



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PRÁCTICA PROFESIONAL

OWENS & MINOR HALYARD.

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

PRESENTADO POR:

ENOC EUCEBIO REYES ORTEGA 21641251

JASON JAVIER HERRERA GARCÍA 21641073

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

SAN PEDRO SULA, CORTES

JUNIO, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional pone a prueba los conocimientos adquiridos en el pregrado por el estudiante y su capacidad de adaptarse a un ambiente nuevo donde existen muchas cosas que desconoce. Es importante el desarrollo de nuevas habilidades y el afianzamiento de las previamente conocidas por el estudiante. Owens & Minor es una empresa que se encarga de la fabricación de distintas líneas de batas medicas de muchas calidades y precios. El trabajo que se ha hecho en esta empresa gira alrededor del departamento de mantenimiento predictivo, el cual se encarga de crear planes y estudios dedicados a mejorar el rendimiento y preservar las máquinas de las líneas de producción. Para la implementación y creación de estos planes es necesario una investigación profunda acerca de las necesidades y características de cada máquina para así poder diseñar un procedimiento el cual incluya los periodos exactos de mantenimiento, herramientas a utilizar y en el cual se priorice la retroalimentación con los operarios de las máquinas. Un buen mantenimiento preventivo planificado unido con una filosofía del ahorro como las 5S desemboca a mejoras de rendimiento en toda la planta. En la práctica profesional se hicieron manuales para el mantenimiento de maquinaria nueva, planes de mantenimiento, listas de verificación, informes de mantenimiento, supervisión de procedimientos de mantenimiento, creación de formularios para el control de eficiencia de los mantenimientos entre otras cosas.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Eficiencia, Planeación de mantenimiento, Supervisión.

Tabla de Contenido

I. Introducción	1
II. Generalidades de la Empresa	3
2.1 Descripción de la Empresa	3
2.2 Descripción del Departamento	4
2.3 Objetivos del Puesto	5
2.3.1 Objetivo General.....	5
2.3.2 Objetivos Específicos.....	5
III. Marco Teórico	6
3.1 Maquilas en Honduras	8
3.1.1 Tipos de maquilas.....	8
3.1.2 Procedimiento de fabricación de batas en Owens & Minor Halyard.	9
3.2 Mantenimiento	10
3.2.1 Importancia del Mantenimiento	11
3.2.2 Tipos de Mantenimiento.....	11
3.2.3 Mantenimiento Preventivo.....	11
3.2.4 Mantenimiento Preventivo Total	12
3.2.5 Mantenimiento Correctivo	13
3.2.6 Mantenimiento Predictivo.....	14
3.3 Importancia de las Herramientas en el Mantenimiento	14
3.4 Plan de Mantenimiento	14
3.5 Factores importantes en Mantenimiento	15
3.5.1 Calibración.....	15
3.5.2 Lubricación.....	15
3.5.3 Filtros de aceite lubricante	16
3.5.4 Limpieza	16
3.5.5 Mantenimiento a Motores	16
3.5.6 Bombas de engranajes	17
3.5.7 Adhesivos Termofusibles.....	17
3.6 Las 5S	18

3.7	Resultados de un Plan de Mantenimiento	18
3.8	Automatización	19
3.8.1	Plantas Industriales Automatizadas	20
3.9	Eficiencia Energética	20
3.9.1	Aire Comprimido	21
IV.	Desarrollo	23
4.1	Etapas Introdutorias	23
4.2	Inducción y Reglamentación	23
4.3	Políticas de Vestimenta y Seguridad Industrial	23
4.4	Introducción y Recorrido a Planta de Producción	24
4.5	Descripción de Trabajo Desarrollado	24
4.5.1	Semana 1	24
4.5.2	Semana 2	25
4.5.3	Semana 3	27
4.5.4	Semana 4	28
4.5.5	Semana 5	28
4.5.6	Semana 6	29
4.5.7	Semana 7	30
4.5.8	Semana 8	30
4.5.9	Semana 9	31
4.5.10	Semana 10.....	31
4.6	Cronograma de Actividades	32
V.	Conclusiones	34
5.1	Conclusión General	34
5.2	Conclusiones Específicas	34
VI.	Recomendaciones	35
VII.	Bibliografía	36

I. Introducción

En el camino hacia la vida de un profesional es necesario pasar por diferentes etapas de adaptación dado que es un ambiente nuevo para el estudiante. Pasando, muchos de los estudiantes, de solo dedicarse al estudio a encontrarse ya en ambiente de trabajo. Es por ello que es necesario el proceso de la práctica profesional como introducción de lo que se viene en la vida del ahora ingeniero. La práctica profesional es una forma de inducción a la vida laboral ayudando a adquirir experiencia laboral, conocimientos de la industria y procesos industriales tomando un rol de empleado en una empresa. Es en la empresa en la que uno se integra como un miembro y dependiendo del campo al que se le asigna, usando esta para adquirir y aportar conocimientos en búsqueda de mejoras o implementaciones dentro de la producción y/o logística. Cada miembro de la empresa sirve para poder mantener la estructura de la misma y que funcione de la manera correcta.

Owens & Minor HALYARD es una empresa que funciona las veinticuatro horas durante toda la semana, esto provoca que todos los colaboradores tengan un margen de error bastante pequeño en cuanto al estado de la maquinaria. Las maquinas deben estar en estado óptimo para evitar paros de producción, estos atrasan a toda la empresa en la entrega de productos por tanto también traducido en pérdida de dinero. Esta área de la maquinaria es manejada por el equipo de mantenimiento preventivo y correctivo. Dicho lo anterior el equipo de mantenimiento cobra una parte muy importante en cualquier empresa, estos mantienen unas exigencias bastantes grandes ya sea con sus mantenimientos programados como con los mantenimientos a fallas imprevistas que se presentan en la maquinaria.

A lo largo del documento se explicará más a detalle ciertos procesos que busca la empresa para brindar los mejores resultados en la creación de productos. Además de esto también se verán los detalles e importancia de los diferentes departamentos y políticas que se encuentran en Owens & Minor, enfocándonos más en el área en la que se nos fue asignados siendo esta la de mantenimiento. En el capítulo 4 se discutirá sobre información general con respecto a lo que se hace en la empresa, dándole más trasfondo a todo el proceso. A partir del capítulo 5 se

explicarán las actividades que se realizarán a lo largo de la práctica profesional evaluando las diferentes etapas en las que se basa para la creación y organización en planes de mantenimiento. Todo ello en busca de adquirir conocimiento y experiencia en la formación como profesional.

II. Generalidades de la Empresa

2.1 Descripción de la Empresa

Owens & Minor, Inc. (NYSE: OMI) es una empresa global de soluciones de atención médica que incorpora la fabricación de productos, el soporte de distribución y los servicios de tecnología innovadora para brindar un valor significativo y sostenido en toda la industria, desde la atención aguda hasta los pacientes en su hogar. Operando continuamente desde 1882 desde su sede en Richmond, Virginia, Owens & Minor se ha convertido en una compañía FORTUNE 500 con operaciones ubicadas en América del Norte, Asia, Europa y América Latina.

Owens & Minor cuenta con dos plantas en el sector de Villanueva, Cortes encargadas en la elaboración de batas quirúrgicas Aero Chrome, Ultra & Aero Blue.

Misión de la Empresa

Los clientes están en el corazón de lo que hacemos. Owens & Minor es una parte fundamental del proceso de atención médica en todo su continuo, lo que permite a nuestros clientes realizar el trabajo fundamental que realizan. Tenemos la ambición de ser parte de la mejora y el progreso de la atención médica en el futuro. Nuestros valores IDEAL compartidos (integridad, desarrollo, excelencia, responsabilidad y escucha) dan vida a nuestra misión.

Políticas de la empresa

El exhaustivo programa de Ética y Cumplimiento de Owens & Minor se alinea con los elementos fundamentales de un programa de cumplimiento eficaz, tal y como se describe en las mejores prácticas del sector sanitario y del gobierno de los EE. UU. Esto incluye un programa de cumplimiento bien diseñado que se implementa de forma efectiva y se aplica de forma práctica.

Los elementos del programa de cumplimiento de Owens & Minor incluyen, entre otros:

- Evaluación de riesgos global anual
- Nuestro Código de honor

- Políticas y procedimientos de cumplimiento
- Formación y comunicaciones
- Informes e investigaciones confidenciales
- Gestión de terceros
- Orientación de cumplimiento y apoyo de la alta dirección y la dirección intermedia
- Orientación sobre privacidad (incluida HIPAA, RGPD y cumplimiento de privacidad global)
- Guía de transparencia
- Auditoría y supervisión
- Gestión de gastos
- Análisis y corrección de conductas indebidas, incluidas medidas disciplinarias

2.2 Descripción del Departamento

El departamento asignado fue el de mantenimiento de la planta #2 la cual es nueva con tan solo poco más de un año de estar en funcionamiento. En esta planta se cuenta con 16 líneas de producción actualmente. El área de mantenimiento está encargada de programar las actividades semanales a realizar por parte de preventivo además de resolver los problemas que surjan en las líneas esto por parte de correctivo. En este caso nuestro puesto asignado por nuestro supervisor fue el de supervisor de mantenimiento. En este se nos asignaron distintas actividades de creación de planes de mantenimiento, supervisión, cumplimiento de ciertas actividades dentro del área de mantenimiento, etc. Más detalles de esto son encontrados en la sección de Desarrollo en la que se explican más a detalle las actividades y responsabilidades que se nos fue asignadas. Todos los objetivos a ser expuestos a continuación.

