



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**RLA MANUFACTURING**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21541060 JOSÉ MARCELO VEGA RODRÍGUEZ**

**ASESOR:**

**ING. ALBERTO CARRASCO**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ABRIL, 2021**

## RESUMEN EJECUTIVO

La automatización del proceso de producción permitió que las industrias puedan producir más producto en un menor tiempo, y a su vez, mejoró la eficiencia y la calidad de sus productos. En la industria textil la automatización logró un gran impacto mejorando el seguimiento y la obtención de datos y la aseguración de los procedimientos lo cual es algo fundamental. EL proceso de tejido es el proceso que inicia una gran línea de producción, pasando por el área de loteo, teñido, acabado, compactado y corte hasta llegar a las plantas de costura y finalmente a los clientes. En RLA Manufacturing, se realizan diferentes tipos de prendas, como camisetas, buzos, sudaderas y ropa interior, cada estilo que se teje presenta composiciones diferentes, así como también resistencia y elasticidad.

El principal enfoque de la práctica profesional realizada se basó en aplicar los conocimientos y destrezas obtenidas en la carrera universitarias para desarrollar proyectos de mejora, dar seguimiento al personal de piso de producción, asegurar que las máquinas se encuentren en buen estado y asegurar que los procesos se estén cumpliendo.

Dentro de los proyectos de mejora se pueden mencionar:

El diseño de una fileta utilizando el sistema CAD que permita la expansión de la capacidad de libras que se encuentran cargadas en las máquinas, con el fin de disminuir las veces que el asociado debe cargar la máquina, haciendo que su enfoque sea principalmente la máquina y, con esto, aumentar la producción y la eficiencia.

La automatización de la obtención de las velocidades a las que trabajan las máquinas de tejido circular con la modificación de la conexión y la implementación de sensores que aseguren la precisión de los datos mostrados en el sistema.

Palabras Clave: Automatización, CAD, Industria Textil, Máquina Circular, Tejido

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Generalidades de la empresa</b> .....	<b>2</b>
2.1 Descripción de la empresa.....	2
2.1.1 Misión.....	2
2.1.2 Visión.....	2
2.1.3 Valores.....	3
2.2 Descripción del Departamento o Unidad.....	3
2.3 Objetivos del puesto.....	3
2.3.1 Objetivo General.....	3
2.3.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>III. Marco teórico</b> .....	<b>5</b>
3.1 Industria Textil.....	5
3.1.2 Industria 4.0.....	7
3.1.3 PLC & SCADA.....	8
3.2 Tejido.....	11
3.2.1 Propiedades de la hilaza.....	13
3.2.2 Máquinas de tejido circulares.....	15
3.2.3 Partes de la máquina tejedora.....	17
3.2.4 Funcionamiento de las agujas.....	18
3.2.5 Defectos en la tela.....	19
3.3 Herramientas Computacionales.....	20
3.3.1 PowerBI.....	20
3.3.2 MiniTab.....	20
<b>IV. Desarrollo</b> .....	<b>22</b>
4.1 Descripción del trabajo realizado.....	22
4.1.1 Inducción, Reglamento y Principios.....	22
4.2 Actividades Realizadas.....	23
4.2.1 Revisión de Contadores.....	23
4.2.2 Auditar y Reportar Paquetes de Hilaza.....	24
4.2.3 Auditoría de RPM.....	27
4.2.4 Auditoría de revientes.....	27

4.2.5 Reporte semanal a los proveedores.....	29
4.2.6 Auditoría semanal de paros .....	29
4.2.7 Auditoría de máquinas <i>RIB</i> .....	30
4.2.8 Reclutamiento.....	31
4.2.9 Validación del sistema de paros en el área de loteo.....	31
4.2.10 Proyecto de mejora: Diseño de una nueva fileta.....	31
4.2.11 Proyecto de mejora: Automatización de rpm.....	33
4.2.12 Proyecto de mejora: Diseño de Bodega de loteo. ....	35
4.3 Cronograma de Actividades.....	36
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>37</b>
5.1 Conclusión General.....	37
5.2 Conclusiones específicas .....	37
<b>VI. Recomendaciones .....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Integración de Arquitectura OPC UA.....	8
Ilustración 2. Arquitectura de los sistemas SCADA.....	10
Ilustración 3. Hilaza en cono.....	11
Ilustración 4. Estructura del tejido por tramas.....	12
Ilustración 5. Estructura del tejido por urdimbre.....	13
Ilustración 6. Diferencias entre Ring Spun y Open End.....	13
Ilustración 7. Hilaza Ring Spun e Hilaza Siro Spun.....	14
Ilustración 8. Máquina para estilos Jersey.....	15
Ilustración 9. Máquina de Tejido Circular Vanguard.....	16
Ilustración 10. Mecanismo para el funcionamiento de las agujas.....	19
Ilustración 11. PLC Barco.....	23
Ilustración 12. Extracción de los pallets de hilaza.....	24
Ilustración 13. Empaque de los conos de hilaza.....	25
Ilustración 14. Conos en bolsa.....	26
Ilustración 15. Diferente tipo de hilaza en Pallet.....	26
Ilustración 16. Pepper Trash.....	28
Ilustración 17. Agujeros por Basura en hilaza.....	28
Ilustración 18. Cinta y Pepper Trash.....	29
Ilustración 19. Defecto de lycra caída.....	30
Ilustración 20. Fileta actual en el piso.....	32
Ilustración 21. Mejora de Fileta.....	33
Ilustración 22. Sensor Magnético I02050.....	34
Ilustración 23. Proyecto de Mejora: Diseño de bodega para loteo.....	35

## I. Introducción

El siguiente trabajo presenta las actividades que se realizaron en la práctica profesional durante un periodo de 10 semanas en la empresa RLA Manufacturing (Textiles Merendón), ubicada en Choloma, Cortés. Esta empresa textilera tiene como principal objetivo la elaboración de camisetas, sudaderas y ropa interior, los cuales son exportados al exterior.

RLA busca la mejora continua mediante la implementación de procesos y automatización de los mismos. La ingeniería mecatrónica es útil en este tipo de situaciones, ya que permite una adaptación a los procesos en un tiempo menor y a su vez logra aportar mejoras en diferentes ámbitos. El amplio conocimiento que brinda la carrera en diferentes áreas, permite al profesional resolver los problemas que se pueden encontrar en el área industrial y a su vez, mejorar los procesos existentes.

