

Diseño y construcción de patín eléctrico tripulado, utilizado para transporte de herramientas en las empresas

RESUMEN: El presente artículo muestra el desarrollo del Diseño y construcción de patín eléctrico tripulado, utilizado para transporte de herramientas en las empresas.

Este proyecto surge de la problemática detectada en algunas empresas, en donde el personal del área de mantenimiento traslada de forma manual utilizando la fuerza física las herramientas para el mantenimiento preventivo o correctivo de equipos, el cual suele ser tardado, a veces causando una reacción tardía por el departamento, reflejándose en un daño físico en los técnicos y en los propios equipos repercutiendo en pérdidas económicas para la empresa. Es por ello que primeramente se realizó una búsqueda del estado del arte, modelado tridimensional y análisis de elemento finito en SolidWorks, cotización, construcción y pruebas de operación del equipo mencionado.

Se diseñó y se realizó la fabricación del patín eléctrico tripulado, obteniendo un vehículo que facilita el desplazamiento de herramientas para el desarrollo de mantenimientos de equipos en las empresas, disminuyendo la fatiga del operador, además de reducir de manera significativa el tiempo que tarda el personal en trasladarse del lugar donde se encuentre, hasta el sitio en que se presente alguna falla o sea necesario algún tipo de atención, facilitando el transporte y disminuyendo hasta en un 100% el peso de carga de la herramienta que requiera para poder desarrollar su trabajo evitando daños físicos en los trabajadores.

PALABRAS CLAVE: Análisis de elemento finito, Herramientas, Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Modelado tridimensional, Patín eléctrico.



Colaboración

Francisco Miguel Hernández López; Jorge Alberto Cárdenas Magaña; Marco Antonio Celis Crisóstomo; Emmanuel Vega Negrete; Guadalupe Ruiz Ibarra, Tecnológico Nacional de México / ITJMMPH Unidad Académica Tamazula

Fecha de recepción: 08 de julio de 2022

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2022

ABSTRACT: The present article shows the development of the design and construction of a manned electric skate, used for transporting tools in companies.

This project arises from the problem detected in some companies, where the maintenance area personnel manually transfer the tools for preventive or corrective maintenance of equipment using physical force, which is usually slow, sometimes causing a reaction. late by the department, reflecting in physical damage to the technicians and the equipment itself, resulting in economic losses for the company. That is why a search of the state of the art, three-dimensional modeling and finite element analysis in SolidWorks, quotation, construction and operation tests of the mentioned equipment was first carried out.

The manned electric skate was designed and manufactured, obtaining a vehicle that facilitates the movement of tools for the development of equipment maintenance in companies, reducing operator fatigue, in addition to significantly reducing the time it takes for staff in moving from the place where you are, to the place where a fault occurs or some type of attention is necessary, facilitating transport and reducing up to 100% the load weight of the tool you require to be able to carry out your work avoiding physical injuries to workers.

KEYWORDS: Finite Element Analysis, Tools, Corrective maintenance, Preventive maintenance, Three-dimensional modeling, Electric skate.

INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad realizan su producción de manera volumétrica, es decir en serie, y cada una de las empresas deben cumplir cierta demanda, por lo que cualquier

departamento es de suma importancia ya que aportan de manera directa o indirecta al área de producción, pero aquí se realizó el diagnóstico de que el área de mantenimiento es una de las principales que no da una respuesta rápida al mantenimiento ya sea correctivo o preventivo. Por lo que, la reducción de tiempo es vital [1], [2]. Al cliente se le entrega en tiempo y forma su producto por lo que para una empresa el tiempo es una de las medidas críticas.

En nuestro país, suele conceptualizarse al mantenimiento como un mal necesario, el cual debe ser evitado siempre que sea posible, se considera que el detener la producción de manera periódica para dar mantenimiento al equipo representa una disminución en la producción de la empresa y por lo tanto disminución en los ingresos [3].