2.3 Objetivos del Puesto

2.3.1 Objetivo General

Realizar trabajos de supervisión y planeación en el área de mantenimiento preventivo y correctivo en busca de mejorar la eficiencia de la planta reduciendo el tiempo perdido en mantenimientos.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar metodologías de mantenimiento definiendo los pasos en los que se ejecutara este.
- Realizar por medio de CAD diseños de componentes mecánicos de las maquinas en líneas de producción.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento programadas.
- Desarrollo de proyectos y mejoras en base a las necesidades de la empresa.

III. Marco Teórico

McCullough, (1993) menciona que Las batas quirúrgicas se usan en la sala de operaciones para reducir la incidencia de infecciones de heridas nosocomiales en pacientes y para prevenir la exposición de personal a los patógenos en la sangre y otros fluidos corporales del paciente. La incorporación de las batas quirúrgicas en los quirófanos representa un gran avance en la medicina, con su incorporación se reduce la probabilidad de poder contagiarse con alguna enfermedad.

Usualmente en zonas sanitarias como lo pueden ser clínicas u hospitales, se tiene contacto con diversos tipos de bacterias, virus y enfermedades infecciosas. El personal de salud, médicos, enfermeros y personal de limpieza deben tener herramientas para poder ejercer su trabajo y no correr algún tipo de peligro de poder enfermarse. Existen diferentes accesorios que se utilizan para mantener física del personal como lo pueden guantes y batas quirúrgicas.

Muchos artículos, como batas, cortinas, máscaras, sábanas, toallas y las mantas, que se utilizan en entornos sanitarios, están compuestas de materiales textiles. Se sabe que estos son sustratos adecuados para bacterias y crecimiento de hongos en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Varios estudios mostraron que los textiles juegan un papel importante en la prevención y el control de infecciones, mientras que otros destacaron la diseminación de microorganismos a través de textiles o personal equipo de protección. (Kilinc, 2016). Es importante que en la producción de este tipo de accesorios se mantenga un control adecuado de calidad en el producto terminado.

En las fábricas que se dedican a este tipo de producción es de vital importancia las medidas que se tomen para mantener homogeneidad en todas las líneas de producción. La calidad total es un parámetro a tener en cuenta ya que cualquier falla puede tener repercusiones bastante grandes. Si no se mantiene un orden en cuanto a la calidad de los productos puede desembocar en una crisis sanitaria a niveles de gran escala. Estos productos médicos se utilizan bajo la premisa de que son instrumentos esterilizados y de gran fiabilidad, si estos productos llegan con baja de calidad de producción o previamente contaminados, se pone en riesgo muchas vidas.

Behera & Arora, (2009) menciona que La función básica de la bata quirúrgica es prevenir la transmisión de patógenos. Para hacer una tela que evite la transmisión, es importante conocer cómo se produce la transmisión en el ámbito hospitalario.

Hay varias formas que conducen a la transmisión de infecciones por patógenos. Estos son: transmisión por contacto, por gotitas, aerotransportada y de vehículos comunes. Contacto la transmisión puede ocurrir de dos formas; transmisión de contacto directo que implica un contacto directo de cuerpo a superficie y transferencia física de microorganismos entre una persona infectada con un huésped susceptible.

Especialmente en épocas de pandemia la proliferación de virus de alta capacidad para reproducirse y alta resistencia a la exposición al medio ambiente, es imperativo que existan estrategias para la detención del avance de dichas enfermedades. Diferentes acciones se toman para evitar la contaminación de más personas con estos virus, se hacen periodos de cuarentena, se llevan las atenciones médicas hasta las casas, se priorizan accesorios médicos desechable etc. Con respecto al primer problema, la enfermedad en sí, gran parte de la solución está en manos de las autoridades de salud pública, los gobiernos que los financian y los ciudadanos de todo el mundo que se adhieren a los consejos de salud pública sobre lavarse las manos, toser, no tocarnos rostros, distanciamiento físico y quedarse en casa cuando así lo aconsejen. Estos métodos funcionan para reducir la transmisión comunitaria del virus. (Kelly, 2020).

Las batas médicas son equipos de protección personal esenciales que evitan la propagación de microorganismos y fluidos corporales. Durante situaciones de capacidad de aumento, como la pandemia COVID-19, a menudo se recomienda que sean reutilizables debido a la escasez. (McQuerry *et al.*, 2021). El COVID-19 es un virus cuya alta y rápida proliferación obliga a la creación de tecnología que sea fiable para la utilización ya sea por parte de personal médico o por personas de alto riesgo.

Las batas medicas deben de estar dotadas con diferentes propiedades para que pe puedan ser catalogadas de uso médico confiable. Deben de resistir a diferentes tipos de fluidos como sangre y agua. No deben de permitir la filtración de ninguna clase de líquido hacia el interior de la bata y deben tener cierta resistencia a rasguños y dobleces que pudiesen ocurrir al momento de su utilización. Sin mencionar que la bata debe ser estéril y totalmente limpia, a parte que no debe tener rasguños o alguna parte cortada.

3.1 Maquilas en Honduras

Honduras es un lugar excelente para estudiar los efectos de la industria maquiladora en los trabajadores. El sector maquilador está creciendo rápido y se está convirtiendo en una piedra angular la economía hondureña. (Beek, 2001).

La industria maquiladora está tomando gran presencia en el territorio hondureño esparciéndose por diferentes regiones del país de manera acelerada.

En Honduras, la industria maquilera es un fuerte apoyo a la economía del país. En Honduras se encuentran 332 maquilas, brindándole empleo a 167462 personas. Solo en el año 2018, la industria maquilera en Honduras exportó 4263 millones de dólares. (*Asociación Hondureña de Maquiladores, 2016*).

La llegada de las maquilas a Honduras a representado un cambio social inminente. En una sociedad donde las oportunidades de trabajo son escasas la introducción de las maquilas ofrecen una opción viable para obtener ingresos económicos constantes. Uno de los procesos que se amplifica a partir de la llegada de las maquilas a Honduras es la migración interna. Muchas personas dejan sus hogares por irse a otro departamento o municipio para ser parte de las maquilas. Las jurisdicciones con más migraciones son los que albergan a las ciudades Tegucigalpa y San Pedro Sula o municipios seductores por la industria maquiladora. (Fonseca, 2017).

Gracias a la falta de empleo en otras áreas económicas y la oportunidad laboral que representan las maquilas, hacen que muchas personas intenten trabajar en este rubro, lo cual crea fenómenos como la migración interna. La inserción de las maquilas en honduras está creando cambios sociales notables que afectan a la economía del país y a la vida de las personas.

3.1.1 Tipos de maquilas

No todas las maquilas son encasilladas en la misma categoría. Existen diferentes rasgos que hacen diferencia entre una y otra, la tecnología que usan, la proveniencia de su capital entre otras cosas. Las maquilas de primera generación son plantas habituales que no manufacturan, sino que ensamblan, con baja apreciación de la mano de obra, las plantas de segunda generación son plantas menos encaminadas al ensamble y más a los procesos de manufactura. (Carrillo, 1996).

3.1.2 Procedimiento de fabricación de batas en Owens & Minor Halyard.

La fabricación de las batas medicas es un proceso arduo que tiene diferentes partes que se complementan unas con otras. En primera instancia a la hora de entrar a la planta por parte del personal se requiere que se cumplan diferentes tipos de medidas de sanitización que se conforman de lavado de manos, puesta de una camisa de trabajo manga larga, redecillas para cabeza y barba (si aplica) y lentes de protección. Todo esto para proteger al personal de trabajo y también para evitar la contaminación de la producción con cabellos o agentes externos, por esta misma razón se le prohíbe al personal que tiene contacto con la tela la utilización de perfumes o fuentes de olor fuerte que puedan unirse a la bata.

El procedimiento comienza en almacén de tela donde hay personal que se encarga de poder mover dicha tela al cuarto de cortado. Dependiendo del tipo de bata es seleccionada también el tipo de tela y el procedimiento a seguir para la construcción de la bata, existen distintas telas unas más resistentes que otras así mismo unas son más caras que otras. En el cuarto de cortado la tela se acopla a una rueda de corte que se encarga de desenrollar la tela y pasarla a una mesa de corte. La mesa de corte es amplia para que el personal pueda hacer los cortes necesarios en la tela.

Los investigadores encontraron que debe haber algunas características específicas en batas quirúrgicas tienen capacidad para resistir contra rasguño, desgarró, llama, golpe de líquido, golpe bacteriano y cualquier tipo de descarga. (Kishwar & Ali, 2017). Por esta razón la tela de construcción debe de ser de muy alta calidad y debe ser tratada de manera muy delicada.

La tela es cortada de manera cuidadosa siguiendo los patrones de corte impresos por una maquina *plotter*. Los cortes son necesarios para poder transportar la tela hacia las líneas de producción que se encargan de modificar la materia prima hasta que al final se termine una bata medica de alta calidad.

Dentro de las líneas de producción hay muchos diferentes procesos que se ejecutan para entregar un producto de calidad. Dependiendo del tipo de bata, es el procedimiento que se siguen en las líneas de producción. Existen batas que su procedimiento se basa en que después del cortado de la tela, esta tela pasa a un proceso en el cual se pegan las partes a través de goma adhesiva por

medio de diferentes máquinas. Otras batas más resistentes son costuradas por medios más seguros y confiables.

Las batas pasan por diferentes maquinas operadas que se encargan de hacer cuellos, mangas y demás partes. Luego que la bata este completa pasa a una zona de empaclado donde son agrupadas, empacadas y puestas en contenedores para su próxima venta.

