMOBILE MANUFACTURING: PRACTICAL ANALYSIS

ABSTRACT

It is a fact that the human being is a being of customs and as such, it is difficult to uproot them. In the XXI century, one of the general factors that is very important is that all the inhabitants of the planet

have environmental awareness and respect themselves, being able to exploit activities without excessive repercussions. Therefore, today many companies and factories gradually adapt their operation, including maintenance, in order to reduce emissions and adapt to the current world situation. Maintenance and the environment share that both should not be seen as a cost but as an investment that in the short term implies significant economic savings. Going into more detail, the mission of adaptation consists of reducing energy consumption, increasing the quality of products, reducing the amount of rejects and waste that can be produced, increasing productivity, reducing the overall costs of this productive activity, reducing risks to people and negative effects on the environment. The real objective of the analysis is exposing the production processes, composition of the technical project of the processes, maintenance program, decision-making tools and costs.

Keywords: Automotive vehicle, adaptation to climate change, economic and social development, industrial installation, investment, energy resources.

INTRODUCCIÓN

Obviamente, la industria es un elemento fundamental de la economía mundial, aunque eso no es todo, la industria es responsable de más de la mitad de las emisiones totales de algunos de los principales contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero, así como de otros importantes impactos medioambientales, como la liberación de contaminantes en el agua y el suelo, la generación de residuos y el consumo de energía. Según Acciona (2021), el objetivo se concreta en una reducción, antes del año 2030, del 60% de las emisiones tanto directas como de energía consumida.

El futuro del planeta actualmente depende de la gestión que se lleve a cabo sobre los recursos energéticos. Para ello, es de suma importancia que la producción de las fábricas se realice de la manera más sostenible y ejecutando las tareas de fabricación con las mínimas consecuencias para el medio ambiente. Obviamente es inviable erradicar las necesidades del ser humano en cuanto a los productos, por lo que, desde el proyecto técnico, hay que poner en el punto de mira la sostenibilidad, que según la definición más acorde encontrada, está referida al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno (Responsabilidad social empresarial y sustentabilidad, 2021). El análisis de la presente investigación se centrará en enfocar la creación de una fábrica automovilística con la máxima protección para el medio ambiente, con prosperidad económica y bienestar social dentro del ámbito territorial.

Tras la creación y diseño, los cuales determinarán los consumos energéticos del futuro, cae un importante peso en el mantenimiento de las instalaciones. El programa de mantenimiento se ejecuta con el objetivo de reducir las necesidades energéticas, aumentando también la calidad de los productos, reduciendo la cantidad de piezas rechazadas y residuos que se puedan producir. Un punto muy positivo a favor del correcto mantenimiento es que incrementa la productividad de la planta descartando así la repetición de tareas, reduciendo así los costes globales. A nivel de prevención de riesgos laborales se destaca que una instalación mantenida disminuye los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente.

A niveles europeos, se han aplicado una serie de correctivos, entre ellos, una normativa medioambiental más estricta, mejoras en la eficiencia energética, una transición hacia procesos de fabricación menos contaminantes y regímenes voluntarios para reducir el impacto ambiental.

METODOLOGÍA

A continuación, se expondrá una definición exacta y detallada de los procesos productivos relacionados con la fabricación dentro del sector automovilístico. Las fases en las que se centra la fabricación en: Planificación, Diseño y Desarrollo, Proveedores, Construcción y Montaje.

En la planificación, lo primero es realizar un estudio de mercado con el objetivo de analizar qué características y tipo de vehículo requiere el mercado, además de planificar en qué medida y volumen que se demanda. Con ello, se estima el precio final, se necesita negociar contratos con proveedores y tras ello, calcular coste de fabricación. Para el diseño y desarrollo, los resultados de la fase inicial son la base para esta fase. En esta fase se establece el diseño exterior y, de forma más aproximada, el diseño interior. Se documentan los requisitos técnicos de cada componente para desarrollar y fabricar. Una vez que se ha establecido el diseño y los componentes necesarios, se abren concursos para los diferentes componentes entre diferentes proveedores. El proveedor con el material con mejores características técnicas, y el precio más ventajoso, posiblemente sea elegido.

En la fase de la construcción se termina de detallar el vehículo y todos sus componentes por completo. Para ello, se deben tener en cuenta los requisitos legales, costes, características del producto final, calidad y viabilidad de fabricación. Es importante tener en cuenta el estudio de viabilidad, sobre todo, desde el punto de vista económico realizando un balance de beneficios y costes (Fondos Estructurales - FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA, 2003). La construcción real del vehículo se efectúa en diferentes fases. En la primera se crean vehículos virtuales en tres dimensiones con medidas ideales. En una segunda fase, los primeros prototipos reales suelen fabricarse en un taller especializado para estos propósitos con una línea de producción limitada, en lugar de fabricarse en la planta final de producción. Es entonces cuando se suele transferir la producción a la planta comenzando con pocas unidades y siempre en diferentes ciclos. La verificación del vehículo se efectúa en diferentes escenarios, laboratorios, circuitos de pruebas, y en condiciones climáticas extremas, como en países extremadamente fríos y calurosos, así como en desiertos. El siguiente paso es el uso de prototipos (con camuflaje) en vías públicas. Los resultados de todas estas pruebas se tienen en cuenta en el siguiente ciclo de desarrollo del vehículo. En paralelo a la optimización del vehículo final se planifica, lícita y monta la maquinaria necesaria en la planta para la fabricación del nuevo vehículo.