En la siguiente práctica profesional se presentarán las distintas actividades que se realizaron en Textiles Merendón tanto como las distintas auditorías realizadas diaria y semanalmente, así como también los proyectos de mejora realizados. Dentro de estas actividades se encontrarán las distintas auditorías que se realizan día a día para asegurar que la eficiencia, calidad y producción se cumplan. Además, se encontrarán proyectos de mejora como la automatización de procesos y diseños de nuevos equipos y ubicaciones.

En este informe se encontrará con el capítulo II, que explica las características de la empresa. En el capítulo III se encontrarán todos los conceptos necesarios para el desarrollo de la práctica profesional. El capítulo IV en el cuál se mencionarán las distintas actividades que se realizaron a lo largo de las 10 semanas de práctica profesional, así como también se encontrarán los proyectos de mejora. En el capítulo V se presentarán las conclusiones de los objetivos generales y específicos y en el capítulo VI se mostrarán las recomendaciones para la empresa.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En este capítulo se mencionarán las distintas características de la empresa, la descripción del área en la que se realizará la práctica y los distintos objetivos que se harán presentes en el puesto que se desempeñará.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Textiles Merendón es una empresa textilera reconocida internacionalmente, reconocida como la empresa americana más grande de Honduras. Las principales marcas a las que es asociada son Fruit of the Loom y Russell, ambas reconocidas a nivel internacional.

Iniciando operaciones en Honduras el 1 de abril de 2004 en Choloma, contando actualmente con un aproximado de 1,700 empleados siendo uno de los mayores empleadores a nivel nacional.

Dentro de los principales productos que la empresa confecciona se encuentran:

- Camisetas
- Ropa interior
- Sudaderas
- Buzos

#### **2.1.1 MISIÓN**

Somos una compañía líder en la confección de tela y prendas de vestir de marcas mundialmente reconocidas. Trabajamos en equipos de alto desempeño comprometidos con el mejoramiento continuo de nuestros procesos y sistemas para satisfacer las expectativas de nuestros consumidores en calidad, costo y entrega, logrando todo ello a través de un ambiente seguro de trabajo, que se basa en estabilidad, desarrollo personal, bienestar de nuestras familias y respeto absoluto a nuestro medio ambiente

#### **2.1.2 VISIÓN**

Una organización capaz de adaptarse al cambio, al ambiente competitivo obteniendo un crecimiento sostenible de ganancias. Con liderazgo en nuestro compromiso hacia nuestra gente y el medio ambiente.

### 2.1.3 VALORES

- Respeto por la gente
- Integridad
- Ambiente para el éxito
- Compromiso con la gente
- Excelencia
- Orientados a la acción
- Orientados a resultados

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

En Textiles Merendón, el área de tejido, consta del departamento de ingeniería, que es el encargado de visualizar la correcta producción y de corregir las oportunidades que se vayan presentando en los procesos, así como también realizar mejoras para tener una producción más eficiente y, por otro lado, el departamento de mantenimiento, que se encarga de corregir todas las oportunidades mecánicas que se encuentren en las máquinas. Además, se encuentran los supervisores, que son los encargados de reportar la producción diaria, dar seguimiento a los asociados y notificar de fallas en las máquinas.

En la empresa se presentan 4 turnos rotativos, los cuales son los encargados de cubrir la demanda de producción que tiene el área de tejido las 24/7.

## 2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

El principal objetivo del puesto es analizar la frecuencia de los procesos de producción, realizar y analizar actividades que aumenten la eficiencia, reduzcan costos y realizar proyectos que permitan la mejora continua del área de Tejido.

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Asegurar que los procesos se estén cumpliendo correctamente y dar seguimiento a las máquinas y asociados para lograr alcanzar la producción planeada, además de identificar las oportunidades y dar soluciones a las mismas.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Examinar y Auditar la Hilaza Defectuosa
2. Auditar y reportar paquetes en los que se entrega la hilaza.

3. Auditar y Reportar las RPM de las máquinas tejedoras
4. Realizar estudios de revientes por hilaza y proveedor.
5. Realizar proyectos de mejora.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se abordarán los conceptos necesarios para un desarrollo correcto de la práctica profesional, para esto es necesario investigar acerca de la automatización en la industria, sobre temas relacionados con el área de tejido que permitan comprender de mejor manera las actividades que se realizarán y el ambiente laboral y las herramientas necesarias para la realización y validación de las actividades realizadas dentro del área.

#### **3.1 INDUSTRIA TEXTIL**

La fabricación de prendas es algo que se ha realizado desde siglos atrás, en los siglos XVII a XIX, la lana, la seda y el algodón era utilizado para este proceso. A partir del siglo XX, se comenzó a aplicar los conocimientos de la química en las fibras, obteniendo de esta manera fibras más resistentes que eran capaces de soportar el ritmo al que serían mecanizadas y posteriormente, logrando reemplazar las fibras de origen natural por fibras sintéticas. (Portos, 2008).

Uno de los objetivos que han llevado a la necesidad de recurrente mejora de la industria textil y de cualquier tipo de industria es tener un sistema que les permita tener un proceso optimo, que no presente problemas reduciendo de esta manera los costes, los tiempos que se necesitan para la fabricación de un producto y aumentar la calidad del mismo.

Los métodos para optimizar los productos son esenciales para aumentar la productividad y a su vez, aumentar la calidad de los mismos. Con el aumento de calidad, el proceso presentará menos paros debido a errores encontrados en el producto o materia prima. La alta producción exige un alto uso de maquinaria y, junto a la calidad, adquiere un valor mayor al momento de producción. (Vinué, 2007)

Una empresa que se dedica a producir grandes volúmenes de materia prima, como es el caso de la industria textil, que son capaces de producir millones de libras de tela a la semana, no puede permitirse detener sus procesos por errores en sus productos, ya que esto los llevaría a la pérdida de dinero. Debido a estas razones es fundamental que los procesos estén correctamente optimizados así este tipo de empresas son capaces de cumplir con las exigencias requeridas por los compradores.

### 3.1.1 Automatización de los procesos industriales

La automatización es el proceso que se requiere para completar cualquier acción sin la necesidad de la intervención de un humano. Se le considera como la ejecución de una acción de forma automática, misma acción que un humano realizaba antes. Actualmente, la automatización es encontrada en diversas plantas manufactureras, ya sea para controlar máquinas o controlar procesos. (Joshi *et al.*, 2019)

La automatización juega un papel importante en varios segmentos de los procesos industriales y brinda grandes beneficios a las industrias, como poder tomar decisiones de forma más eficiente y eficaz, un ahorro de tiempo para la obtención de datos y permite a las empresas actualizarse constantemente y estar preparados para las nuevas exigencias de sus clientes.