Lovitt *et al.*, (1992) menciona que se determinó cuantitativamente la eficacia de las batas de aislamiento disponibles comercialmente contra la filtración de sangre humana o la penetración. Más de 1200 muestras de 11 tipos de batas desechables y un tipo de bata reutilizable (nueva y lavada 40 y 80 veces) se probaron a cinco presiones diferentes (0,25 a 2 psi) y seis duraciones (1 segundo a 2 minutos) por medio de un aparato diseñado para simular las presiones generadas durante el uso de la bata. Hacer pruebas de calidad a cada lote producido es indispensable, Owens & Minor Halyard cuenta con un departamento dedicado a realizar pruebas de presión, resistencia a la humedad, resistencia a las filtraciones de líquidos entre otras pruebas. Si algún lote no cumple con las especificaciones de calidad propuesta se asume que debe de desecharse y verificar las razones del porque esto ha sucedido. Una vez identificado estas razones se propone un método para evitar que esto siga ocurriendo.

Las propiedades de barrera a los líquidos de las muestras se analizan mediante penetración por impacto de agua, prueba de presión hidrostática y prueba de repelencia de sangre. (Midha *et al.*, 2013). Es necesario que el laboratorio de pruebas cuente con toda la maquinaria necesaria para tener muestras fiables.

3.2 Mantenimiento

Cualquier clase de trabajo en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etcétera, cuyo objetivo sea que éstos continúen o vuelvan a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento y no de preservación, pues están ejecutados con el fin de atender el servicio y no la materia que lo proporciona. (Villanueva *et al.*, 2015).

Cada línea de trabajo en Owens & Minor Halyard cuenta con distinto tipo de maquinaria cada cual es única en su mantenimiento. El mantenimiento periódico planificado es clave para evitar paros repentinos en las plantas y para evitar costos grandes en cambio de maquinaria dañada.

3.2.1 Importancia del Mantenimiento

La humanidad depende, cada vez en más valor, del bienestar generado por las empresas mecanizadas y automatizadas. También somos más y más dependientes del abastecimiento ininterrumpido de energía. Más que nunca, estos dependen a su vez de la entereza continua de los activos físicos. (Moubray, 1997). Gracias a esta dependencia fue necesario la creación del departamento de mantenimiento para asegurar todos los recursos necesarios para la operación ininterrumpida.

El departamento de mantenimiento trae consigo una importancia bastante grande dentro de cualquier empresa. Principalmente esto se debe a lo crucial que es el estado de las máquinas para la producción de cualquier producto en la industria. En el momento en el que una máquina falla se genera un efecto domino causando que se pare las líneas de producción y ocasionando retrasos en entregas por ende perdida grande de dinero para la empresa.

Además de estos paros de producción, otro de los grandes problemas que trata de eliminar es el averío de máquinas. La mayoría de máquinas industriales cuentan con precios elevados, es por ello que, en base a lo que indica el manual del fabricante, es importante darle mantenimiento constante y asegurarse no perder dinero en búsqueda de repuestos o compra de otra máquina simplemente por el descuido de no dar el mantenimiento necesario.

Es por ello que este departamento es vital en la estructura de cualquier empresa, caso contrario esta no sería funcional.

3.2.2 Tipos de Mantenimiento

El área de mantenimiento es abordada por las empresas de diferentes formas siempre dependiendo de las políticas y preferencias de esta. Por lo general esta se divide en dos, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

3.2.3 Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento preventivo se encarga de la calendarización y ejecución de programas de mantenimiento en la maquinaria, en este caso líneas de producción. Realizar cambios de pieza, limpieza, verificación de funcionamiento son algunas de las tareas realizadas durante el mantenimiento preventivo.

El trabajo de mantenimiento preventivo debe considerar inicialmente la identificación de los mecanismos clave que deben mantener un rendimiento óptimo. Los componentes críticos se refieren a piezas o subsistemas que tendrán un impacto importante en el funcionamiento de los equipos mecánicos en caso de una falla. Por lo tanto, primero es necesario analizar la constitución y distribución de los equipos mecánicos que serán sometidos a mantenimiento preventivo. (Sembiring *et al.*, 2018).

El mantenimiento preventivo es una forma efectiva de reducir los costos de operación de los activos industriales, que ha sido ampliamente adoptado en diversas áreas industriales, como sistemas de fabricación, sistemas de energía, infraestructuras críticas, redes de transporte. (Yang *et al.*, 2019).

Dentro del propio mantenimiento preventivo existen diferentes variantes por ejemplo el preventivo por estado y el preventivo por tiempo los cuales están ligados al mantenimiento preventivo con un enfoque más predictivo. También el mantenimiento periódico definido como: Actividad en que cada equipo es puesto fuera de servicio, tras un período de funcionamiento, para que sean efectuadas mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes o referencias externas - mantenimiento preventivo por tiempo. (Tavares, 1999).

Dentro del mantenimiento preventivo se toman decisiones dependiendo de la maquinaria y la importancia de esta. Esta varía también en el tiempo de mantenimiento que necesita la máquina para poder proceder con las revisiones y correcciones necesarias.

Según los métodos y medios de mantenimiento, el mantenimiento preventivo se divide en mantenimiento en grupo, mantenimiento de vida útil y mantenimiento basado en condiciones. Dado que cada pieza de equipo generalmente tiene cierta relevancia estructural, relevancia económica y relevancia de falla, el análisis desde la perspectiva de un solo componente no puede cumplir con los requisitos de mantenimiento reales. (Khasanah *et al.*, 2019).

3.2.4 Mantenimiento Preventivo Total

El mantenimiento preventivo total va más allá del propio equipo y se extiende a los trabajadores y gerentes que operan o mantienen equipos industriales. Esto es esencial para lograr la efectividad

general en el uso de la tecnología. Este mantenimiento está diseñado para maximizar la eficacia del equipo estableciendo y manteniendo la mejor relación entre personas y máquinas. (Dowlatshahi, 2008).

La utilización del concepto de mantenimiento preventivo total, hace una unión fuerte en todas las partes involucradas con la maquinaria. Los operarios que trabajan a diario con las maquinas pueden informar a los técnicos acerca del estado actual de la máquina, los técnicos resuelven cualquier inconveniente que pueda ser de urgencia, mientras que los planeadores logran tener información actualizada sobre la situación de la maquinaria y crear planes de mantenimientos adecuados.

3.2.5 Mantenimiento Correctivo

En mantenimiento correctivo se actúa a los problemas encontrados de manera inesperada, este busca la corrección de fallas lo antes posible para volver a poner en funcionamiento la maquinaria. Servicios de inspección, control, preservación y restauración de un ítem que opere como sistema abierto con la finalidad de prevenir, detectar o corregir fallas. (Villanueva *et al.*, 2015).

Al igual que en el mantenimiento preventivo, el correctivo tiene diferentes tipos en los que se clasifican, por ejemplo, el contingente siendo uno de los principales.

El mantenimiento correctivo contingente se refiere a las actividades realizadas en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona un servicio vital ha dejado de hacerlo por cualquier causa y es preciso actuar en forma inmediata y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente. (Villanueva *et al.*, 2015).

De igual forma que los mantenimientos preventivos, los correctivos cuentan con diferentes objetivos dependiendo de las situaciones que surjan. Hay dentro de estos unos más urgentes tanto como para parar la producción mientras que existen otros con menor importancia en los cuales podrían hasta pasar desapercibidos y no verse reflejados en la producción.

Diferentes mantenimientos correctivos pueden tener diferentes objetivos específicos, generalmente los objetivos principales para el mantenimiento correctivo son para aumentar la confiabilidad/disponibilidad de los equipos durante la operación, para que la planta sea segura para operar y mejorar la eficiencia y rendimiento de la planta mediante la transformación conveniente y actualizar la tecnología. (Chen *et al.*, 2016).

3.2.6 Mantenimiento Predictivo

Reside en la investigación de síntomas que permitan identificar una falla anteriormente de que suceda. (Useche *et al.*, 2013). El mantenimiento predictivo es eficaz a la hora de anteponerse a fallas catastróficas que suceden en máquinas o líneas de producción. Con la utilización del mantenimiento predictivo se pretende ser rápido en respuesta a cualquier indicio de posible falla en un tiempo próximo.

3.3 Importancia de las Herramientas en el Mantenimiento

El manejo del espacio es vital para configurar las condiciones de trabajo para el desarrollo del mantenimiento en la maquinaria. Este atributo también evalúa los requisitos en ubicaciones y espacios donde se pueden colocar materiales y herramientas para manipular cuando es necesario realizar intervenciones en el sistema físico. (Moreu *et al.*, 2012). La disponibilidad de las herramientas necesarias para ejercer el mantenimiento es vital a la hora de medir efectividad del proceso ejercido.

En una inspección general de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, usualmente se tiene una lista de herramientas necesarias para dicha labor, las cuales las personas encargadas del mantenimiento deben contar con ellas.

3.4 Plan de Mantenimiento

Dentro de las responsabilidades del departamento de mantenimiento esta la creación de planes de mantenimiento. Una estructura de que, a que máquina y cuando se harán los mantenimientos. Este tipo de datos depende mucho del tipo de maquinaria que se utiliza, algunas máquinas requieren atención más seguido que otras. Es por ello que estos controles sirven para documentar los elementos en los cuales se trabajó y planificar las siguientes intervenciones.

El departamento de mantenimiento en la industria delimita los límites entre la selección de políticas de mantenimiento y posterior gestión. Incluye modelos que permiten definir las acciones de mantenimiento basadas en las políticas adoptadas y la información relacionada con los impactos y riesgos involucrados obtenidos. (Ruschel *et al.*, 2017).

Con los planes de mantenimiento se busca establecer un cronograma de mantenimiento futuro y acciones de sustitución para cada componente durante un período. El intervalo se segmenta en

intervalos discretos. Al final del período, el sistema se mantiene, reemplazado, o no se planea ninguna acción. (Moghaddam & Usher, 2011).

López & Merayo (2013) menciona que al momento de realizar un plan de mantenimiento se busca resolver cuestiones tales como: ¿Qué se va a mantener? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cuánto tiempo? ¿A qué se le dará atención? ¿Qué urgencia tiene la tarea?