Cuando la construcción del vehículo es confirmada, se comienza con la planificación de su fabricación. Normalmente, los nuevos vehículos se fabrican en líneas ya existentes (probablemente del modelo predecesor), por lo que se trata de adaptar la línea existente de forma que tanto el modelo antiguo, así como el nuevo, puedan fabricarse a la vez. Esto es necesario porque normalmente entre doce y seis meses antes de lanzar el nuevo modelo, este ya comienza a componerse en la fábrica (sin la madurez necesaria aún para lanzarse al mercado). El reto de adaptar la línea es que la producción actual ha de perturbar lo menos posible para seguir

produciendo los modelos en serie. Tras finalizar la planificación de la producción se comienza con el montaje, como paso previo a la fabricación del nuevo vehículo.

Para facilitar la redacción de la definición del proceso, se deben incluir, en la medida de lo posible, todos los apartados de un proyecto técnico, es decir, Memoria del proceso, Pliego de Condiciones, Planos necesarios, Mediciones y Cálculos necesarios, Presupuesto, Estudio de Seguridad y Salud. Un proyecto técnico es el conjunto de planos, esquemas, y textos explicativos, utilizados para definir, en este caso, las condiciones de la fabricación automovilística. El objetivo del proyecto es estudiar e investigar si es o no posible realizar la tarea propuesta, tanto desde el punto de vista técnico, funcional o normativo. En definitiva, los proyectos son guías que establecen pasos a seguir para cumplir un objetivo.

Entrando en los detalles del contenido del proyecto, una de las partes más importantes es la memoria del proceso, en este apartado se refleja el objeto del proyecto, antecedentes, normas y referencias, requisitos de diseño, análisis de soluciones y planificación. El objeto de la memoria es el propósito principal al cual se dirigirán los recursos y esfuerzos para darle cumplimiento. Su principal característica es que los objetivos son concretos, es decir, medibles y cuantificables. En este caso, el objetivo sería la realización de un estudio para la fabricación de una serie de automóviles. Los antecedentes son una referencia para analizar hechos posteriores y ello sirve para juzgarlos y entenderlos. Las normas y referencias que se utilizaran para el desarrollo del proyecto son importantes. La principal sería la UNE 157001:2014 sobre el contenido y redacción de proyectos (Criterios generales sobre la elaboración de proyectos: Normalización Española, 2021). Estas normas están dispuestas por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Dentro de los requisitos de diseño se establecen plazos, cantidad de producción anual, cantidad de prueba, condiciones de pago, tasa de productos defectuosos, verificación de normativas de calidad sobre los productos... Por otro lado, se establecen requisitos relacionados con la normativa sobre todo, las derivadas a la legislación vigente. El análisis de soluciones tiene como propósito generar un sistema de fabricación lo más eficiente posible, pues se han tenido que evaluar diferentes opciones y elegir entre las más adecuadas a las posibilidades de la empresa, teniendo muy en cuenta los requisitos de diseño y calidad. Por último, dentro del apartado de la memoria, hay que centrarse en la planificación. Se realiza el diagrama Gantt en el cual se observa la duración de cada proceso, así como la relación existente entre cada uno de ellos.

Los pliegos de condiciones, recogen las especificaciones técnicas definidas, tanto en los planos, como en la memoria del proyecto, especificando las características técnicas de los materiales, los medios auxiliares a emplear durante el transcurso de las obras, así como los equipos necesarios para llevar a cabo las unidades de obra definidas en el proyecto.

Los planos son la representación gráfica de las soluciones adoptadas. Deben comprender tanto los planos de conjunto, como los de detalle necesarios para que pueda realizarse el trabajo sin dificultad. Un punto bastante importante y al hilo del apartado anterior, son las mediciones y cálculos. Las Mediciones definirán y justificarán la cantidad y características de todos los elementos que integran el diseño, junto con una estimación justificada de los precios de dichos elementos.

En cuanto al apartado de presupuesto se encuentra el cuadro de precios agrupado por capítulos, resumido por capítulos, con expresión del valor final de ejecución y contrata, presupuesto del control de calidad, presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, y valoración del coste previsto de la gestión de los residuos. El estudio de seguridad y salud de una determinada obra es un documento integrado en el proyecto, en el que se establecen los procedimientos de prevención y protección técnica necesarios para el desarrollo de la obra en condiciones de seguridad y salud. Para integrar la prevención en el origen, la elaboración del proyecto y del estudio de seguridad y salud debiera ser de carácter simultáneo, persiguiendo de esta forma una coherencia de los aspectos preventivos entre ambos documentos.