Esto sin duda alguna no podría ser más equivocado, se ha comprobado que, por el contrario, el proporcionar mantenimiento constante, permite prevenir fallas que provocan mayores retrasos y desajustes en la producción de la empresa, además de que se reducen costos en los que se tendrían que incurrir por concepto de reparaciones mayores, o incumplimiento de la programación de la producción.

En la actualidad el transporte de herramientas es realizada en su mayoría por los mismos técnicos del departamento, al no contar con un dispositivo adecuado para el transporte de las mismas, en algunos casos se cuentan con apoyo de un carro de carga manual coloquialmente conocido como "diablito", pero esto no garantiza la oportuna intervención ya que, al ser un dispositivo que ocupa una fuerza para su movimiento, el tiempo de traslado y desgaste del técnico siguen siendo el mismo que al transportarlo de manera directa, ocasionando daños físicos (desgaste) en el personal y demora en el trabajo a realizar, esto repercutiendo en daños mayores en los equipos y pérdidas económicas directas en la empresa.

El desarrollar el Diseño y la construcción de un patín eléctrico tripulado, para carga de herramientas de mantenimiento, espera reducir los tiempos de mantenimiento, ya que, debido a las largas distancias, se pierde tiempo y el recurso humano, es por ello que esta herramienta reduciría el tiempo de respuesta facilitando el traslado de las herramientas empleadas por el departamento de mantenimiento, evitando pérdida de tiempo y esfuerzo físico por parte de los técnicos que conforman dicho departamento, realizando su labor de forma oportuna y eficiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño mecánico es la expresión de una idea que soluciona de forma innovadora un problema concreto y sirve de guía para llevarlo a la práctica, es decir, para construirlo y evaluarlo.

En mayor o menor grado es posible pasar directamente del análisis a la construcción sin tener un diseño bien especificado, esto, sin embargo, puede jugar en contra de la eficiencia en el proceso e incluso poner en riesgo todo un proyecto.

Las desventajas de trabajar sin diseño son muchas: falta de una orientación adecuada, ya que las personas involucradas pueden tener ideas diferentes sobre lo que se quiere construir; se pueden adelantar mucho en la construcción y tener que desecharlo todo por falta de consistencia o porque simplemente se asumió algo que después resulta incorrecto; se le dedica demasiado tiempo a aspectos del problema y se descuidan otros de igual o mayor importancia; no hay forma de evaluar si lo que se ha avanzado corresponde en tiempo y esfuerzo a lo que se habría esperado [4].

Considerando la importancia del diseño para el éxito del proyecto, además del fin que este persigue, se empleó software CAD SolidWorks.

SolidWorks es un software CAD para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp.

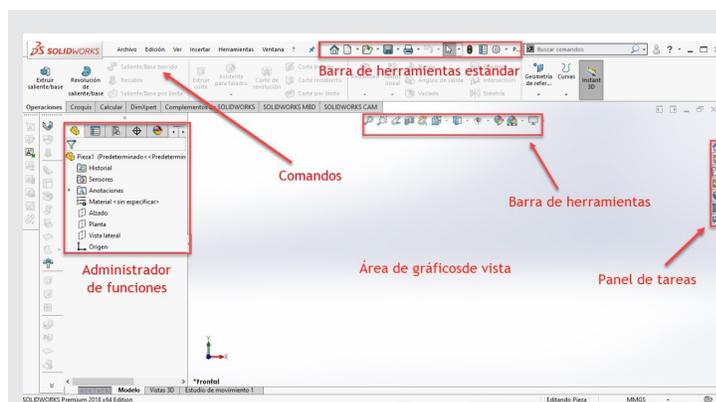


Figura 1. Interfaz de SolidWorks.

Fuente Elaboración propia.