El resultado será un plan con orden y bien estructurado en busca de mejor entendimiento entre lo que se quiere y lo que se hizo o hará. Estos planes sirven tanto como para técnicos como para los supervisores y jefes del área.

3.5 Factores importantes en Mantenimiento

Otros de los factores a tomar en cuenta al momento de dar mantenimiento. Estos que serán explicados a continuación son bastante a tomar en cuenta al momento de evitar problemas durante un mantenimiento ya que son problemas comunes en maquinaria industrial.

3.5.1 Calibración

La calibración de instrumentos en una planta de producción es bastante crucial para el funcionamiento óptimo de las máquinas ocasionando una mayor efectividad de esta y por ende de la producción. Hay ciertas máquinas que necesitan una calibración más exacta dado el tipo de procedimiento que están ejecutando.

3.5.2 Lubricación

Al igual que la calibración, la lubricación es un punto importante. Lubricar la maquinaria sirve para evitar el desgaste dado por la fricción entre partes. Todo esto contribuye con la preservación de las piezas y evitar fracturas o quebraduras en ellas.

Cuando la lubricación es inadecuada en algún punto de la máquina surgen problemas. Su efecto más común es la aparición de contacto metal-metal y el consiguiente rozamiento, desgaste y deterioro superficial. (González *et al.*, 2007).

Las funciones principales de un aceite de motor son: reducir la fricción y el desgaste, sellar refrigerar, control de la limpieza del motor además de reducir la fricción y el desgaste del aceite

de motor, también actúa como un eficaz sellante refrigerante y facilita la limpieza del motor. (Terradillos *et al.*, 2014)

3.5.3 Filtros de aceite lubricante

Una parte importante en la lubricación con aceite suelen ser los filtros. Los filtros se encargan de limpiar de impurezas, sucios y virutas al aceite para alargar su vida útil. Los filtros tienen un periodo dado por el fabricante de la máquina para su inspección o cambio.

A la hora de hacer mantenimiento en los filtros de aceite de lubricación existen muchas cosas que se tienen que tomar en cuenta, desde las especificaciones representadas en el manual dado por el fabricante hasta pruebas especiales para comprobar su correcto funcionamiento.

Buckman *et al.* (1962) menciona que aparte de un análisis visual, una simple localización de fugas es necesaria. Esto consiste en sumergir el elemento filtrante en un aceite de mengua viscosidad y emplear presión de aire interna. El elemento está sumergido en un modo horizontal una falla peligrosa se mostrará casi inmediatamente; la presión del aire se aumenta desde cero, mientras fugas menores se expondrán con un mayor aumento en la aplicación presión. El aire eventualmente se filtrará a través de los poros del filtro debido a la variación en el tamaño de los poros. Regularmente, un elemento de filtro se considera admisible para trabajo si el tamaño de las burbujas de aire del área de una fuga es iguales o menores que el más grande desarrollado debido a la porosidad inicial del filtro.

3.5.4 Limpieza

La limpieza del lugar del trabajo sirve no solo con el operario y el lugar de trabajo, sino que también para el estado de las máquinas. La acumulación de polvo o de material residual del proceso deja en mal estado la maquinaria. Este si se acumula en demasiado empieza a generar problemas tanto como de sonidos altos como de problemas de funcionamiento.

3.5.5 Mantenimiento a Motores

Los motores de inducción son la principal fuente de consumo de energía en las industrias. Investigar el trabajo disponible sobre la eficiencia del motor y el consumo de energía aboga por el uso de la energía motores eficientes para reducir el consumo de energía. (Singh *et al.*, 2019). En

industrias tan grandes como la maquila todo tipo de máquinas cuentan con diversos tipos de motores, es necesario crear un plan completo para evitar fallas prematuras y provocar paros innecesarios en las líneas de producción.

Los motores, al igual que otras máquinas rotativas, son sujeto a fallas, deterioro y decadencia. Si no se toma ninguna acción durante el lapso del proceso de envejecimiento, durante el cual el medio ambiente y los contextos de funcionamiento se degradan, un motor eventualmente fracasara. (Loiselle *et al.*, 2018).

Los técnicos utilizan una serie de diagnósticos como la temperatura del motor y la vibración motor como piezas clave de información en el aprendizaje de los motores. A menudo, las fallas ocurren mucho antes de la vida útil esperada del diseño del motor y los estudios han demostró que las fallas mecánicas son la causa principal de fallas eléctricas prematuras. (Barnish *et al.*, 1997).

3.5.6 Bombas de engranajes

Las bombas de engranajes internos son un tipo de dispositivos que convertir la energía mecánica en energía hidráulica y proporcionar la presión de aceite para el hidráulico Las bombas de engranajes internos se utilizan comúnmente en los sistemas hidráulicos. Las bombas de engranajes internos tienen muchas ventajas. Tienen tamaño pequeño, estructura compacta y peso ligero. (Li *et al.*, 2011).

En los últimos años, los sistemas hidráulicos han atraído mucho de atención por sus características de seguridad ambiental, sin riesgo de incendio, bajo costo y alta densidad de potencia y son ideal para algunas aplicaciones especiales, como medicamentos y la industria de los alimentos. (Song & Zhou, 2011).

Las bombas de engranajes son utilizadas en Owens & Minor para poder hacer fluir materiales adhesivos que luego son utilizados para la creación de las batas médicas. El mantenimiento planeado es necesario para evitar el mal funcionamiento de estas y que alguna falla cause pérdidas económicas.

3.5.7 Adhesivos Termofusibles

La unión adhesiva como tecnología de unión versátil, eficaz y energéticamente eficiente ofrece nuevas posibilidades para la unión de elementos no fácilmente soldables y tradicionalmente

incompatibles. Eso es una de las pocas soluciones para la unión de materiales híbridos. Además, hay muchas Posibles aplicaciones para la unión adhesiva en tecnología muy avanzada. (Wehnert *et al.*, 2015). Owens & Minor utiliza adhesivos para poder crear batas desechables de buena calidad.

Los adhesivos termofusibles no tienen disolventes, termo materiales plásticos que se emplean en manera fundida y solidificar al enfriar. (Malysheva & Bodrykh, 2011). Distintos tipos de batas medicas implementan adhesivos termofusibles para poder unir todas las partes producidas en las fábricas.

Estos adhesivos son sólidos en temperatura ambiente, pero se derriten cuando se calientan a la temperatura a la que se aplican. Cuando calor es aplicado, el termofusible se adhiere y posteriormente se enfría rápidamente. (Park & Kim, 2003). La temperatura de aplicación de los termofusibles es muy importante porque un mal control de esta puede llevar a fallos de calidad en la producción.

3.6 Las 5S

Arrieta (2012) Menciona que las 5s son un concepto japonés el cual se refiere a la creación de estaciones más limpias, seguras y visualmente más organizadas. Las empresas modernas deben de tener presente esta cultura que favorece al desarrollo de lugares de trabajo más limpios y eficientes.

Las 5s representan una manera moderna de crear limpieza en la zona de trabajo y de evitar recursos desperdiciados. En empresas que tienen poco tiempo de funcionamiento el ahorrar en cosas innecesarias o poder tener un control detallado y ordenado sobre la producción son cosas que se aprecian.

Un estudio del año 2018 mostró que la correcta implementación de esta herramienta mediante la realización de programas de limpieza y programas de entrenamiento podría llegar a aumentar la eficiencia del proceso de un 49% a un 62%. (Ramirez *et al.* 2021).

3.7 Resultados de un Plan de Mantenimiento

Los resultados de un plan de mantenimiento usualmente son positivos, alargan la vida útil de las máquinas, proveen de una calidad estable en los productos realizados y evitan costos por

reparaciones espontaneas. Todas estas características son importantes para proteger la integridad de la producción.

Un plan de mantenimiento preventivo óptimo nos permite comprender que este tiene unos límites en los cuales no mejoramos la fiabilidad más que si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones sobre los sistemas. (Sacristán, 2014).

La comprensión de los resultados es una etapa muy específica del administrador o del encargado del mantenimiento. De alguna forma, está al alcance de él el conocimiento de la capacidad de administración y del nivel de contestación de sus recursos en correspondencia a los objetivos fijados para la función mantenimiento. (Espinosa *et al.*, 2012). El encargado de mantenimiento debe ser capaz de planificar el mantenimiento preventivo, verificar su cumplimiento y medir los resultados de todos estos.

El resultado de los planes de mantenimiento puede tener distintas métricas, de las más importantes podría considerarse el número de fallas. Si el número de fallas ha incrementado comparado en dos periodos de tiempos iguales después de un mantenimiento preventivo puede significar una mala implementación de dicho plan.

3.8 Automatización

A lo largo de los últimos años en la industria se ha aumentado el uso de procesos automatizados exponencialmente. Esto debido a las múltiples ventajas que trae la automatización en los procesos industriales. Diferentes funciones como control, conteos, alarmas, ensambles, embalajes, transportes han sido optimizadas y así poder mejorar la productividad dentro de la industria.

El automatismo consiste en la creación de un bloque de función derivado (DFB) optimizado para comunicaciones con lectores RFID en la celda de automatización disponible en el laboratorio. (Corral, 2021).

La automatización es un área que sigue aumentando el interés de la empresa en diferentes años, porque puede realizar actividades en menos tiempo y ahorrar dinero, trayendo así más beneficios a la empresa. Muchos factores pueden mejorar la productividad laboral: mano de obra barata, mayor explotación, formación de los trabajadores, organización de la producción. (Rojas & Barbieri, 2019).

La inclusión de más procesos automatizados también trae consigo cambios como por ejemplo diferentes despidos ya que diferentes operarios que realizaban x tarea se ven reemplazados por una máquina que hace dicha tarea de manera más eficiente.