A partir de la situación actual donde ya se ha determinado el proceso productivo, se realiza un mantenimiento programado a partir de los datos suministrados por los fabricantes de las máquinas empleadas en el proceso (Albornoz, 2020). Siempre se pueden consultar catálogos facilitados por los fabricantes y/o suministradores para establecer dichas gamas de mantenimiento programado. Los pasos fundamentales para diseñar un programa de mantenimiento son, en primer lugar, preparar un inventario de equipos e instalaciones donde aparezca el listado de los equipos, ficha técnica y catálogo de documentación técnica. La información que aporta el listado de equipos está relacionada con el tipo, marca, modelo y número de identificación. La Ficha técnica contiene el código, denominación, ubicación, características técnicas principales y gamas de mantenimiento asignadas.

A continuación, se elaborarán las gamas y procedimientos de ejecución del mantenimiento, donde aparecerán las gamas de mantenimiento por tipo de mantenimiento y por contenido, la planificación global anual de la fábrica y la ejecución. Un sistema de órdenes de trabajo sirve para planear y controlar el mantenimiento. Hay que pensar estratégicamente sobre la distribución, control y recogida de órdenes, y también importante comunicación de avisos de fallo. El siguiente paso sería realizar un inventario de materiales y piezas de mantenimiento donde se analiza necesidades, la rapidez de aprovisionamiento e inventario de elementos de mantenimiento. Tras ellos, una buena práctica es confeccionar informes para administrar el mantenimiento, de esta manera, mejora la comunicación y recogida de datos, controla actividades de mantenimiento y proporciona información necesaria para tomar decisiones acertadas con el fin de controlar y mejorar el proceso de mantenimiento. A continuación, entraremos en materia, indicando cuales son los equipos que compondrán la producción.

RESULTADOS

Tras estudiar el funcionamiento de una fábrica automovilística, se determinan cuáles son las máquinas que entran en juego dentro de los diferentes pasos. Estos equipos están compuestos de: Prensa hidráulica, brazos robotizados (montaje, pintura y ensamblaje), horno de secado y elevadores.

Figura 1

Fichas técnicas de maquinaria

VEHICULOS Y MAQUINARÍA				Categoría de vehículo	Ficha N°
				Prensa hidráulica	1
FICHA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA					
Información básica				Código: PH-1	
Marca	Galdabini	Modelo	KBT 55		
Clase	EV / 315	Año de fabricación	2015		
Color	Naranja/Gris	Cilindrada	NA		
Peso		Sistema combus	NA		
N° ocupantes	NA	Odómetro	NA		
Identificación y registro legal automotriz					
Código de placa		NA	Estado general		Buen estado
N° motor		NA	Tipo de transmision		NA
N° chasis		NA	N° de ejes		1
Información especial				N° de ruedas	NA
Departamento asignado		Carroceria		Cód. neumáticos	NA
Valor de la unidad en libro		30.000€		Potencia	315 T
Catalogo disponible		Sí		Torque	NA
Manual usuario disponible		Sí		Dimensiones	3500x2000mm
OBSERVACIONES:					

VEHICULOS Y MAQUINARÍA				Categoría de vehículo	Ficha N°
				Brazo robotizado	2
FICHA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA					
Información básica				Código: BR-2	
Marca	ABB	Modelo	IRB 2400		
Clase	IRB 2400	Año de fabricación	2015		
Color	Naranja/Gris	Cilindrada	NA		
Peso	380 kg	Sistema combus	NA		
N° ocupantes	NA	Odómetro	NA		
Identificación y registro legal automotriz					
Código de placa		NA	Estado general		Buen estado
N° motor		NA	Tipo de transmision		NA
N° chasis		NA	N° de ejes		6
Información especial				N° de ruedas	NA
Departamento asignado		Montaje, pintura y ensamblaje		Cód. neumáticos	NA
Valor de la unidad en libro		1.800€		Potencia	670 W
Catalogo disponible		Sí		Torque	NA
Manual usuario disponible		Sí		Dimensiones	1564x1065mm
OBSERVACIONES:					

VEHICULOS Y MAQUINARÍA				Categoría de vehículo		Ficha N°		
				Horno de Secado		3		
FICHA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA								
Información básica				Código: HS-3				
Marca	IRT	Modelo	Double					
Clase	PowerCure	Año de fabricación	2015					
Color	Blanco	Cilindrada	NA					
Peso	285 Kg	Sistema combus	NA					
N° ocupantes	NA	Odómetro	NA					
Identificación y registro legal automotriz								
Código de placa		NA		Estado general		Buen estado		
N° motor		NA		Tipo de transmision		NA		
N° chasis		NA		N° de ejes		1		
Información especial				N° de ruedas				NA
Departamento asignado		Secado		Cód. neumáticos		NA		
Valor de la unidad en libro		5.000€		Potencia		60 W		
Catalogo disponible		Sí		Torque		NA		
Manual usuario disponible		Sí		Dimensiones		2850x1900mm		
OBSERVACIONES:								

VEHICULOS Y MAQUINARÍA				Categoría de vehículo		Ficha N°		
				Bancada		4		
FICHA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA								
Información básica				Código: B-4				
Marca	ASTRA	Modelo	AB1000					
Clase	RAPID	Año de fabricación	2015					
Color	Rojo	Cilindrada	NA					
Peso	1000 Kg	Sistema combus	NA					
N° ocupantes	NA	Odómetro	NA					
Identificación y registro legal automotriz								
Código de placa		NA		Estado general		Buen estado		
N° motor		NA		Tipo de transmision		NA		
N° chasis		NA		N° de ejes		1		
Información especial				N° de ruedas				NA
Departamento asignado		Ensamblaje		Cód. neumáticos		NA		
Valor de la unidad en libro		5.000€		Potencia		10 T		
Catalogo disponible		Sí		Torque		NA		
Manual usuario disponible		Sí		Dimensiones		3.000x940x120 mm		
OBSERVACIONES:								