Este software fue elegido ya que ofrece múltiples ventajas de productividad entre las que destacan:

- Herramientas software que cubren el proceso del diseño: desde el diseño y la validación hasta las comunicaciones técnicas y la gestión de datos. La interfaz de diseño intuitivo y el software integrado trabajan de manera conjunta para ofrecerle la libertad de centrarse en la innovación.

- La inteligencia integrada elimina las conjeturas del diseño en 3D. Las herramientas de diseño inteligente minimizan las necesidades de formación y le permiten detallar rápidamente diseños sin cometer errores. Puede acotar automáticamente las operaciones de fabricación en 3D, comprobar el grado de finalización de las cotas y mostrar de manera gráfica el estado de las cotas en imágenes en 2D. La interferencia automática y la detección de colisión aseguran que todas las pie-

zas encajan antes de construir un prototipo físico, de modo que se reduce el costo y se acorta el ciclo de diseño general para una comercialización más rápida.

- La disminución del costo total de propiedad proviene de una mayor eficiencia. Las soluciones de diseño en 3D de SOLIDWORKS se implementan de manera rápida, son fáciles de utilizar y, también, sencillas de administrar [4].

- Partiendo de los datos recolectados en la investigación, tomando como referencia la empresa Bio Papel planta Atenquique, ubicada en la carretera libre Guadalajara-Colima, Km 10, 49820 en Atenquique, Jalisco.

De acuerdo con las características con las que cuenta los distintos espacios de la empresa se establecieron las especificaciones técnicas del patín eléctrico.

- **Dimensiones.** Las dimensiones más apropiadas son 1.40 metros de largo, .60 metros de ancho y una altura de .10 metros del nivel de suelo.

- **Peso que debe transportar.** El peso promedio a transportar es de 200 kilogramos.

- **Distancias que debe recorrer.** Son diversas las distancias que se deben recorrer, la más prolongada fue de 2 kilómetros.

- **Peso que debe soportar.** Se determinó que el peso cuando sea utilizado como banco de trabajo es de 50 kilogramos.

Las principales áreas de la empresa Bio Papel planta Atenquique se muestran en la figura 2.

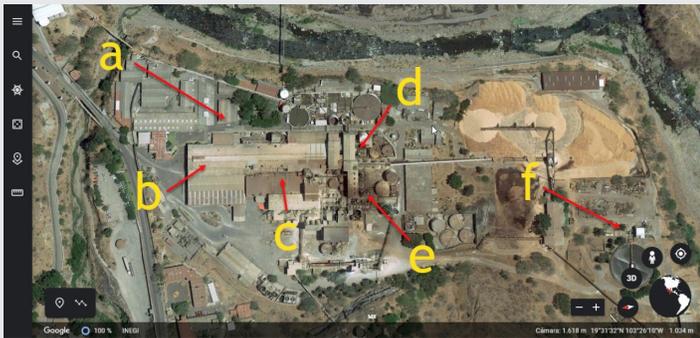


Figura 2. Principales áreas de trabajo. Fuente Elaboración propia.

Donde se puede observar que el departamento de mantenimiento representado con la letra a tiene una distancia de 0.80 km del área de Afluentes y tratamiento de agua representado con la letra f.

Las herramientas que se utilizan con mayor frecuencia por los técnicos de mantenimiento fueron:

- Martillos de acero y goma.
- Dados mecánicos.
- Llaves mecánicas, inglesas y milimétricas.
- Destornilladores.

Se identificó que, el peso promedio de la caja de herramientas para el transporte de las mismas es de aproximadamente de 20 kg.



Figura 3. Cajón de herramientas: a) cerrado, b) abierto. Fuente Elaboración propia

Diseño del prototipo

Se realizó, el diseño del chasis del patín, así como de sus componentes, mediante el software SolidWorks.

Inicialmente se tenía considerado la plataforma fija donde el conductor podría montarse y trasladar la una caja de herramientas, conforme se fue avanzando en el diseño se identificaron diversas necesidades que requirieron ajustes, en el caso de la plataforma, se le acoplo un sistema de elevación, con el fin de convertirla en una mesa de trabajo que facilitará la manipulación de las herramientas por parte del conductor.