Dey & Sen (2020) mencionan que los principales roles de la automatización son:

- Reducir el costo de la producción.
- Aumentar el ciclo de producción.
- Mejorar la calidad.
- Utilizar de mejor manera el espacio de producción
- Reducir el desperdicio.

Existen dos tipos de automatización, la automatización arreglada y la flexible. La arreglada es aquella que se enfoca a una secuencia ya establecida en los procesos industriales, en la cual se enfoca en la producción de un único producto. La automatización flexible es aquella que está enfocada en la realización de distintos productos o partes del mismo. (Gupta & Arora, 2009)

En el caso de la industria textil, siendo específicos en el área de tejido, se presentan varios defectos en la tela que son difíciles de percibir por el ojo humano, como puede ser el patrón de la tela y la formación de vueltas en las máquinas.

Por esta razón se ha comenzado a implementar la tecnología y el procesamiento de imágenes para detectar con mayor precisión este tipo de errores. El procesamiento de imágenes digitales permite subcontratar la inspección visual mediante tecnología computacional. De esta forma, tareas complejas y repetitivas de detección de errores, como contar, medición y detección de defectos, se resuelven mediante sistemas

informáticos. Aunque en otras tecnologías, como la industria del acero o del automóvil, los sistemas de detección visual son comunes debido a la práctica ventajas y ha habido una aplicación mínima de sistemas de procesamiento de imágenes en la industria del tejido. (Simonis *et al.*, 2016)

### 3.1.2 INDUSTRIA 4.0

Describe y encapsula un conjunto de cambios tecnológicos en la fabricación y establece las prioridades de un marco político coherente con el objetivo de mantener la competitividad global de Industria alemana. Es conceptual en el sentido de que establece una forma de comprender un fenómeno e institucional en el sentido de que proporciona el marco para una serie de políticas iniciativas identificadas y respaldadas por representantes gubernamentales y empresariales que impulsan un programa de investigación y desarrollo. (Smit *et al.*, 2016)

Esta revolución industrial ha marcado un antes y después en las industrias, hoy en día, todo dato se puede obtener en cuestión de segundos, desde la producción, archivos, indicadores y los estados en las que se encuentran las distintas máquinas, en el caso de una fábrica textil.

Además, con la incorporación de la tecnología en los distintos apartados que vive el día a día la industria, permite que la producción y control de las distintas áreas sea mucho más eficiente, rápido y sencillo.

En la industria 4.0 se encuentran los sensores y actuadores, que pueden ser capaces de enviar y recibir información y de ser controlados remotamente desde cualquier parte del mundo mediante una conexión a internet, esto con la ayuda de un nuevo servicio llamado el internet de las cosas, que permite la conexión de distintos productos con sus usuarios. También se encuentra la inteligencia artificial, que permite dar un apoyo en la toma de decisiones, la cual, con la alta demanda es una labor mucho más complicada para las empresas. (Sacomano *et al.*, 2018)

Un área que debe abordarse es la industria con una comunicación en tiempo real En el centro de la estandarización, el llamado Comunicación "M2M" (máquina a máquina), desarrollada por un número de empresas. El creciente grado de automatización y la robotización de la producción industrial requiere el desarrollo de nuevos enfoques de organización de la

producción y comunicación mutua de los componentes individuales de producción. Estos avances dieron paso al protocolo OPC UA.

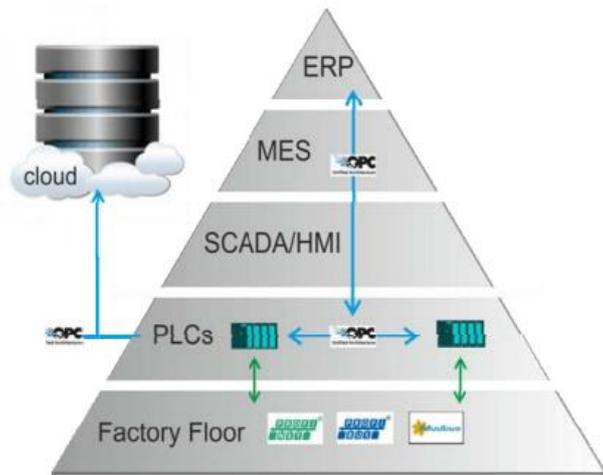


Ilustración 1. Integración de Arquitectura OPC UA.

Fuente: (Drahoš *et al.*, 2018)

El protocolo OPC se ha comenzado a implementar como una medida de automatización en el área industrial, La transferencia de datos pura es solo un aspecto de la información intercambio en sistemas de automatización. Otro aspecto igualmente importante es el modelado de datos y el acceso a los datos a través de distintas plataformas.

Dada la gran variedad de sistemas de comunicación, se requiere una solución independiente de la red también. A lo largo de los años, la comunicación de plataforma abierta (OPC) evolucionó como un enfoque de modelado neutral que fue apoyado por un número creciente de proveedores de dispositivos y gradualmente se convirtió en un estándar de manejo de información comúnmente aceptado. OPC define muchas funciones no abordadas por sistemas de comunicación industrial puros. (Bruckner *et al.*, 2019)

### 3.1.3 PLC & SCADA

En la actualidad, uno de los puntos en los que se ha enfocado la automatización de los procesos industriales es en la instalación de dispositivos lógicos programables o mejor conocidos como PLC. Estos dispositivos han sido de gran ayuda para el control de tanto los procesos industriales como los procesos fuera de la industria. (Manesis & Nikolakopoulos, 2018)

Debido a los constantes avances en la tecnología, las industrias han empezado a implementar sistemas de monitoreo mediante SCADA, el cual les permite saber el estado en el que se encuentra un proceso o en casos como una industria textil, el estado en el que se encuentran sus máquinas, la eficiencia que tienen las mismas e incluso si éstas están presentando errores.

Mehta & Reddy (2014) indican que dentro de las principales funcionalidades de un sistema SCADA se encuentran:

1. La adquisición de datos de los dispositivos de campo
2. El procesamiento de la información para detectares errores o cambios en el proceso
3. Proveer una base de datos con la información de los procesos
4. Presentar la información de una forma gráfica
5. Permitir el fácil control hacia los dispositivos de campo
6. Realizar un monitoreo y diagnóstico
7. Llevar un registro de la información
8. Recibir y mandar la información en tiempo real

Los SCADA, así como cualquier otro tipo de tecnología ha tenido avances a lo largo de su historia, comenzando como un sistema que no era capaz de conectarse con otros sistemas, luego integrando la capacidad de conectarse con otros sistemas mediante redes computacionales hasta llegar a la actualidad en la que éste es capaz de comunicarse mediante las redes inalámbricas y brindar información en cualquier momento y lugar. (Manoj, 2019)

En la actualidad, se utiliza en gran parte del mundo la tercera generación de los SCADA, los cuales están conectados directamente a la red, permitiendo de obtener y visualizar de forma más sencilla y rápida la información de los dispositivos.