Los ejemplos de automatización industrial incluyen sistemas de suministro de energía como redes inteligentes y sistemas de transporte como sistemas de manejo de equipaje o sistemas de cintas transportadoras en los aeropuertos. Otro ejemplo es un robot industrial, que puede ser un brazo robótico en una línea de producción (Chien *et al.*, 2020).

3.8.1 Plantas Industriales Automatizadas

Las últimas innovaciones y oportunidades en torno a la inteligencia artificial (IA), Internet industrial/Industria 4.0 y la fabricación inteligente abren nuevos potenciales para los sistemas autónomos industriales. Por otro lado, la complejidad de los sistemas industriales ya es un desafío y es probable que esta complejidad aumente aún más con la industria 4.0. (Gamer *et al.*, 2020)

Uno de los mayores beneficios al momento de automatizar procesos es en la parte de eficiencia en la producción. El proceso es agilizado en gran medida por las máquinas dado que estas son generalmente especialmente buenas en ciertas actividades haciéndolas tomar menos tiempo en lograrlas.

Debido a la implementación de la automatización, los procesos se han cambiado de tener mayor cantidad y ahora son procesos con más calidad debido a los diferentes dispositivos que brindan retroalimentación a cada uno de los procesos de la compañía. (Abdelhameed & El Radaf, 2018).

3.9 Eficiencia Energética

La optimización de la energía implica un uso eficaz y eficiente de la energía, buen equilibrio entre la generación y el consumo; además establece que la optimización se lleva a cabo mediante la implementación de factores tanto en ahorro como en inversiones de nivel tecnológico, encaminadas a lograr una utilización eficiente y equilibrada de los recursos energéticos. (Dávila, 2019).

3.9.1 Aire Comprimido

En Owens & Minors al igual que la mayoría de textilerías, cuenta con una gran cantidad de compresores para, por ejemplo, el uso de aire comprimido en las máquinas de costura. Los compresores sirven de gran importancia para diversos trabajos dentro de planta.

Un compresor es una máquina que puede elevar la presión de un fluido compresible, toda vez que disminuye su volumen específico. Los compresores se pueden clasificar según su principio de funcionamiento en dos familias: Compresores de desplazamiento positivo (CDP) y compresores dinámicos o turbocompresores (TC). (Espinoza et al., 2019).

Los compresores son los componentes principales de la producción de aire comprimido. Se trata de máquinas impulsoras de aire, gases o vapores, que ejercen influencia sobre las condiciones de presión. Se montan en salas especialmente acondicionadas, aunque el uso cada vez más frecuente de compresores sofisticados y silenciosos da mayor flexibilidad a la instalación. Los propios compresores integran refrigeradores para el aire comprimido y para el aceite refrigerador de la cámara de compresión. (Martínez, 2011).

Dada la ya mencionada importancia del aire comprimido en esta industria es por ello que se busca garantizar la mayor eficiencia en los procesos con los que interactúa. Esto con el objetivo de lograr mejorar la eficiencia en general de los procesos.

Para lograr que un sistema de aire comprimido garantice el suministro estable de aire seco, limpio, a las presiones requeridas y de una forma segura y económica, se requieren acciones tanto del lado del suministro, como del lado de la demanda, así como en sus interacciones. (Creus Solé, 2011).

La planta debe estar en estado pasivo (sin producción) para poder identificar la cantidad de aire que se pierde debido a las fugas. Se enciende sólo el compresor de velocidad variable y en caso se estar a su máxima capacidad es necesario accionar un compresor fijo; el de menor potencia. Al terminar de presurizarse el sistema, se estabiliza la razón de consumo. En este momento se comienza a realizar el muestreo de las RPM's durante 1 hora cada 2 minutos. Una vez que se tienen los datos se realizan los cálculos. Para los cálculos se toma el valor más alto de revoluciones en RPM y el más bajo que se tuvo durante el muestreo. (Espinoza et al., 2018).

Aquí Espinosa nos da ciertos consejos de como poder realizar la medición de valores de pérdidas en el sistema de compresores tomando como base lo hecho por su persona en otra empresa.

Previo a la instalación de los sistemas de compresores se debe realizar la creación de la red de distribución de este. Con ello se logra definir varios puntos entre ellos los gastos previos y posteriores, las rutas y también las perdidas esperadas en el transporte de aire a través de la red. A la hora de realizar el cálculo de la red de distribución se ha de tener en cuenta la perdida de presión del aire comprimido por el rozamiento con las tuberías y al pasar por los diferentes accesorios. (EC Royo, 1991).

El aire comprimido, como todos los sistemas, trae consigo una gran cantidad de pérdidas. Tal y como se identificó anteriormente estas ocurren en pequeñas cantidades y en cosas insignificantes pero dado el caso de una planta 24/7 estos datos significan una gran cantidad de pérdidas de dinero y tiempo.

Del consumo energético total de un compresor el 94% es energía que se transforma en calor durante el proceso de compresión del aire y por tanto podría ser recuperable, el 2% son pérdidas de calor por radiación al exterior y el restante 4% en la fracción de energía consumida almacenada en el aire comprimido. Este 94% de energía se encuentra disponible principalmente a través de los sistemas de refrigeración y lubricación del compresor. (Paredes, 2016).

IV. Desarrollo

4.1 Etapa Introductoria

Antes de ingresar como practicante en Owens & Minor se precisa de cumplir una serie de inducciones como parte de la política de la empresa. Estas en busca de brindar más información sobre lo que es la empresa y de lo que se hace en esta, además de exponer políticas y requerimientos que se solicitan a los colaboradores.

4.2 Inducción y Reglamentación

Owens & Minor, como cualquier empresa, cuenta con distintas normas para todos los trabajadores de esta. Estas normas son expuestas en la inducción en el que se conoce la reglamentación exacta de la empresa, normas, deberes y los beneficios que se tiene por pertenecer a la familia de Owens & Minor. Además de esto se exponen temas de la situación actual del COVID-19 con respecto a las medidas de bioseguridad. Se les recuerda a los participantes de la charla la importancia de mantener la distancia, lavado de manos, uso de mascarilla, etc.

4.3 Políticas de Vestimenta y Seguridad Industrial

En busca de evitar accidentes por desconocimiento, dentro de la charla se brinda una sección en la que se abarcan las políticas de seguridad de la planta. Entre estas se encuentran:

- Uso de batas. Esto es en busca de evitar la exposición de la piel lo más posible y además evitar la contaminación del producto.
- Uso de gafas. Las gafas protectoras se utilizan para prevenir cualquier daño en la zona ocular del operario, técnico o ingeniero.
- Uso de tapones para oídos. Esto dado que debido al gran ruido de las máquinas y el no uso de estos tapones podría generar problemas auditivos a los presentes en la planta.
- Uso de redecillas para cabello. Esta, al igual que las batas, es en busca de evitar la contaminación del producto

Estos anteriormente mencionados son obligatorios para todos los presentes en la planta sin importar el cargo. Pero dentro de otras áreas, por ejemplo, en mantenimiento, se procura utilizar guantes y zapatos con protección. Además, dentro de las políticas de vestimenta también se encuentra el no uso de relojes, aritos, collares etc. también en busca de evitar accidentes o

problemas con el producto. El no cumplimiento de estos requisitos obligara al guardia a negarle el ingreso al área de producción.

4.4 Introducción y Recorrido a Planta de Producción

Owens & Minor Halyard cuenta con dos plantas de producción en Villanueva. La primera es una planta más antigua con casi treinta años de estar en funcionamiento mientras que la segunda tiene un año de estar en funcionamiento. Es por ello que la primera cuenta actualmente con muchas más máquinas y personal. La primera planta que se visito fue esta. En el recorrido se realizó una revisión de todo el proceso de creación de las diferentes batas con las que cuenta la planta. Así mismo posteriormente se hizo el recorrido de la segunda planta.

4.5 Descripción de Trabajo Desarrollado

Dentro de las responsabilidades de trabajo delegadas por el supervisor se encontraban creación de instrucciones de trabajo, supervisión de actividades de mantenimiento, diseño de elementos mecánicos de equipos de trabajo y cumplimiento de actividades de mantenimiento.

A continuación, se describirán todos los trabajos realizados a lo largo de las 10 semanas de práctica profesional, estos vendrán acompañados de imágenes de referencias. Estas imágenes de referencias sirven únicamente como ilustración y para una mejor explicación del trabajo más sin embargo estas no son tomadas de la planta debido a temas de confidencialidad de parte de la empresa.

4.5.1 Semana 1

En la primera semana se hicieron las inducciones comentadas anteriormente, recorridos a lo largo de la planta y además de esto se nos introdujo en el área de mantenimiento conociendo a todas las personas involucradas en el área. Se realizaron distintas actividades de mantenimiento primeramente realizando cambios de tableros en máquinas de costura encontradas en planta 1 las cuales se aprovechó un espacio en el que se paró la línea para poder hacer este mantenimiento, además se hizo limpieza general y remplazo de piezas en otras máquinas dentro de la misma línea de producción. Todo esto contando con el apoyo de otros técnicos. Se trabajó de esta manera con el objetivo de conocer la maquinaria y de cómo se hacían los mantenimientos en la empresa. Se nos comentaron los pasos a seguir en el procedimiento de mantenimiento, llenado de listas

de actividades, solicitud de herramientas, proceso de solicitud de piezas en departamento de store, etc.

Las actividades de cambio de tablero son una iniciativa de mantenimiento que se refiere al cambio de las estructuras donde se montan los diferentes tipos de máquinas de costura, máquinas de coser tanto las uniones de la tela como los puños de la bata médica. Los cambios de tableros son periódicos y se realizan a través de la normativa 5S, la cual busca evitar atrasos en la producción basándose en la creación de unidades de trabajo más cómodas para el operario.