Sobre el estudio de necesidades técnicas de los equipos y distribución de las tareas, aparte de disponer de los técnicos capacitados, equipos y herramientas adecuadas, como resultado se expone el desarrollo del programa de mantenimiento. Para juntar las actividades semanales/diarias de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la maquinaria, extraídas desde los planes preventivos individuales o ingresadas a través de una orden de trabajo abierta ante averías, se realiza a través de la hoja para planeación del mantenimiento. Desde esta, se genera un sistema de

registros y documentos que permiten administrar, ejecutar y controlar la gestión del mantenimiento, los cuales se moverán por el proceso general de mantenimiento. El cuerpo central de tales registros, es la orden de trabajo, asistida por los demás documentos que normalmente parten de datos extraídos de la misma. Paralela a esta orden de trabajo, el recurso técnico que ayudará a decidir un orden de ejecución, es la declaración de un sistema de prioridades.

Figura 2

Sistema de prioridades ante averías

SISTEMA DE PRIORIDADES		
PRIORIDAD	PERIODO DE TIEMPO PARA REALIZACIÓN DEL TRABAJO	ORDEN DE EJECUCIÓN
Urgente	En un plazo de 24 horas	1
Normal	En un plazo de una semana	2
Programado	Según programación del mantenimiento	3

Para saber ágilmente de que se dispone, es una buena práctica elaborar un inventario de repuestos y consumibles en el almacén. En base al programa de mantenimiento preventivo de cada unidad, se determinan los requerimientos de repuestos, lubricantes y materiales automotrices; entonces, su gestión dispone de tiempo para el aprovisionamiento, y se propone una lista de lubricantes, y filtros necesarios para un año de servicio, los cuales se registrarán y almacenarán en la sede para posteriormente ser solicitados a través de una orden de ingreso. Dentro de este tipo de mantenimiento, también se incluyen las reparaciones generales programadas, para las cuales se debe gestionar anticipadamente la autorización y compra de los repuestos y materiales necesarios, asegurando su aprovisionamiento al momento de parar la unidad, sin restarle importancia y agilidad, conociendo que este mantenimiento será tercerizado. A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo, requiere de un stock de seguridad para satisfacer la demanda emergente, calculada en base a una serie de parámetros de gestión, principalmente de los repuestos.

La totalidad de estas actividades correctivas van a ser tercerizadas, por lo que, siempre existirá la necesidad de compra directa, a través de su respectiva orden elaborada por el jefe de mantenimiento y efectuada por el gerente de operaciones. Se recomienda mantener contacto periódicamente con los proveedores de estos repuestos, para de alguna manera, comprobar existencias en el mercado nacional y estimar el tiempo de aprovisionamiento.

Para cuando se implemente el taller de mantenimiento propio, se aconseja mantener un stock de seguridad, en base a los datos prácticos de consumo regular en determinados periodos. Además, se plantea el establecimiento de un fondo de emergencia para repuestos, de un valor del 2-3% del coste total de la flota; este valor se corregirá de acuerdo a su utilización promedio.

Las gamas de mantenimiento son listas de tareas a realizar en un equipo, en una instalación, en un sistema o incluso en una planta completa. La información básica que debería tener una gama de mantenimiento es la del equipo en el que hay que realizar la tarea, descripción de la tarea a realizar, resultado de la realización y valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación. Las tareas se agrupan en gamas siguiendo

alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (gamas diarias, gamas mensuales, gamas anuales, etc.) o por especialidad (gamas de operación, gamas mecánicas, gamas eléctricas, gamas predictivas, etc.).

Hay numerosas herramientas que ayudan a analizar las causas raíz, a establecer prioridades y facilitar la toma de decisiones que motivan el mantenimiento programado en el proceso a partir de los datos suministrados por los fabricantes de las máquinas. Por ejemplo, el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), diagramas de Ishikawa, diagramas de Pareto, y diagramas de control, son algunas de estas herramientas.

El AMFE es una metodología que se aplica a la hora de diseñar nuevos servicios o procesos (en este caso). Su finalidad es estudiar los posibles fallos futuros (“modos de fallo”) para posteriormente clasificarlos según su importancia. A partir de ahí, obtendremos una lista que nos servirá para priorizar cuáles son los modos de fallo más relevantes que debemos solventar -bien por ser más peligrosos, más molestos para el usuario, más difíciles de detectar o más frecuentes- y cuáles son los menos relevantes de los cuáles no nos debemos preocupar -bien por ser poco frecuentes, bien por tener muy poco impacto negativo o bien porque son fáciles de detectar por la empresa antes de sacar el producto al mercado-. Llega el momento de clasificar los fallos según su importancia, para ello a cada modo de fallo le asignaremos tres valores:

S: nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario).