En este tipo de sistema, la comunicación se basa en protocolos abiertos, que permiten que la funcionalidad SCADA sea distribuida en WAN, no solo en cerradas LAN. Además, el uso de estándares abiertos y protocolos elimina las limitaciones. Desde la implementación de este avance, los sistemas SCADA pudieron usar más funciones proporcionadas por periféricos de terceros. (Ujvarosi, 2016)

Pliatsios *et al.* (2020) mencionan que la arquitectura de los SCADA es la siguiente:

- El Operador, quien es responsable de monitorear el sistema, atender alertas y realizar el control necesario operaciones. El operador puede estar ubicado en las instalaciones de la organización o puede acceder al sistema de forma remota a través del Internet.
- El HMI, que facilita la interacción entre los operadores y el sistema SCADA. La HMI recopila información de la unidad terminal maestra y traduce el control comandos apropiadamente.
- La intranet de la organización, que consta de computacionales, componentes de redes y almacenamiento ubicados dentro de la organización. Facilita el funcionamiento del sistema ejecutando análisis de los datos recopilados de los dispositivos de campo.
- La Unidad Terminal Maestra (MTU), que es responsable para recopilar datos de terminales remotos, transmitirlos a la HMI y enviando señales de control. También proporciona
- lógica de control de alto nivel para el sistema.
- Las unidades terminales remotas (RTU), que intercambian datos y comandos con la MTU y el control de envío especificado señales a los dispositivos de campo.
- Los dispositivos de campo, que se distribuyen por toda la organización y consisten en dispositivos que monitorean y controlan el proceso industrial. Por ejemplo, se utilizan varios sensores para recopilar datos, mientras que los actuadores realizan las acciones de control.

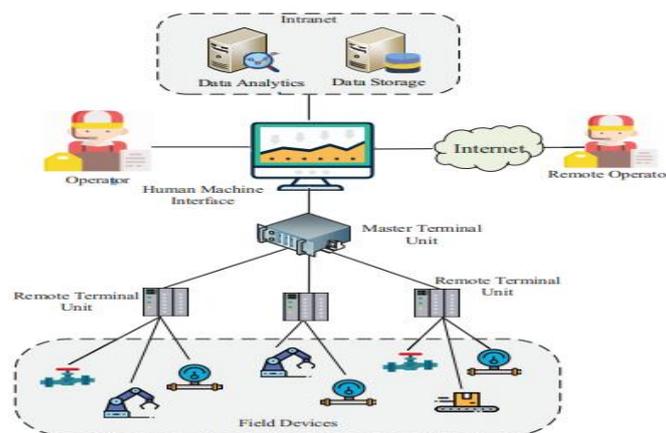


Ilustración 2. Arquitectura de los sistemas SCADA

Fuente: (Pliatsios et al., 2020)

### 3.2 TEJIDO

El tejido es el método por el cual se manipula la hilaza para crear una tela, también conocido como el resultado de entrelazar una o más hilazas. Hilaza se le conoce a la cuerda de fibras que se utiliza para tejido, la cual puede presentarse de forma cilíndrica o cónica. (Textiles Merendon, 2020)

El tejido también es conocido como la consecuencia de entrelazar hilos previamente enrollados de forma paralela para utilizarlos en un cruzamiento longitudinal llamado urdimbre con otro material de forma transversal llamado trama el cual ocasiona un punto como base del tejido. (Martínez & Ávila, 2012)



Ilustración 3. Hilaza en cono.

Fuente: Propia

En textiles Merendón se encuentran distintos proveedores que son los encargados de entregar diferentes estilos de hilaza, con diámetros diferentes y calibres diferentes. Cada uno de los conos presentan diferentes colores en los cilindros que ayudan a identificar el estilo con el que se estará trabajando.

Otro punto importante en tejido es la forma que se utiliza para tejer, si la dirección del hilo se suministra en una dirección de trama o transversal, entonces este tipo de tejido se llama tejido de trama. Las fábricas que utilizan este tipo de tejido realizan productos de jersey simple y la máquina que utilizan se llama máquina de tejer por trama, esta máquina puede ser de forma circular o plana. (Nawab *et al.*, 2017)

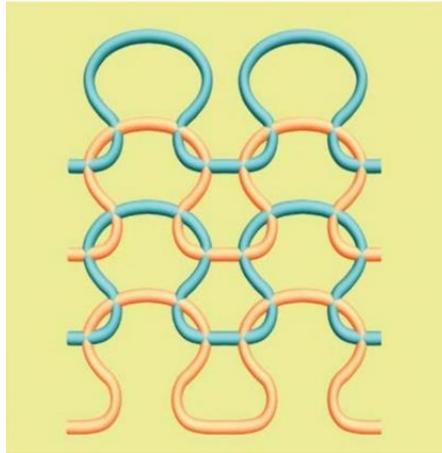


Ilustración 4. Estructura del tejido por tramas.

Fuente: (Nawab *et al.*, 2017)

En la ilustración 4, se observa la estructura que se presenta al utilizar este tipo de tejido, la principal característica es la unión de las diferentes tramas entre sí obteniendo como resultado final un tejido resistente.

El uso de este método implica el uso de hilos hechos de fibras de alto rendimiento como aramidas, vidrio o carbono. Los hilos de alto rendimiento son más rígidos, lo que lleva a picos de alta tensión de entrada durante el tejido. Los hilos convencionales presentan una elasticidad natural que absorbe la tensión y permite una buena tejedura. (Patnaik & Patnaik, 2019)

El tejido por undimbre (ilustración 5), es aquel que el trabajo avanza longitudinalmente, a través del entrelazado de bucles. Cada bucle en dirección horizontal hecho de diferentes hilos en estructura de punto por urdimbre. La ventaja de esta tela estructura que no se desenrolla fácilmente, por lo tanto, tiene menos características de elasticidad que el tejido por trama. (Islam & Biswas, 2018)

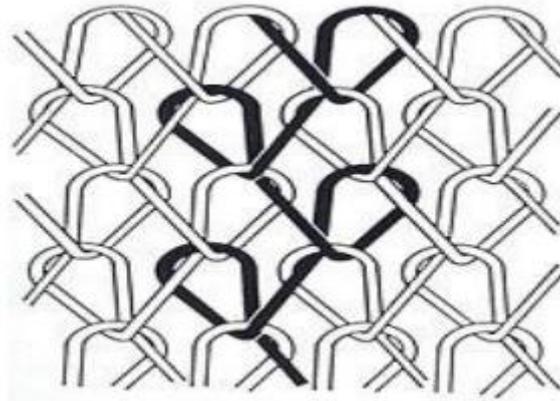


Ilustración 5. Estructura del tejido por urdimbre.