Figura 4 Plataforma retraída. Fuente Elaboración propia.



Figura 5 Plataforma accionada. Fuente Elaboración propia.

Una vez que se integró y determinó el diseño, continuo el análisis de esfuerzos de la estructura del patín, con apoyo del software ANSYS el cual es un ecosistema de programas CAE para diseño, análisis y simulación de partes por elementos finitos FEA, en donde se incluyen las fases de preparación de meshing o de malla, ejecución y post proceso, el programa ejecuta un análisis de piezas sometidas a fenómenos físicos usadas en ingeniería y diseño mecánico, puede resolver problemas físicos sometidos a esfuerzos térmicos, fluidos, vibración y aplicaciones específicas [5].

Para efectos de dicho análisis fue necesario exportar la pieza realizada previamente en SolidWorks, una vez emigrada se llevó a cabo un análisis estático de esfuerzos, asignándose primeramente el material (acero genérico tubular PTR) y después los puntos estáticos y cara del chasis del patín, donde se aplicaría la fuerza de 1,960 Newton.

Una vez ingresados estos parámetros se agregaron los indicadores de deformación, elasticidad de materiales, estrés equivalente y tensión elástica, se procedió a la ejecución del análisis y, después de unos segundos el software determinó los resultados que aparecen en la figura 6.

$$W = (200 \text{ kg}) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 1960 \text{ N} \quad \text{Ec. (1)}$$

Se puede observar los resultados de dicho análisis donde, la figura 6 a) nos muestra el estrés equivalente, valor máximo de: 8.6213e6 Pascales. En el análisis de tensión elástica figura 6 b) el resultado obtenido fue de 7.0515e-1 m/m. y finalmente en el análisis de deformación, en la figura 6 c) podemos observar que la máxima deformación es de 7.224e-5 m. De acuerdo con la representación de colores se puede determinar que la deformación no fue significativa.

RESULTADOS

Una vez obtenido el diseño y el análisis estructural, se realizaron los cortes del material necesario para el armado de la estructura del patín, acorde a las medidas establecidas inicialmente, una vez teniendo el material se procedió con la construcción del chasis de patín. También se realizó la construcción y ensamble por medio de soldadura 7018.

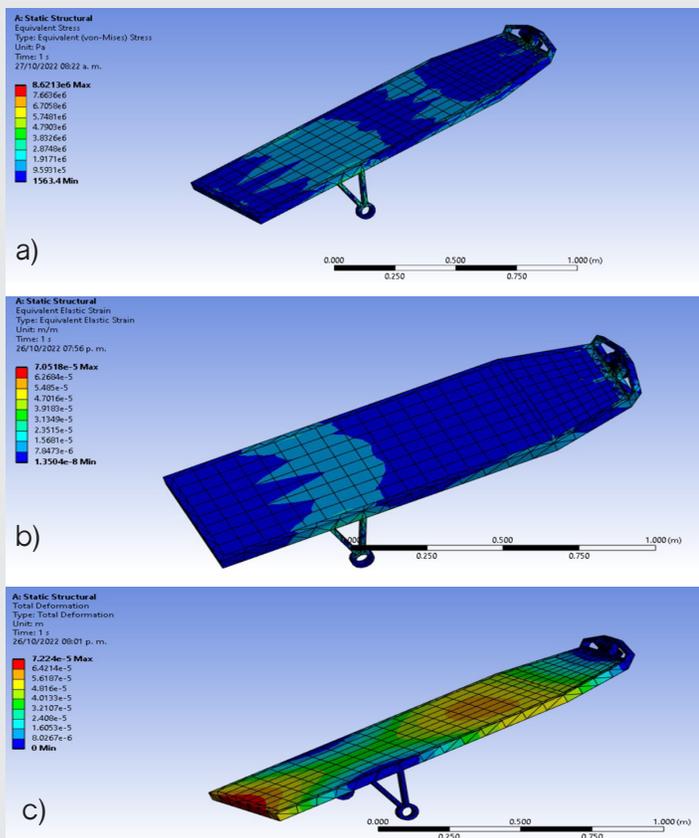


Figura 6. Análisis estructural. a) Análisis de estrés equivalentes (Von-Mises), b) Análisis de tensión elástica, c) Análisis de Deformación total. Fuente Elaboración propia.