El proceso de verificación del cumplimiento de las 5S también se da de manera periódica e involucra a todos los departamentos de la planta de producción. El departamento de mantenimiento se encarga de resolver cualquier desperfecto que puedan tener las maquinas en las estaciones de trabajo utilizando comunicación constante con el operario encargado de dicha estación hasta que las normas de orden, limpieza y eficiencia se cumplan.

Los desafíos para la ejecución y supervisión de las 5S, van desde el conocimiento de las máquinas para poder brindar el correcto mantenimiento hasta el cumplimiento de horarios y fechas establecidas para su ejecución.

4.5.2 Semana 2

La segunda semana se nos fue trasladados hacia la segunda planta en la que se nos hizo un recorrido al igual que con la primera. Así mismo se nos introdujo al equipo de mantenimiento y de las actividades a realizar durante esta semana. Primeramente, se nos encargó la creación de instrucciones de trabajo de mantenimiento para maquinaria nueva en la planta. Dentro de esta maquinaria se encontraban máquinas de costura *sorgete* Pegasus de diferentes modelos como se muestra en la figura1, detector de metales Multivac, selladora Branson, etc. Es así como se fue a evaluar la maquina mientras no estaba en uso para posteriormente crear instrucciones de trabajo de mantenimiento tomando como base otros manuales creados anteriormente para diferentes máquinas. En estos manuales se especifican las medidas y equipo de seguridad necesario para el mantenimiento, así como las herramientas e instrucciones a seguir paso a paso para poder hacer el mantenimiento de la mejor manera posible. Se consultó con los manuales enviados por el fabricante para verificar la validez de lo que se estaba haciendo.



Figura 1. *Máquina de costura Pegasus*

Fuente: Pegasus Co.

Una vez agregando lo apreciado de nuestra parte y lo dictado por el manual se procede a preguntarle a los técnicos para obtener retroalimentación sobre el contenido de las instrucciones de trabajo dado que ellos tienen una mayor experiencia con este tipo de maquinaria. Con el visto bueno de esta se procedió a realizar una lista de actividades, *checklists*, para poder ser marcada por el técnico en el momento de hacer el trabajo de mantenimiento. Esto con el fin de poder llevar un orden correcto de lo que se hace y el orden en el que se hace.

La segunda planta de Owens & Minor es relativamente nueva, tiene menos de un año de operación. Casi todo en esta planta es nuevo, desde maquinaria hasta el tipo de bata que se fabrica. En esta planta se fabrica las batas de la línea *Hotmelt* la cual utiliza adhesivos termofusibles para unir todas las partes de las batas. Este tipo de bata es de una calidad menor a la que se produce en la primera planta. Como esta línea es nueva las máquinas que se utilizan son nuevas y el conocimiento de estas es muy poco. Es necesario que las personas del departamento de mantenimiento investiguen acerca de los tiempos y procedimientos de mantenimiento preventivo, así como números de partes de las piezas que pueden fallar más en las máquinas.

El trabajo realizado consistió en investigar acerca de dos fusores *Nordson* como se muestra en la figura 2, estos se encargan de mantener la goma termofusible a una temperatura de operación. Se crearon planes de mantenimiento que son fiables y de acorde a las especificaciones del fabricante.



Figura 2 Fusores Nordson

Fuente: *Nordson Corporation*

4.5.3 Semana 3

Para la tercera semana se continuo con evaluación de instrucciones de trabajo pasadas en pro de realizar revisiones en base a lo que decía el manual del fabricante además de observaciones propias. A lo largo de la semana se trabajó en la creación de manuales en el que se buscaba establecer el orden de las actividades de trabajo con imágenes y descripciones del trabajo a realizar en cada ciclo de mantenimiento. Con vistas a que los nuevos técnicos puedan saber cuál es el proceso de mantenimiento y no tengan perdida de lo que están realizando. Se trabajó en lograr hacer esto con la maquinaria conocida en la empresa como "Conveyor" y "Mecatrónica". La primera mencionada hace la función de colocar goma en los lados de la bata para su sellado, la segunda hace el sellado de la misma forma, pero en este caso de las mangas. La mayor dificultad dentro de estas actividades es que debido a que las maquinas por lo general son relativamente nuevas, los técnicos no tienen un amplio conocimiento de ellas. Específicamente de los procesos óptimos para hacer los mantenimientos, estos se hacían solamente por intuición en lo que normalmente se hacen en máquinas de esas características. En conclusión, se recurrió a otros manuales como referencia y conocimientos propios para la creación de estos manuales e instrucciones de mantenimiento.

Además, en estos manuales se agregaron las piezas principales a las que se le da mantenimiento o cambian. Se procedió a crear manuales para tres máquinas diferentes con la estructura dicha anteriormente de imágenes de procedimiento, instrucciones de que hacer, imágenes de piezas,

numero de partes y SAP de estas. Por otra parte, durante esta semana se inició la instalación de nuevas líneas de producción en la segunda planta. Se realizó trabajo de supervisión en las instalaciones de las nuevas máquinas para estas líneas.

La nueva línea que se está instalando corresponde a una línea de batas llamada *Houston*, la cual no utiliza la maquinaria previamente instalada en la planta, así que es necesario que los técnicos obtengan más información acerca de esta nueva maquinaria, para lo cual se tienen que buscar estándares creados por los fabricantes, resumirlos y repartir esa información de alguna manera con los técnicos.

4.5.4 Semana 4

A lo largo la siguiente semana se continuo con la supervisión en la nueva línea de producción en la que se busca expandir los productos en la segunda planta con la creación de otro tipo de bata anteriormente solo encontrada en la primera planta. Además de lo dicho sobre las nuevas líneas se hizo trabajo de supervisión en trabajos de mantenimiento programados en maquina "mecatrónica", esta es encargada de sellar las mangas de las batas. A través este trabajo de mantenimiento se procedió a cambio de sensores dentro de la máquina, al momento de hacer este cambio, se ayudó a los técnicos con las conexiones en el panel eléctrico del sensor al PLC. Durante la supervisión, con la ayuda de la lista de actividades, se precisa ver que los técnicos completen todos los procesos dictados en esta lista.

La "mecatrónica" es una máquina que tiene muchos sistemas y subsistemas distintos. Cuenta con sistemas eléctricos, electrónicos, periféricos, mecánicos, de control y neumáticos. Para el sistema de control se utiliza un PLC el cual se encarga de enviar información a distintos motores que están en la máquina. A parte el PLC recibe información de unos sensores que le indican cuando la maquina tiene que soltar goma y cuando no. En esta semana se desglosaron los sistemas más importantes de esta máquina para poder crear planes de mantenimiento y se supervisaron la instalación de nuevas máquinas de este tipo.

4.5.5 Semana 5

La quinta semana se hicieron actividades de levantamiento de dos líneas de producción 11 y 12. El objetivo de estos levantamientos es evaluar la maquinaria previo a los trabajos de

mantenimientos programados. Durante este levantamiento se notaron ciertos inconvenientes mínimos en distintas maquinarias, por ejemplo, en máquinas de sellado de mangas se notaron guardas de seguridad en mal estado cosa que puede resultar en problemas por eso se hace la anotación de esto. Se anotaron diferentes inconvenientes mínimos para posteriormente ser inscrito como notas a tomar en cuenta para el mantenimiento preventivo. Más adelante se hizo supervisión en instalación de máquinas de costura *sorgete* para la nueva línea de producción conocida como Houston. También se hizo supervisión y asistencia en mantenimiento preventivo para la ya mencionada línea de Houston. En esta se armaron diferentes tableros para maquinas *sorgeteadoras* además de realizar pruebas en maquinaria de sellado de mangas.

Posteriormente en la semana se hizo levantamiento de máquinas troqueladoras y compactadoras. Dentro de la planta se cuentan con diferentes modelos de troqueladoras y compactadoras por eso se nos fue ordenado la realización de este levantamiento. Después de esto se hizo un *checklists* con las tareas a realizar durante el mantenimiento de esta maquinaria tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.

La importancia del levantamiento previo a la aplicación del mantenimiento radica en la preparación de este mismo. Con el levantamiento se puede prever que partes de la línea necesitan más mantenimiento y se pueden hacer listas de materiales y partes para efectuar dicho mantenimiento.

Otra parte importante del levantamiento está relacionado con la protección de los operarios. Muchas maquinas a las cuales por mucho tiempo no se les ha dado mantenimiento comienzan a tener desperfectos que pueden traer daños a la salud de los operarios. Por ejemplo, en el levantamiento se pudo notar que las maquinas Branson producen un sonido de demasiados decibeles los cuales pueden provocar daños auditivos profundos, la solución para este problema es ajustar y cambiar las partes móviles de esta máquina para que no produzca este sonido.

4.5.6 Semana 6

En la sexta semana se continuaron con actividades de la semana anterior referente a la línea de producción Houston. Se realizó una evaluación de máquinas *sorgeteadoras* debido a un problema de entrega por parte del fabricante, esto llevo a que se hiciera una revisión del problema y búsqueda de soluciones del mismo. Entre ellos estaban la falta de ciertas piezas en alguna

maquinaria, tableros para otro tipo de maquina o incompleto, entre otros. Se notificó sobre los datos obtenidos a los supervisores. Otra actividad que se realizó consistía en, al igual que la semana pasada, una inspección visual previa a mantenimiento preventivo en busca de problemas ajenos a lo que se realiza normalmente.

En esta semana también se ayudó con un programa que está en ambas plantas que es acerca de eficiencia energética en los compresores. Se ayudó con el apartado de análisis de datos en Excel realizando gráficos de información que se recopiló antes y después de la corrección de fugas que estaban presentes en el sistema de aire comprimido. El aire comprimido podría ser uno de los recursos más valiosos en la planta así que ahorrar energía en este sistema es muy valioso.