O: nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo).

D: nivel de detección (probabilidad de que no detectemos el error antes de que el producto se use).

A cada modo de fallo le asignaremos un valor de S, O y D entre 1 y 10. Una vez estimados S, O y D, los multiplicamos para obtener el NPR (Número, o Índice de Prioridad de Fallo), que dará un valor entre 1 y 1000:

$$NPR = S * O * D$$

Índice de prioridad de fallo = Severidad * Probabilidad de Incidencia * Probabilidad de no Detección. Este valor nos dirá la importancia del modo de fallo que estamos analizando.

Tabla 1

Ejemplo de resultados de índice de prioridad de fallo y las acciones propuestas

Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR	Acciones propuestas
Que se descorche la pintura	fallo estético	1	8	2	16	Ninguno
Que se rompa el interruptor	fallo funcional	9	2	3	54	Disminuir S usando un interruptor mejor
Que se rompa la estructura	fallo funcional	10	1	8	80	Disminuir D mejorando pruebas de control
Que se rompa el cristal/carcasa que protege	fallo estético	6	2	6	72	Disminuir D utilizando cristal de seguridad
Que haya un cortocircuito en los cables	fallo funcional y de seguridad	9	4	10	360	Disminuir S usando mejores cables y D mejorando las pruebas de control de calidad

Que se aplique demasiada potencia y se derrita alguna de las partes	fallo funcional por un mal uso	9	2	10	180	Disminuir S usando mejores cables y protecciones y D mejorando las pruebas de control de calidad
Que el interruptor no esté a la vista y el usuario no sepa cómo encender	fallo por inexperiencia	10	1	1	10	Disminuir S señalizando y formando a los usuarios

El Diagrama de Ishikawa presenta la relación existente entre el resultado no deseado o no conforme de un proceso (efecto) y los diversos factores (causas) que pueden contribuir a que ese resultado haya ocurrido. Su relación con la imagen de una espina de pescado se da debido al hecho de que podemos considerar sus espinas las causas de los problemas planteados, que contribuirán al descubrimiento de su efecto, además del formato gráfico que se asemeja al diseño de un esqueleto de pescado. Es posible aplicar el diagrama de Ishikawa a diversos contextos y de diferentes maneras, entre ellas, se destaca la utilización para ver las causas principales y secundarias de un problema (efecto), para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistemática y completa, para identificar soluciones, levantando los recursos disponibles por la empresa y para generar mejoras en los procesos.

Figura 3

Diagrama de Ishikawa



El Diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Este diagrama permite asignar un orden de prioridades, permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los pocos que son vitales a la izquierda y los muchos triviales a la derecha. Facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicossomáticos.

Tabla 2

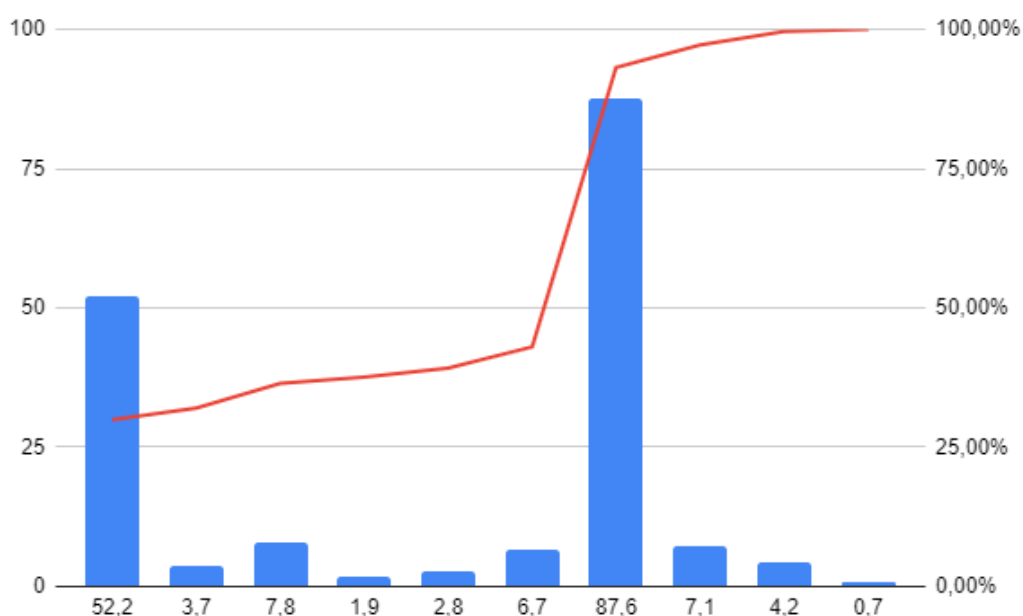
Ejemplo de razones de pérdidas, pérdidas anuales y frecuencias

Razones	Pérdida anual
Paralización del trabajo por avería de prensa	52,2
Paralización del trabajo por avería de brazo	3,7
Paralización del trabajo por avería de horno secado	7,8
Paralización del trabajo por avería de bancada	1,9
Reclamaciones	2,8
Lotes sobrantes	6,7
Material inutilizado durante su utilización	87,6
Instecciones suplementarias	7,1
Coste excesivo del material	4,2
Costes elevados de verificación	0,7