Para determinar esta fuerza se consideraron los 200 kg que inicialmente se establecieron como capacidad de carga del patín, al ser un peso en kilogramos se realizó la multiplicación por la gravedad con un valor de 9.8 m/s² y así obtener la fuerza en Newton.

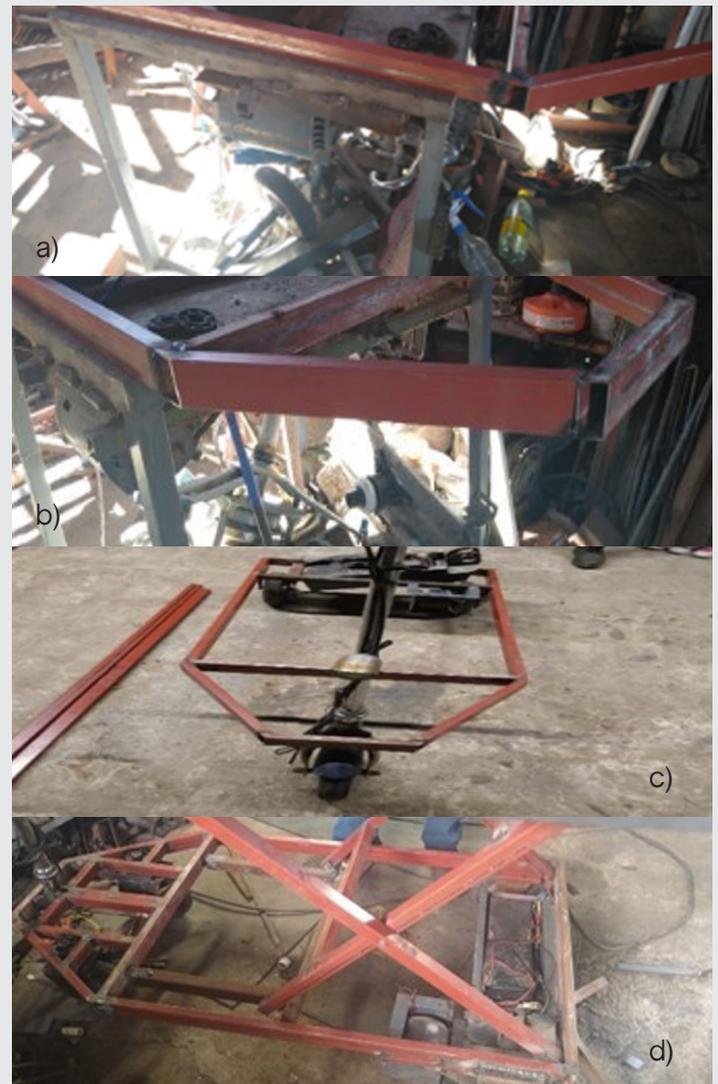


Figura 7. Proceso de construcción del patín eléctrico: a) Corte de elementos de chasis, b) Proceso de soldadura inicial de chasis, c) Montaje de manubrio y llantas, d) Armado del sistema de elevación de la plataforma. Fuente Elaboración propia.

Para sistema de tracción se instaló un motor de 24 volts y 250 watts acoplado a la llanta izquierda trasera.



Figura 8. Motor eléctrico de 24 volts, 250 watts.
Fuente Elaboración propia.

El motor será alimentado por dos acumuladores de 12 volts, 12 Ah, conectadas en serie.