4.5.7 Semana 7

Durante esta semana se realizó supervisión al mantenimiento de distintas líneas de producción. Cada línea de producción en Owens & Minor cuenta con distintas máquinas, están presentes bandas transportadoras, tanques fusores de goma, máquinas de costura entre otras máquinas. Cada máquina tiene un proceso de mantenimiento distinto, en el caso de las bandas transportadoras se requiere que se separen, limpien y engrasen los rodos centrales y laterales, en los fusores de goma se realiza una limpieza general y cambio de filtros de goma. En esta semana se realizaron mantenimiento preventivo a las líneas 19 y 18. A parte se hicieron diseños 3d de los rodos laterales de la banda transportadora en SolidWorks.

4.5.8 Semana 8

En esta semana se realizó mantenimiento preventivo en las líneas 16 y 15, se superviso todo el procedimiento de mantenimiento y al final de cada proceso se realizaron informes acerca de lo que se hizo. En estos informes se detalla todo lo que el equipo de mantenimiento realizo, los materiales utilizados, el alcance y el presupuesto del mantenimiento. Estos informes son importantes para el departamento de mantenimiento preventivo porque se usan para justificar el tiempo de paro de la producción en las líneas y se usan para ejemplificar los daños que las maquinas pueden tener si el mantenimiento preventivo no se realiza.

4.5.9 Semana 9

En esta semana se realizó mantenimiento a la línea 4, al igual que las demás semanas se hicieron informes detallando las partes importantes de este proceso. Se tomaron fotos de cada pieza que se cambió para tener un control del inventario y se realizaron cálculos de presupuesto utilizado. En esta semana se comenzó a trabajar en el desarrollo de un formulario en Visual Basic y Excel para recopilar información de todos los mantenimientos preventivos que se realizan en la planta. En este formulario se pide información como el número de serie de la maquina a la que se le dio mantenimiento, las personas que ayudaron en dicho mantenimiento, fallas que se encontraron en el mantenimiento y la fecha del mantenimiento. La función de este formulario es poder llevar un control de la fecha en la cual la línea de producción falla posterior al mantenimiento, esto es un dato importante para poder monitorear el mantenimiento preventivo. También se comenzó a hacer un levantamiento de los números de serie de todas las maquinas que hay en la planta, todo esto con el fin de llevar una base de datos fiable para el mantenimiento preventivo.

4.5.10 Semana 10

Durante la última semana de práctica profesional se realizaron diversas actividades entre ellas, la supervisión a el proceso de mantenimiento preventivo de las maquinas *Markem Printer*. Estas máquinas son las encargadas de poner el logo de la empresa en cierto modelo de batas médicas. El mantenimiento en estas máquinas consiste en cambio de filtro de tinta, limpieza general de cabezal y demás partes de la máquina y verificación de voltaje en las terminales de entrada. En la supervisión de este trabajo se pudo observar que a una de estas máquinas contaba con fusibles en mal estado lo cual ocasionaba la falla de todo el sistema. Otra actividad que se terminó esta semana fue el levantamiento de los números de series de las máquinas de la planta. También en esta semana se finalizó con el formulario para eficiencia que se comenzó a crear en las semanas pasadas.

Herramientas utilizadas durante la PP

Dentro de la industria se manejan muchos temas importantes de papeleo, datos, historial, reportes, etc. Las herramientas ofimáticas sirven para poder realizar este tipo de procesos y así llevar un orden más claro en la empresa.

Se puede decir que la ofimática es la aplicación de la informática para facilitar, mejorar, optimizar y automatizar las tareas en la oficina. Permite automatizar tareas como elaboración, modificación y compartición de los mismos a través de dispositivos portables, redes LAN o de las nubes informáticas. Siendo una alternativa para mejorar procesos en los que intervengan la informática y tareas administrativas. (Monserrate, 2019).

4.5.11 Microsoft Excel

Excel es uno de los programas de Microsoft más útiles dentro de las empresas, este nos brinda diferentes funciones esenciales como la creación de tablas, ecuaciones, gráficas y un manejo de datos numéricos más completo que los otros programas dentro de office. Este facilita mucho el trabajo de ciertas empresas con estas funciones brindando así un mayor rendimiento en general. Excel utilizada en los sitios de trabajo para la Gestión del SG-SST de la organización, no sólo facilito y agilizo la gestión de todos los procesos de desarrollo del ciclo de mejoramiento continuo del sistema, sino que fue una herramienta económica, práctica y personalizada, que optimizo los recursos de la empresa reduciendo costos operativos al no depender de un software dedicado. (Rodríguez & Andrea, 2021).

4.5.12 SolidWorks

Dentro de la ingeniería la planificación y prediseños son un tema muy importante para evitar posteriores problemas y así tener una mejor visión del trabajo realizado.

Independientemente de lo que estén creando, los diseñadores e ingenieros necesitan las mejores herramientas y soluciones para desarrollar el próximo producto de alta calidad, comercializarlo y satisfacer las demandas de los clientes. (*Diseño/Ingeniería*, 2021)

En nuestro caso esta herramienta a utilizar es SolidWorks, una herramienta de CAD bastante potente con muchos usos que sirven para distintas aplicaciones como la visualización, medición, simulaciones, fabricación y más importante diseño de piezas o mecanismos.

4.6 Cronograma de Actividades

Actividades	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	19-23 abr.	26-30 abr.	3-7 may.	10-14 may.	17-21 may.	24-28 may.	31may.-4 jun.	7-11 jun.	14-18 jun.	21-25 jun.
Charlas de Seguridad										
Inducción General										

Recorrido de Plantas										
Trabajo de Mantenimiento										
Creación de instrucciones de trabajo										
Creación de lista de actividades										
Creación de manuales de mantenimiento										
Supervisión de trabajos de mantenimiento										
Levantamiento en líneas de producción										
Asistencia en programa de eficiencia energética										
Creación de Piezas SolidWorks										
Creación de formulario para mantenimiento preventivo										

V. Conclusiones

En este capítulo se exhiben las conclusiones logradas a lo largo de la práctica profesional en Owens & Minor en el departamento de mantenimiento:

5.1 Conclusión General

El acatamiento de la búsqueda de soluciones dentro de los problemas presentados, realización de planes de mantenimiento, investigación sobre procesos de mantenimiento específicos fueron logrados cumpliendo así las metas precisadas en el comienzo de la práctica profesional.

5.2 Conclusiones Especificas

- Se desarrollaron metodologías de mantenimiento definiendo los pasos en los que se ejecutara este, cosa que sirvió bastante dado el poco conocimiento específico que se tenía de las máquinas.
- Se realizaron por medio de CAD diseños de componentes mecánicos de las maquinas en líneas de producción ayudando así a la visualización de la composición de nueva maquinaria.
- Se supervisó el cumplimiento de las actividades de mantenimiento programadas comprobando el cumplimiento de todas las actividades propuestas por medio de las listas de actividades previamente hechas.
- Se desarrolló, en colaboración con supervisores, un estudio de mejora de eficiencia energética en base a la resolución de fugas en compresores de planta.

VI. Recomendaciones

Recomendaciones para la Empresa

Poner más cuidado en temas logísticos para evitar problemas y generación de soluciones que se pueden evitar con mejor control en el principio. Por ejemplo, el inconveniente surgido con el pedido de máquinas de costura y la falta de piezas atrasando así la habilitación de este equipo en planta. Esto genera problemas en los que se perjudica con pérdidas de tiempo, cosa que, en la industria, significa dinero. Se recomienda también búsqueda de realizar más proyectos de mejoras de procesos ya que creemos hay ciertos procesos que pueden ser mejorados para una mejor eficiencia.

Recomendaciones para Universidad

La mayor variedad de manejo de marcas de PLC, cada marca maneja sus PLCs de diferentes formas y es por ello que creemos que en la universidad se deberían de ver algo más de variedad, aunque la base de esto sea la misma. Otro de las recomendaciones podría ser una impartir mayor variedad en el área de lenguajes de programación, es algo indispensable en la industria y consideramos que se conoce la base de ello, pero sería interesante explorarlo más a profundidad.

Así mismo consideramos que también en la carrera sería bueno la implementación de clases orientadas a neumática. Dentro del estudio en el que se colaboró para la empresa notamos la importancia de tener control y conocimiento sobre el aire comprimido y el impacto que genera un imperfecto en esta área. En la universidad no se aborda este tema mucho y en ocasiones es necesario este conocimiento de los procesos neumáticos, así como sus actuadores.