Fuente: (Islam & Biswas, 2018)

### 3.2.1 PROPIEDADES DE LA HILAZA

Merendón trabaja con dos tipos de hilazas, la hilaza Ring Spun y la Open End, conocidas por sus siglas RS y OE respectivamente.

- La hilaza Ring Spun es producida con las fibras largas del algodón, este tipo de proceso asegura que el hilo resultante sea de alta calidad, con una estructura mucho más fina y suave.
- La hilaza Open End es producida con las fibras cortas del algodón, utilizando la fuerza centrífuga las fibras del algodón se adhieren a la superficie del rotor que se encarga de retorcer las fibras. (Hotex Home, 2020)

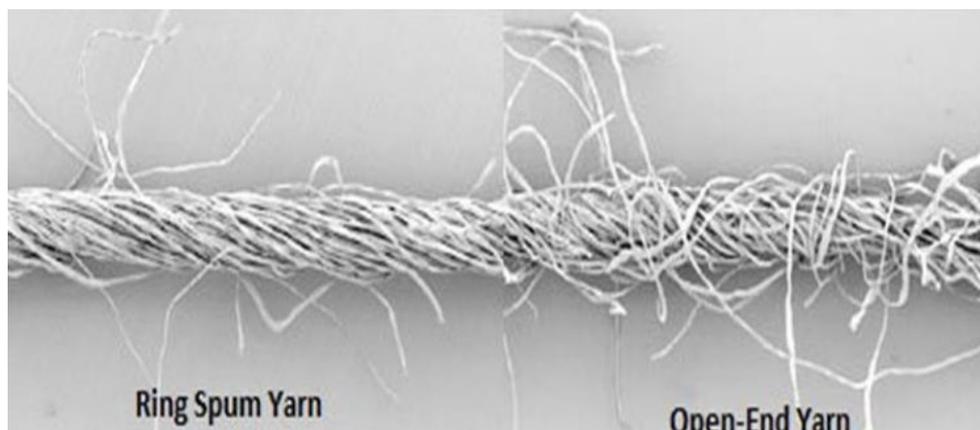


Ilustración 6. Diferencias entre Ring Spun y Open End

Fuente: (Hotex Home, 2020)

En el caso de la hilaza RS también se presenta una hilaza parecida, la Siro-Spun, esta hilaza tiende a ser más compacta que la RS y a su vez presenta menor resistencia. La finura de la hilaza la define el tipo de retorcimiento al que está sometida.

Lu *et al.*, (2019), en su investigación menciona:

La hilaza siro spun es mucho más compacta que la ring spun, el alineamiento de las fibras es mejor, permitiendo que este tipo de proceso sea mucho más eficiente para producir hilaza con bajos niveles de torsión, pero a su vez con un gran resistencia, permitiendo una gran eficiencia al momento de producir.

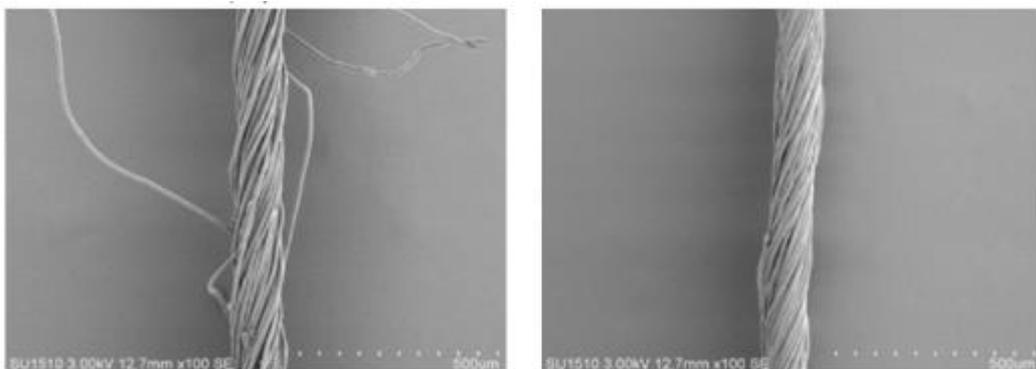


Ilustración 7. Hilaza Ring Spun e Hilaza Siro Spun

Fuente: (Lu *et al.*, 2019)

Una de las características más fundamentales del hilo es su grosor y calibre, este calibre determina el título que recibirá el hilo. Se pueden presentar distintos calibres, como calibre 28, 24, 20, 12 entre otros, este calibre determina el grosor, entre mayor calibre tenga el hilo, será más delgado y viceversa.

El grosor del hilo a utilizar dependerá totalmente de la galga que presente la máquina. La galga de una máquina se refiere a cantidad de agujas que tendrá por cada pulgada. Para conocer el título que presentará el hilo se pueden utilizar los siguientes sistemas:

- Sistema de medición tex: este sistema toma en cuenta el peso de una unidad de longitud del hilo. Es decir, el sistema de medición tex refleja el peso que contiene en un extremo de 1000 m del hilo.

- Sistema de medición Denier: a diferencia del sistema de medición tex, este sistema toma en consideración la cantidad de peso en gramos por cada 9,000 m de hilo. (Condo & Liliana, 2013)

### 3.2.2 MÁQUINAS DE TEJIDO CIRCULARES

Desde los últimos años, las máquinas circulares de tejido han sido diseñadas y fabricadas para la producción masiva de tela. Dado a los resultados que se han obtenido utilizando este método de tejido, las compañías con el pasar de los años exigen más mejoras para llegar a nuevos mercados.

Existen varios tipos de máquinas tejedoras circulares, las cuales son definidas según el estilo para el que se necesitan, ya que cada estilo varía el tamaño del cilindro que se encuentra incorporado en las máquinas variando a su vez el corte que se requiere y la cantidad de agujas. En la industria textil se presentan varios estilos, como son el *Jersey*, *Fleece* o *Rib*, este tipo de estilos son trabajados a diferentes cilindros, cambiando de esta manera el ancho de la tela y la cantidad de agujas tejedoras.