Razones	Pérdida anual	Frecuencia acumulada	% total	% frecuencia acumulada
Paralización del trabajo por avería de prensa	52,2	52,2	29,88%	29,88%
Paralización del trabajo por avería de brazo	3,7	55,9	2,12%	32,00%
Paralización del trabajo por avería de horno secado	7,8	63,7	4,46%	36,46%
Paralización del trabajo por avería de bancada	1,9	65,6	1,09%	37,55%
Reclamaciones	2,8	68,4	1,60%	39,15%
Lotes sobrantes	6,7	75,1	3,84%	42,99%
Material inutilizado durante su utilización	87,6	162,7	50,14%	93,13%
Instecciones suplementarias	7,1	169,8	4,06%	97,20%
Coste excesivo del material	4,2	174	2,40%	99,60%
Costes elevados de verificación	0,7	174,7	0,40%	100,00%

Figura 4

Diagrama de Pareto



El 80% de los problemas que se generan se pueden solucionar si se elimina el 20% de las causas que los originan. Las pérdidas producidas se deben principalmente por el material inutilizado durante su utilización, y/o paralización del trabajo por avería de la prensa. Al dar solución a estos dos problemas en el proceso productivo se mejorará el 80% de las pérdidas. Se recomienda hacer mantenimiento preventivo o continuo a las máquinas para evitar la paralización de estas.

A partir de la información de los apartados anteriores, es importante realizar una actividad de mejora continua en el mantenimiento del proceso, consistente en la elaboración de un modelo de Mantenimiento Predictivo para el proceso seleccionado, mediante el cual se planifiquen las gamas de mantenimiento (mantenimiento preventivo), que permitirán evitar el Mantenimiento Correctivo. Se deben elaborar diagramas de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y diagramas de control que justifiquen la mejora continua en el mantenimiento del proceso.

Tabla 3

Plan de mantenimiento de la Prensa Hidráulica

EQUIPO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD				OPERARIOS
		1D	1M	A	3A	
P R E N S A H I D R A U L I C A	Compruebe la condición del aceite y del nivel de los tanques	X				M e c á n i c o y a y u d a n t e
	Comprobación de utillaje	X				
	Compruebe el cable del pedal	X				
	Compruebe la distancia de parada de seguridad	X				
	Compruebe todos los filtros y purgadores	X				
	Compruebe el collar del haz luminoso	X				
	Limpie la prensa	X				
	Compruebe el alineamiento del utillaje		X			
	Compruebe el funcionamiento del haz luminoso		X			
	Compruebe el funcionamiento del conjunto de seguridad		X			
	Compruebe el movimiento del actuador		X			
	Compruebe la cubeta vibratoria		X			
	Compruebe el adaptador de la cubeta		X			
	Limpie las Válvulas de Aire (si procede)			X		
	Cambio de Aceite Oil (si procede)			X		
	Limpie el aspirador de vacío (si procede)			X		
	Compruebe la separación entre los imanes de la cubeta vibradora			X		
	Compruebe la acumulación de aire en el tanque			X		
	Desmontar, revisar y montar el cilindro y el booster (opcional)				X	
Reemplace la batería del PLC				X		

Tabla 4

Plan de mantenimiento del brazo robotizado

EQUIPO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD						OPERARIOS
		1D	1M	3M	6M	1A	2A	
BRAZO ROBOTI ZADO	Comprobar apriete de pernos	X						Mecánico y ayudante
	Comprobar apriete de tornillos de la tapa	X						
	Comprobar apriete de pernos de la instalación manual	X						
	Comprobar conexión del cable de alimentación	X						

Comprobar conexión del cable del robot con el controlador	X					
Comprobar existencia de grietas, contaminación u obstáculos	X					
Comprobar existencia de fuga de grasa	X					
Comprobar existencia de fugas en el sistema neumático	X					
Comprobar existencia de movimiento o ruido anormales en el encendido	X					
Comprobar si los movimiento están desviados durante la operación	X					
Comprobar si los movimiento o ruido anormal durante la operación	X					
Comprobar apriete de pernos o tornillos del brazo		X				
Comprobar los tornillos de fijación del conector		X				
Retirara cubierta y comprobar el desgaste de los cables, daño y/o adherencia de materias extrañas		X				
Comprobar tensión de correa de distribución			X			
Comprobar gravedad de la fricción de los dientes de la correa de distribución				X		
Reemplazar la batería del brazo					X	
Lubricar grasa en los engranajes de cada eje.						X

Tabla 5

Plan de mantenimiento del horno de secado

EQUIPO	OPERACIÓN				OPERARIOS
		1M	3M	1A	
HORNO DE SECADO	Comprobar que la lámina dorada de los reflectores no esté dañado o sucio y el encendido de la luz durante la operación.	X	X	X	Mecánico y ayudante
	Comprobar el movimiento suave del arco, tensar el resorte en la rueda motriz si procede.	X	X		
	Reemplazar las ruedas motrices en ambos lados y controlar el recorrido del arco.			X	
	Comprobar que el arco se estaciona perpendicularmente (90 grados en ángulo) a los rieles.			X	
	Comprobar que los sensores del puerto del rodillo funcionan correctamente y que la limpieza del mismo sea la correcta.			X	
	Comprobar que los sensores de ventilación funcionan correctamente y que la limpieza del mismo sea la correcta.			X	