VII. Bibliografía

- McQuerry, M., Easter, E., & Cao, A. (2021). Disposable versus reusable medical gowns: A performance comparison. *American Journal of Infection Control*, 49(5), 563-570.
<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.10.013>
- Kilinc Balci, F. S. (2016). Isolation gowns in health care settings: Laboratory studies, regulations and standards, and potential barriers of gown selection and use. *American Journal of Infection Control*, 44(1), 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.07.042>
- Lovitt, S. A., Nichols, R. L., Smith, J. W., Muzik, A. C., & Pearce, P. F. (1992). Isolation gowns: A false sense of security? *American Journal of Infection Control*, 20(4), 185-191.
[https://doi.org/10.1016/S0196-6553\(05\)80144-0](https://doi.org/10.1016/S0196-6553(05)80144-0)
- McCullough, E. A. (1993). Methods for determining the barrier efficacy of surgical gowns. *American Journal of Infection Control*, 21(6), 368-374. [https://doi.org/10.1016/0196-6553\(93\)90404-R](https://doi.org/10.1016/0196-6553(93)90404-R)
- Kishwar, F., & Ali, F. (2017). SURGICAL GOWN FABRIC; DETERMINATION OF RESISTANCE TO SURFACE WETTING OF EXISTING SURGICAL GOWN FABRIC. *THE PROFESSIONAL MEDICAL JOURNAL*, 24(07), 966-971.
<https://doi.org/10.17957/TPMJ/17.4105>
- Behera, B. K., & Arora, H. (2009). Surgical Gown: A Critical Review. *Journal of Industrial Textiles*, 38(3), 205-231. <https://doi.org/10.1177/1528083708091251>
- Espinosa, F. F., Dias, A., & Salinas, G. E. (2012). Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20(2), 242-254. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>
- Dounce Villanueva, E., Lopez de Leon, C., & Dounce Perez Tagle, J. F. (2015). La productividad en el mantenimiento industrial. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/39453>

- Tavares, L. A. (1999). Administración Moderna de Mantenimiento. 158.
- Yang, L., Ye, Z., Lee, C.-G., Yang, S., & Peng, R. (2019). A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 966–977. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.049>
- Sara Lopez Riera, Antonio Merayo Sanchez (2014). Mantenimiento: Exposicion y Referencias. 27
- Francisco T. Sanchez, Antonio P. Gonzalez, Joaquin L. Sancho, Pablo J. Rodriguez (2007).
Mantenimiento Mecanico de Maquinas. 25
- Midha, V. K., Dakuri, A., & Midha, V. (2013). Studies on the properties of nonwoven surgical gowns. *Journal of Industrial Textiles*, 43(2), 174-190.
<https://doi.org/10.1177/1528083712450742>
- Moubray, J. (1997). MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD. 330.
- Moghaddam, K. S., & Usher, J. S. (2011). Preventive maintenance and replacement scheduling for repairable and maintainable systems using dynamic programming. *Computers & Industrial Engineering*, 60(4), 654-665. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.12.021>
- Flores Fonseca, M. A. (2017). Migración interna en cuatro ciudades de Honduras. *Economía y Administración (E&A)*, 1(2), 150-168. <https://doi.org/10.5377/eya.v1i2.4355>
- Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61).
<https://doi.org/10.31876/revista.v18i61.11005>
- Alvaro Martinez. (2011). ANÁLISIS Y MEJORA DE UNA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO. <http://hdl.handle.net/10016/13412>

- Lubrication and Wear Group, Buckman, K. E., & Kemp, S. W. (1962). Lubricating-Oil Filter Testing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 176(1), 219-233.
https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1962_176_023_02
- Carrillo, J. (1996). *Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors*. 8.
- EC Royo (1991) *Memoria del Calculo: Aire Comprimido*.
https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-10-04_10-35-5691990.pdf
- Arrieta, J. (2012). Las 5s pilares de la fábrica visual. *Revista Universidad EAFIT*, 35(114), 35-48.
Recuperado a partir de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1073>
- Dowlatshahi, S. (2008). The role of industrial maintenance in the maquiladora industry: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 298-307.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.009>
- Gamer, T., Hoernicke, M., Kloepper, B., Bauer, R., & Isaksson, A. J. (2020). The autonomous industrial plant – future of process engineering, operations and maintenance. *Journal of Process Control*, 88, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2020.01.012>
- Li, H., Yang, C., & Zhou, P. (2011). The finite element analysis and optimizations of shells of internal gear pumps based on ANSYS. *Proceedings of 2011 International Conference on Fluid Power and Mechatronics*, 185-190. <https://doi.org/10.1109/FPM.2011.6045754>
- Loiselle, R., Xu, Z., & Voloh, I. (2018). Essential Motor Health Monitoring: Making Informed Decisions About Motor Maintenance Before a Failure Occurs. *IEEE Industry Applications Magazine*, 24(6), 8-13. <https://doi.org/10.1109/MIAS.2017.2740465>
- Terradillos, J., Bilbao, M., & Málaga, A. (2014). *Lubricación y mantenimiento de motores de gas*. 20.

- Malysheva, G. V., & Bodrykh, N. V. (2011). Hot-melt adhesives. *Polymer Science Series D*, 4(4), 301-303. <https://doi.org/10.1134/S1995421211040095>
- Moreu De Leon, P., González-Prida Díaz, V., Barberá Martínez, L., & Crespo Márquez, A. (2012). A practical method for the maintainability assessment in industrial devices using indicators and specific attributes. *Reliability Engineering & System Safety*, 100, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.12.018>
- Park, Y.-J., & Kim, H.-J. (2003). Hot-melt adhesive properties of EVA/aromatic hydrocarbon resin blend. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 23(5), 383-392. [https://doi.org/10.1016/S0143-7496\(03\)00069-1](https://doi.org/10.1016/S0143-7496(03)00069-1)
- Edgar Estuardo (2016). EL USO DE LOS PROGRAMAS DE COMPUTACIÓN. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/503>
- Ruschel, E., Santos, E. A. P., & Loures, E. de F. R. (2017). Industrial maintenance decision-making: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 180-194. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.09.003>
- Carlos Jose Paredes. (2016). Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero. <http://hdl.handle.net/10317/5707>
- Diana Medranda (2019). Análisis del uso de la ofimática en el área administrativa de la empresa Macusa industrial.40 <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9911>
- Singh, G., Anil Kumar, T. Ch., & Naikan, V. N. A. (2019). Efficiency monitoring as a strategy for cost effective maintenance of induction motors for minimizing carbon emission and energy consumption. *Reliability Engineering & System Safety*, 184, 193-201. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.02.015>

- Ramirez F., Johan Giuliano, Torres Jacome, R. Abigail. (2021). *Modelo de aplicación de herramientas 5s, mantenimiento autónomo, distribución de planta y automatización para aumentar la capacidad productiva en una PYME del sector bebidas*.
<http://hdl.handle.net/10757/654899>
- Song, W., & Zhou, H. (2011). Experimental research on performance of water hydraulic internal gear pump. *Proceedings of 2011 International Conference on Fluid Power and Mechatronics*, 154-159. <https://doi.org/10.1109/FPM.2011.6045748>
- Barnish, T. J., Muller, D. M. R., & Kasten, D. J. (1997). *MOTOR MAINTENANCE: A SURVEY OF TECHNIQUES AND RESULTS*. 11.
- Ver Beek, K. A. (2001). Maquiladoras: Exploitation or Emancipation? An Overview of the Situation of Maquiladora Workers in Honduras. *World Development*, 29(9), 1553-1567.
[https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00057-2](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00057-2)
- Wehnert, F., Pötschke, P., & Jansen, I. (2015). Hotmelts with improved properties by integration of carbon nanotubes. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 62, 63-68.
<https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.06.014>
- Abdelhameed, R. M., & El Radaf, I. M. (2018). Self-cleaning lanthanum doped cadmium sulfide thin films and linear/nonlinear optical properties. *Materials Research Express*, 5(6), 066402.
<https://doi.org/10.1088/2053-1591/aac638>
- Asociación Hondureña de Maquiladores. (2016, April 21). <http://www.ahm-honduras.com/>
- Chen, F., Zhang, H., Xu, B., Chen, X., Yang, Z., Ye, Y., & Xie, Q. (2016). Research on imperfect preventive maintenance strategy for turret system of the CNC lathe. 2016 11th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS), 1–4.
<https://doi.org/10.1109/ICRMS.2016.8050075>

- Chien, S.-Y., Lewis, M., Sycara, K., Kumru, A., & Liu, J.-S. (2020). Influence of Culture, Transparency, Trust, and Degree of Automation on Automation Use. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 50(3), 205–214. <https://doi.org/10.1109/THMS.2019.2931755>
- Corral, O. S. (2021). Estudio de las etapas de automatización de un proceso basado en un transportador industrial. 98.
- Creus Solé, A. (2011). *Neumática e hidráulica*. Marcombo.
- Dávila, E. O. G. (2019). DIRECTOR: Ing. CHRISTIAN RENÁN VÁSQUEZ FALCONY MSc. 88. Diseño/Ingeniería. (2021, May 27). <https://www.solidworks.com/es/domain/design-engineering>
- Dounce Villanueva, E., Lopez de Leon, C., & Dounce Perez Tagle, J. F. (2015). La productividad en el mantenimiento industrial. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/39453>
- Espinosa, B. A., Araico, V. O. B., & Guerrero, J. V. (2018). EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EMPRESAS QUE UTILIZAN AIRE COMPRIMIDO EN SU PROCESO DE PRODUCCIÓN. 8.
- Espinoza, J. I. P., Lazo, L. N., Muñoz, W. C., & Cifuentes, R. C. (2012). ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO PARA INDUSTRIAS. 106.
- Kelly, B. D. (2020). Coronavirus disease: Challenges for psychiatry. *The British Journal of Psychiatry*, 217(1), 352–353. <https://doi.org/10.1192/bjp.2020.86>
- Khasanah, R., Jamasri, & Yuniarto, H. A. (2019). Evaluation of turnaround maintenance practice effects in the process industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673, 012097. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012097>

- Rodríguez, J., & Andrea, V. (2021). Implementación de herramientas ofimáticas como potencializador de capacidades del talento humano en la organización. reponame:Expedio Repositorio Institucional UJTL. <https://doi.org/10/17659>
- Rojas, A. M., & Barbieri, G. (2019). A Low-Cost and Scaled Automation System for Education in Industrial Automation. 2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 439–444. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2019.8869535>
- Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. 12.
- Sembiring, N., Panjaitan, N., & Angelita, S. (2018). Design of preventive maintenance system using the reliability engineering and maintenance value stream mapping methods in PT. XYZ. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 309, 012128. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012128>
- Tavares, L. A. (1999). Administración Moderna de Mantenimiento. 158.
- Yang, L., Ye, Z., Lee, C.-G., Yang, S., & Peng, R. (2019). A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. European Journal of Operational Research, 274(3), 966–977. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.049>