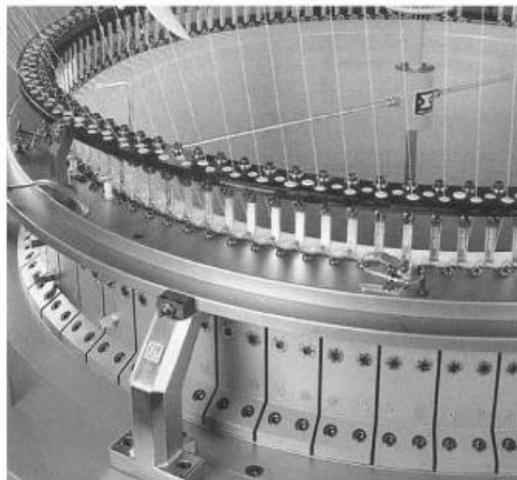


Ilustración 8. Máquina para estilos Jersey

Fuente: (Au, 2011)

En la ilustración 8, se puede observar la zona en donde se encuentra el cilindro, dentro de estos cilindros van colocadas las agujas según el corte. El corte es el espacio que se encontrará entre las agujas, conocido también como la cantidad de agujas por pulgadas, en la industria

textil este corte es representado por la letra E y en las máquinas circulares se encuentran cortes desde 4 agujas por pulgada hasta 32 agujas por pulgada. (Au, 2011)

En empresas como textiles Merendón, se utilizan máquinas circulares de la familia Vanguard, en esta familia se pueden encontrar los siguientes tipos:

- Titán
- Delta
- Low Frame
- High Speed
- Jumbo
- High Frame

Cada máquina cuenta con la capacidad de ser trabajadas a diferentes velocidades, cortes y con diferentes capacidades de peso, según el requerimiento de producción.



Ilustración 9. Máquina de Tejido Circular Vanguard.

Fuente: (Vanguard Pailung | USA Knitting Machines, 2021)

En la ilustración 9, se observa una de las máquinas de la familia vanguard, estas máquinas están compuestas por el panel HMI, que permite configurar la velocidad de la máquina y las entradas y salidas de los sensores que tiene incorporados.

En la zona superior se encuentran los alimentadores, estos alimentadores se encargan de entregar la hilaza a las agujas. Cuentan con 2 sensores incorporados, un sensor de entrada que se ubica en la zona superior, en esta zona se encuentra la entrada de la hilaza, que es alimentada por una estructura conocida como fileta. En la zona inferior se encuentra el sensor de salida, que indica si el hilo está correctamente enhebrado en la aguja.

Las máquinas tejedoras funcionan mediante componentes mecánicos que permiten el movimiento de las agujas y la hilaza. Además, tienen incorporados sensores que permiten detectar fallas de la máquina.

### 3.2.3 PARTES DE LA MÁQUINA TEJEDORA

Las máquinas de tejido circulares están compuestas por distintas partes, según Condo & Liliana (2013) dentro de éstas se encuentran:

La bancada: es la estructura que tiene la función de soporte de todos los elementos de la máquina, en esta se encuentra un sistema de arrastre y transmisión y en una de sus tres patas se encuentra ubicado el sistema de control.

La fileta: es la estructura en donde se encuentran ubicados los conos y los tubos que son los encargados de llevar la hilaza hacia los alimentadores de la máquina

Cilindro: elemento metálico con ranuras horizontales en donde se alojan las agujas y las platinas.

Agujas: Se utilizan agujas de lengüeta y sus medidas dependen de la máquina con la que se utilizarán.

Platinas: Su principal función es retener el tejido, durante el ascenso de la aguja.

Guía Hilos: tienen la función de entregar el hilo a las agujas

Levas: dan el movimiento necesario a las agujas y platinas, guiándolas para que realicen su movimiento dentro del cilindro.

### 3.2.4 FUNCIONAMIENTO DE LAS AGUJAS.

Al momento de tejer, se involucran diferentes mecanismos como pueden ser las agujas, las platinas y las levas. Hassan & Islam (2018) mencionan que el funcionamiento de estos componentes se divide en cinco procesos:

- La posición de reposo: la cabeza del gancho de la aguja está nivelada con la parte superior del borde del cilindro. El bucle formado en el alimentador anterior está en el gancho cerrado. Esta impidiendo que suba a medida que sube la aguja, sujetando plomos o sujetadores de tela que se mueven hacia adelante entre las agujas para sujetar los bucles de la plomada.
- Apertura del pestillo: a medida que la punta de la aguja sube por la pendiente de la leva limpiadora, el bucle antiguo, se desliza dentro del gancho de la aguja y hace contacto con el pestillo, girando y abriéndolo.
- Altura de limpieza: cuando la aguja llega a la parte superior de la leva, se limpia el bucle anterior del gancho. En este punto, la placa guía del alimentador actúa como una protección para evitar que el pestillo cierre el gancho vacío.
- Alimentación del hilo y cierre del pestillo: la aguja comienza a descender por la leva de puntada para que su el pestillo está debajo del borde, con el antiguo lazo moviéndose debajo de él. En este punto, el nuevo hilo está alimentado a través de un orificio en la guía del alimentador hasta el gancho de la aguja descendente, ya que no hay peligro de que el hilo se alimente por debajo del pestillo. El bucle antiguo hace contacto con la parte inferior del pestillo, haciendo que se cierre sobre el gancho.
- Volcado y formación de la longitud del bucle: a medida que la cabeza de la aguja desciende por debajo la parte superior del truco, el bucle antiguo se desliza fuera de la aguja y el nuevo bucle se dibuja a través. El descenso continuo de la aguja dibuja la longitud del bucle, que es aproximadamente el doble de la distancia que desciende la cabeza de la aguja, por debajo de la superficie de la plomada o placa de truco que soporta el bucle de la platina. La distancia está determinada por el ajuste de profundidad de la leva de puntada la cual se puede ajustar.

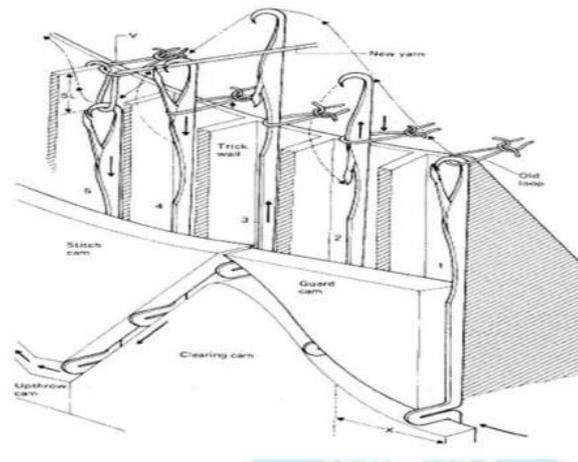


Ilustración 10. Mecanismo para el funcionamiento de las agujas.