Tabla 6

Plan de mantenimiento del montacargas

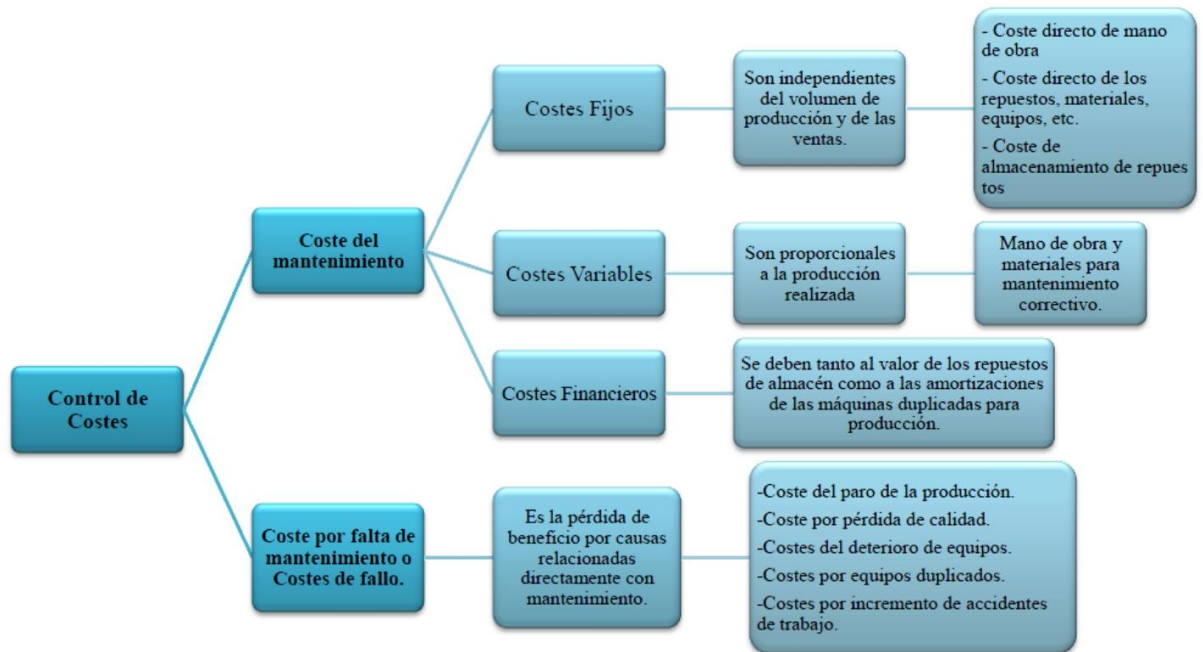
EQUIPO	OPERACIÓN						OPERARIOS
		1D	1S	1M	3M	6M	
MON TAC ARG AS	Inspección de estado de eslabones, engranaje de cadena y piñon. Lubricación si procede.	X					Mecánico o ayudante
	Inspección de alineación, estado de rodamientos	X					
	Limpieza de residuos de polvo y suciedad en general	X					
	Inspección de fugas de gas, posicionamiento, estado de soportes, manómetro	X					
	Inspección del nivel de líquido de frenos	X					
	Inspección de funcionamiento	X					
	Inspección y ajuste de bornes y limpieza	X					
	Limpieza con aire a presión, revisar fuga de líquido y tapa de la cubierta	X					
	Inspección de nivel de líquido refrigerante, revisar existencia de fuga	X					
	Medir nivel aceite del motor, observar color y ajustar tapa	X					
	Inspección del nivel del aceite hidráulico	X					
	Inspección de funcionamiento de todas las luces	X					
	Comprobar el indicador de luz de temperatura, aceite de transmisión de motor y presión de aceite	X					
	Inspección de funcionamiento de cada mando	X					
	Limpieza con aire comprimido		X				
	Limpieza de filtro, desincrustar polvo y suciedad		X				
	Inspección del nivel del aceite de la caja de transmisión		X				
	Comprobar estado y posición de los cables, conectores y conexiones		X				
	Verificar estado de las orquillas, el mástil y las cadenas. Lubricar si procede		X				
	Inspección de fuga de aceite, estado de la lubricación. Limpieza de polución		X				
Cambiar aceite motor			X	X			
Cambiar filtro aceite motor			X	X			
Revisar y comprobar la tensión de la correa de transmisión del ventilador y del alternador			X	X			
Comprobar y completar si es necesario el líquido de frenos			X	X			
Revisar electrolito de la batería y limpiar			X	X			