Figura 9. Acumulador de 12 volts, 12 ha.
Fuente Elaboración propia.

Una vez montados el motor y los acumuladores, se llevó a cabo la instalación del cableado de los componentes antes mencionados.



Figura 10. Instalación del motor eléctrico, acumuladores y cableado. Fuente Elaboración propia.

Se realizó el ensamble y la aplicación de pintura en el prototipo de cada uno de sus componentes, teniendo

como resultado final se obtuvo un prototipo funcional de un patín eléctrico tripulado, para carga de herramientas de mantenimiento. Otro aspecto a resaltar del uso de este tipo de vehículo es el costo mínimo que implicaría debido a que, por ser un vehículo eléctrico, su funcionamiento dependerá de una batería cuyo rendimiento es de aproximadamente 30 km por ciclo de carga, con una velocidad máxima dentro de los pasillos de la planta de 0.5 km/h y 10 km/h en el exterior, como se establece la PROY-NOM-001-STPS-2007 [6], además de ser elaborado con materiales duraderos, como acero tubular PTR ya que presenta una mayor disponibilidad en el mercado y además presenta un menor costo al resto de los materiales similares, en conjunto con el aluminio aleación 6061, el cual es un metal anticorrosivo y con tecnología antiderrapante que ayuda a evitar accidentes por líquidos derramados, su maleabilidad permitió adaptarse a superficies sin necesidad de ser cortado.

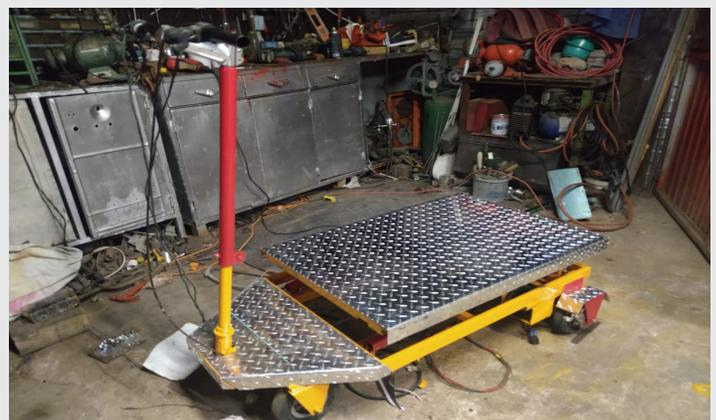


Figura 11. Patín eléctrico terminado, vista isométrica.
Fuente Elaboración propia.



Figura 12. Patín eléctrico terminado, vista lateral.
Fuente Elaboración propia.

Cabe mencionar que, durante la investigación realizada, no se encontró con un producto similar al realizado, los más cercanos a este fueron el Grupo tracción AMATE y el que, además, requiere de diversos accesorios para su funcionamiento (Figura 13 y 14). Su valor en el mercado es de \$ 183,600.00; la empresa "Carretillas AMATE" cuenta además con Andamios eléctricos

con valor cercano a los \$47, 647.00 con lo que queda claro que, la adquisición de este tipo de herramientas por parte de las empresas representaría una inversión muy elevada, en el sentido que se buscara contar con vehículos que cumplieran la función de este proyecto de diseño, sumando como limitante adicional el hecho de que estos solo se fabrican en España [7].



Figura 13. Grupo tracción AMATE.
Fuente Recuperado de Carretillas Amate.



Figura 14. Andamio eléctrico invernadero AMATE.

El patín eléctrico que se realizó requirió de una inversión mínima, lo que incrementa su viabilidad y rentabilidad gracias a que se utilizaron materiales de costo accesible, como se muestra en la tabla 1.

CONCLUSIONES

Como resultado de las diversas actividades desarrolladas como parte de este prototipo se logra identificar la importancia de tener un diseño previo a la ejecución de un nuevo proyecto, además de trabajar con los diferentes módulos que conforman los softwares Solid-Works y Ansys. Este último software mencionado fue una herramienta importante para realizar el análisis de elementos finitos y con ello identificar las propiedades de deformación, elasticidad y resistencia de los materiales utilizados, que nos permitió la construcción del prototipo.