Fuente: (Hassan & Islam, 2018)

En la ilustración 10, se observa el proceso por el que pasa la aguja, desde el inicio que es la formación del bucle o trama, hasta el final en el que se encuentra el cierre del mismo y la apertura del siguiente, este proceso es cíclico hasta que se termine el producto requerido.

### 3.2.5 DEFECTOS EN LA TELA

Los defectos en la tela se pueden dar por diversas razones incluyendo tensiones mal ajustadas, agujas dañadas, levas dañadas y cualquier otro problema que presente la máquina, así como también se pueden encontrar debido a la hilaza y falta de limpieza.

Muhammad *et al.*, (2016) mencionan que algunos de los defectos que más se presentan en la tela son:

- Agujeros causados por la sobrealimentación del hilo, la tensión alta y la obstrucción del paso del hilo causado por el tamo.
- Contaminación causada por la presencia de fibras muertas o inmaduras que se adquieren en el cultivo del algodón.
- Líneas de aguja causados por agujas dañadas, levas apretadas o por la selección incorrecta de las agujas y el cilindro.

Otros defectos que se pueden encontrar en las telas son, tamo tejido, que es cuando por la acumulación de tamo se teje en la tela, cosechas mezcladas, hilo caído y gotas.

### 3.3 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

La utilización de herramientas de ofimática como puede ser, PowerBI para la mostrar información de distintos documentos es algo fundamental para cualquier industria hoy en día. Además, con la integración softwares que permiten realizar cálculos estadísticos como minitab o softwares de diseño 3D como lo es Solidworks o AutoCAD, hacen que los procesos industriales sean más sencillos y definitivamente más rápidos, permitiendo a la empresa tomar decisiones de forma más eficaz.

#### 3.3.1 POWERBI

Power BI es una herramienta para los analistas de negocios, esta herramienta es utilizada para analizar datos y compartir los resultados importantes en forma de reportes y datos de varias maneras tales como archivos de texto, hojas de Excel o bases de datos. Esta aplicación se utiliza para reducir la información y la información que suele ser redundante, con el fin de enfocarse únicamente en los datos más importantes debido a su capacidad de filtrar los datos y mostrar específicamente los seleccionados en diferentes tablas y gráficos que son creadas por el usuario. (Krishnan et al., 2017)

#### 3.3.2 MINITAB

“Minitab se ha convertido en un software utilizado para cálculos estadísticos y el análisis de datos. Este software es utilizado en el área automotriz, ingeniería, farmacéutica, producción de gasolina, telecomunicaciones, en el área bancaria financiera y muchas más.” (Akers, 2018)

Cintas et al., (2012) indica que en Minitab se pueden realizar las siguientes funciones para el análisis de datos y representación gráfica de los mismos:

- Histogramas: este tipo de gráfico permite visualizar dispersión, el cual es bastante útil para comparar los resultados de un proceso con sus tolerancias, además permite clasificar los datos según la máquina, turnos, operadores, fallas etc.
- Dotplots: realiza una función similar al histograma, pero éste es utilizado en casos donde la información que se maneja es poca.
- Boxplots: muestran la posición en cuartiles, se utilizan para realizar la comparación de varios grupos de datos.

- Pie charts: utilizadas generalmente en ambientes comerciales, mostrando el tamaño de diferentes partes en un conjunto.
- Diagrama de Pareto: este diagrama sirve para mostrar las partes de un problema, con la finalidad de encontrar y concentrar las causas más importantes de un problema.

## **IV. DESARROLLO**

En este capítulo se mencionarán las actividades que se realizaron durante las 10 semanas de duración de la práctica profesional, los proyectos de mejora que se realizaron y el impacto que tendrán estos en la empresa.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO.**

Como en cualquier empresa, el primer paso es una introducción general a la empresa y al área en la que se estará asignado. Este paso es importante en los primeros días de práctica para conocer las herramientas con las que se estará trabajando diariamente.

#### **4.1.1 INDUCCIÓN, REGLAMENTO Y PRINCIPIOS**

Una de los puntos más importantes en cualquier empleo es seguir las normas de seguridad, de bioseguridad y mostrar disciplina en cualquier ámbito, esto ayudará a adaptarse de mejor manera al ambiente laboral. En la inducción se conoció los reglamentos, las normas, los deberes, las responsabilidades, los derechos y las distintas medidas de bioseguridad que presenta la empresa. Además, se mencionaron los valores de la empresa y los principios que ésta sigue.

La empresa se rige mediante los 12 principios proporcionados por WRAP (Worldwide responsible accredited production), la cual es una organización sin fines de lucro dedicada a la certificación de trabajo legales, humanas y éticas.

Dentro de los 12 principios antes mencionados se encuentran:

- Cumplimiento con leyes y regulaciones del lugar de trabajo.
- Prohibición del trabajo forzado
- Prohibición del trabajo de menores
- Prohibición del acoso y abuso
- Compensación y beneficios
- Horas de trabajo
- Prohibición de discriminación
- Salud y seguridad
- Libertad de Asociación y negociación colectiva
- Medio Ambiente

- Cumplimiento de aduanas
- Seguridad para evitar introducir mercancía no declarada.

## 4.2 ACTIVIDADES REALIZADAS

Dentro de las actividades que se realizaron en la práctica se encuentran los distintos puntos de: auditoría de contadores, auditoría de velocidad de las máquinas tejedoras, auditoría de peso de los pallets y conos, auditorías de revientes, reportes a los proveedores, reporte de paros, auditoría de máquinas y proyectos de mejora.

### 4.2.1 REVISIÓN DE CONTADORES

El primer punto asignado fue la revisión de los contadores de las 334 máquinas de tejido que se encuentran en la planta. Esta revisión es importante ya que estos contadores determinan la velocidad en RPM a la que están trabajando las máquinas de tejido.

Barco es el PLC que se utiliza en la planta de tejido, con éste se controlan los diferentes componentes que se encuentran en la máquina, así como también sus sensores y motores.