Inspeccionar y medir espesor horquillas			X	X	
Revisar desgaste de cadenas de elevación y lubricar si es necesario			X	X	
Lubricar pasadores de pivote			X	X	
Lubricar los extremos de la barra de acoplamiento y los pivotes de la barra de dirección			X	X	
Comprobar regulador y válvula			X	X	
Inspeccionar y completar nivel del eje diferencia y transmisión				X	
Ajustar válvulas				X	
Cambiar las bujías y comprobar sincronización				X	
Inspeccionar válvulas y cambiar si es necesario				X	
Inspeccionar mediante ensayos no destructivos los nervios de la pala en puntos de soldadura				X	
Inspeccionar y controlar el desgaste de los rodamientos				X	
Lubricar las articulacion				X	
Cambiar líquido de frenos				X	
Verificar los componentes del sistema eléctrico				X	
Reemplazar filtro de GLP				X	
Cambiar aceite y filtro hidráulico					X
Cambiar aceite y filtro de transmisión					X
Cambiar líquido refrigerante					X
Revisar estado de sistema de frenos					X
Cambiar aceite diferencial					X
Reemplazar los cuatro cojinetes					X
Inspeccionar tubería de escape en busca de fugas					X

Entre los principales objetivos del mantenimiento se encuentra con mayor prioridad la rentabilidad de una empresa; por ello el mantenimiento debe estar orientado a conseguir la mayor rentabilidad posible. Se debe llegar a un equilibrio entre los costes de falta de mantenimiento y los de un mantenimiento excesivo o innecesario. Se detallan los costes generados por la realización de mantenimiento en una empresa, también se presentan los costes que implica la falta de éste:

Figura 5

Esquema explicativo sobre la composición de costes de mantenimiento



El coste total para la implementación del plan de mantenimiento propuesto para la maquinaria incluye la mano de obra del personal, repuestos, equipos y herramientas. El mantenimiento preventivo se hace periódicamente renovando componentes o piezas. Este tipo de mantenimiento está concebido para que se cumpla con la vida útil media de la maquinaria. Este tipo de máquinas suelen tener un funcionamiento relativamente sencillo, pero se necesitan recambios. Los mantenimientos preventivos se realizan en momentos en que la carga de trabajo es menor. El objetivo es minimizar el impacto que puedan tener estas acciones sobre el desempeño habitual. No en vano, el mantenimiento preventivo es una opción utilizada por la mayoría de los profesionales industriales.

El mantenimiento predictivo tiene un coste mayor en un primer momento. Esto permitirá comprobar cuáles son los problemas que puede dar la máquina. No es necesario paralizar la producción para realizar estas medidas de mantenimiento. A diferencia del mantenimiento preventivo, el predictivo quiere recabar datos para contrastar. Los aparatos de medición son algo más caros, pero las posibilidades de rentabilizarlos son mayores. Como principio general, se alarga la vida útil de la maquinaria y se mejora. La idea es simple, que el coste del mantenimiento sea menor a largo plazo. En maquinaria de una cierta complejidad o de un gran coste, este es el sistema más interesante.

El mantenimiento correctivo es el más caro de los que existen. No en vano, se realizan estas acciones cuando es la única opción. Por este motivo, las medidas correctivas sólo se deberían aplicar cuando no queda más remedio y, si es posible, buscar alternativas para no llegar a este punto. Por lo tanto, el coste del mantenimiento es doble y conviene considerarlo. En primer lugar, porque la maquinaria se detiene durante un tiempo. El segundo aspecto es que la urgencia en que necesitamos la pieza nos impide negociar bien.

CONCLUSIONES

Es importante poner el punto de mira desde la redacción del proyecto técnico en que la explotación de la actividad sea lo menos perjudicial para el medio ambiente. Por ejemplo, como ya se ha comentado anteriormente, se seleccionan proveedores que nos proporcionen piezas y/o equipos que sean pocos nocivos, se planifica un buen plan de mantenimiento preventivo, se reciclan adecuadamente los desechos, minimizar el número de piezas defectuosas... En definitiva, apaciguar conscientemente el daño medio ambiental siguiendo unas pautas que no alteran la explotación.

Comparar entre los distintos tipos de mantenimiento es fundamental para saber cómo alargar la vida útil de la maquinaria. Es igualmente cierto que los fabricantes suelen dar pautas para que se sepa sacar el máximo partido. Se recomienda hacer mantenimiento preventivo o continuo ante el correctivo a las máquinas para evitar la paralización de estas.

El mantenimiento y el medio ambiente hay que mirarlos como una inversión que a corto plazo puede suponer ahorros económicos importantes. La misión de la adaptación a las restricciones medioambientales actuales consiste en la reducción de consumos energéticos, aumentar la calidad de los productos, reducir la cantidad de rechazos y residuos que se pueden producir, incrementar la productividad, reducir los costes globales de esta actividad productiva, y disminuir los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona. (2021). *Expertos en diseñar un planeta mejor*.
https://www.acciona.com/es/?_adin=02021864894
- Albornoz, A. (2020). *Cómo definir un plan de mantenimiento para optimizar tu actividad*.
<https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/field-service-software/plan-de-mantenimiento>
- Fondos Estructurales-FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA. (2003). *Guía del análisis costes-beneficios de los proyectos de inversión*.
https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_es.pdf
- Normalización Española. (2021). *UNE 157001:2014*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052985>
- Responsabilidad social empresarial y sustentabilidad. (2021). *Sostenibilidad: qué es, definición, concepto, tipos y ejemplos*. <https://www.responsabilidadsocial.net/>