Tabla 1. Costo de materiales.

Costo de materiales del patín	
Llantas	\$1,200.00
Placa aluminio	\$690.00
Baterías	\$2,268.00
4 m de PTR	\$400.00
Luz Trasera	\$159.00
Cuenta km	\$629.00
Luz Delantera	\$336.00
Torretas	\$760.00
Indicador Batería	\$149.00
Motor 24 controlador	\$1,000.00
Pintura	\$300.00
Cable	\$200.00
TOTAL	\$8,091.00

Fuente Elaboración propia.

El realizar este tipo de proyectos, nos permite generar prototipos funcionales que abonan a la solución de problemáticas, en este caso facilitar el traslado de herramientas, evitando la fatiga por los técnicos, además de reducir los tiempos en el traslado del taller al punto donde se identifique la falla, acortando los tiempos de reparación y evitando paros en las diferentes máquinas que en ocasiones se ven repercutidos en la producción y en consecuencia en el ingreso económico de las empresas.

El enfoque del proyecto deja claro que, buscar mejorar el funcionamiento de las empresas a partir de brindar especial atención al mantenimiento, se deben priorizar en un futuro, proyectos encaminados a dar solvencia a las necesidades que suelen presentarse desde esta área, el mantenimiento es la columna vertebral de toda empresa ya que, restar importancia a la labor que desde aquí se desempeña podría ser una de las mayores fallas generadoras de pérdidas para cualquier tipo de industria.

Trabajo a futuro

Se tiene contemplado realizar algunas mejoras en a partir de los resultados obtenidos los cuales son:

- Emplear un motor de mayor capacidad que permita al patín una mayor fuerza de transporte y carga, por ejemplo, uno de 2000 watts de potencia y 48 volts.
- Instalar una suspensión que permita utilizar el patín en terrenos irregulares, ya que la falta de esta limita a su funcionamiento a áreas.
- En referencias a la dirección del motor, se recomienda la instalación de una dirección hidráulica que facilite su manejo y reduzca el esfuerzo por parte del operador.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Cárcel, F, J. (2015, abril). Consecuencias de la mala gestión del conocimiento en el mantenimiento industrial. Análisis de casos. Consultada el 21 de agosto de 2001 <https://www.tecnicaindustrial.es/consecuencias-de-la-mala-gestion-del-conocimi/#:~:text=%E2%80%93%20Un%20elevado%20tiempo%20de%20respuesta,activos%20tangibles%20de%20la%20empresa>

[2] ARQUITECTOS ESPECIALIZADOS DEL NO-ROESTE. (2014-2018). Importancia de la Administración del Mantenimiento Industrial. Obtenida el 20 de junio de 2022, de la página electrónica: <https://aen.mx/importancia-de-la-administracion-del-mantenimiento-industrial/>

[3] Heintzleman, J. E. (1987). Manual de la administración del mantenimiento. (pp. 27). Schaumberg III, Lineal c1987.4

[4] SOLIDWORKS. Dessault Systemes. (n.d.). Productividad. Obtenida el 20 de junio de 2022, de la página electrónica: https://www.solidworks.es/sw/why-solidworks/10753_ESN_HTML.htm

[5] 3D CAD Portal. (n.d.). ANSYS. Obtenida el 20 de junio de 2022, de la página electrónica: <http://www.3dcadportal.com/ansys.html>

[6] México. Diario Oficial de la Federación. (2008). Norma Oficial Mexicana. PROY-NOM-001-STPS-2007, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condición de seguridad.

[7] AMATE. (n.d.). MAQUINARIA. Obtenida el 20 de junio de 2022, de la página electrónica: <https://www.carretillasamate.com/8-maquinaria>