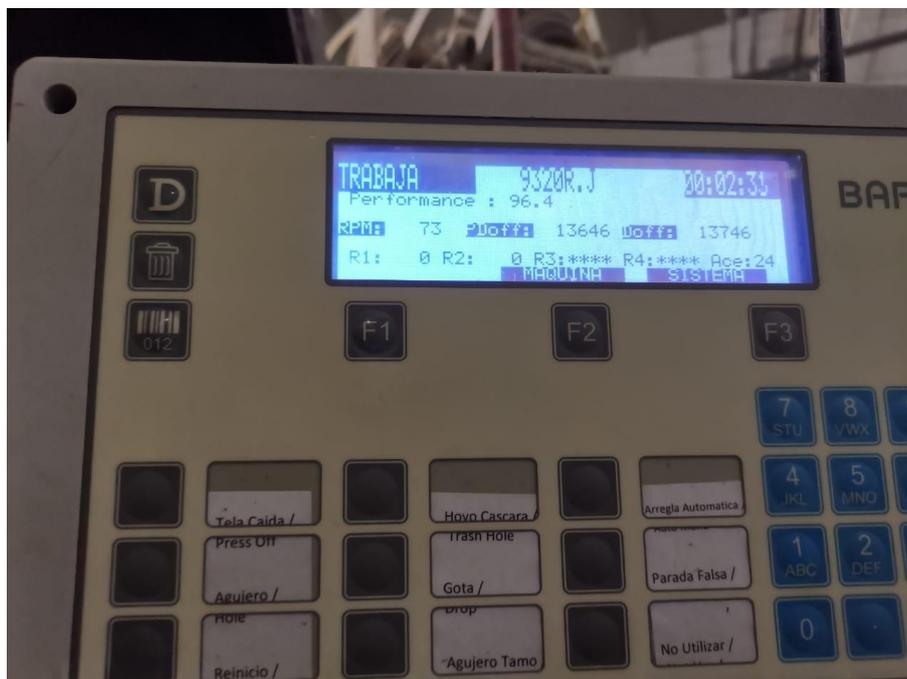


Ilustración 11. PLC Barco

Fuente: Propia

En la ilustración 11, se observa la pantalla de barco, esta muestra los RPM de la máquina, el tiempo que lleva trabajando, el estilo que se está tejiendo y el desempeño que ha tenido el operador de turno. Además, muestra cuando se activan los sensores, como lo es el de los alimentadores de la máquina, el de la puerta o del plegador.

La actividad consistía en calcular cuantas revoluciones daba la máquina en un tiempo de un minuto, seguido del cálculo de las RPM y la comparación de este valor con lo que se mostraba en la pantalla de Barco. Esta actividad permitía conocer si el valor de las RPM que calcula el PLC era correcto o incorrecto.

Para Merendón conocer con exactitud las RPM a las que corren sus máquinas es algo fundamental, ya que esto determinará la cantidad de libras que se están produciendo y se podrán producir.

#### 4.2.2 AUDITAR Y REPORTAR PAQUETES DE HILAZA.

Merendón recibe paquetes de hilazas, también conocidos como pallets, de diferentes proveedores del mundo, como de Estados Unidos, Asia, India y Honduras y es importante verificar que el producto que se está recibiendo es el correcto y si este mismo no presenta defectos, cumple con el peso correcto y si el empaquetado que se recibe no presentará problemas en la producción. Esta auditoría se realiza cuando se recibe un estilo o lote diferente de hilaza.



Ilustración 12. Extracción de los pallets de hilaza

Los pallets de hilaza son extraídos de los contenedores que se encuentran en la bodega de hilaza, como se puede ver en la ilustración 12.



Ilustración 13. Empaque de los conos de hilaza

Fuente: Propia

En Merendón se reciben pallets de cartón y de plástico, un punto de la auditoría es evaluar cómo el empaquetado tanto de los conos como del pallet puede afectar a la producción. En un pallet de cartón, se suelen encontrar mayores defectos en los conos ya que los mismos llegan dañados, esto representa problemas en la máquina de tejido. Además, algunos conos se encuentran en bolsas, lo que significa que el asociado deberá extraer los conos de las bolsas, disminuyendo en gran manera el tiempo que tiene disponible para su producción diaria, este tipo de empaques se puede ver en la ilustración 13.



Ilustración 14. Conos en bolsa.

Fuente: Propia.

Luego de inspeccionar el empaquetado, se coloca el pallet en la báscula que se encuentra en la bodega de hilaza, se toma nota del peso que presenta, se anota el peso que el vendedor manda en el ticket y se verifica que no se encuentre ningún cono de otro estilo. Este procedimiento se repite con 5 pallets y con los últimos 2 se realiza una inspección individual del peso del cono, se seleccionan 10 conos de hilaza de cada pallet.



Ilustración 15. Diferente tipo de hilaza en Pallet.

Fuente: propia.

Cómo se mencionó anteriormente, uno de los objetivos es verificar que los conos que se encuentren en el pallet son iguales, en la ilustración 15 se muestra un pallet que tenía un cono diferente, esto puede suponer defectos en la tela debido a que puede causar confusión y de esta manera que el hilo se termine mezclando.

Una vez obtenido el peso de los conos, se utiliza la herramienta MiniTab para conocer la variación de peso que existe en los pallets, así como su media y mediana. Este proceso se realiza para verificar que el producto que se recibe concuerda con el enviado por el proveedor.

#### 4.2.3 AUDITORÍA DE RPM

Esta auditoría se realiza semanalmente, consiste en utilizar un tacómetro y calcular las velocidades a las que están corriendo las 334 máquinas de tejido, con el fin de asegurar que le velocidad está de acorde a la velocidad estándar y de esta manera asegurar que las máquinas podrán tejer la cantidad de libras esperadas semanalmente. Una vez tomado el dato, se procede a mandar el reporte de las máquinas que no están trabajando a velocidad estándar y se prosigue con el seguimiento de las mismas y el incremento de su velocidad hasta el estándar. La velocidad de las máquinas varía según el tipo de máquina, el cilindro y el estilo que se esté tejiendo, significando que estas tienden a cambiar sus velocidades y a subir o bajar según lo que se requiera.

#### 4.2.4 AUDITORÍA DE REVIENTES.

Cuando se ingresa un estilo nuevo o un lote nuevo de un proveedor se realiza esta auditoría, Consiste en realizar un estudio al hilo durante 6 horas en distintas máquinas, esto con el fin de poder sacar una proyección de la eficiencia que tendrá el estilo, los defectos que tendrá la tela, la cantidad de paros que tendrá la máquina y las distintas oportunidades que se pueden mejorar en el hilo. Una vez terminado este estudio, se analizan los factores mencionados y se manda reporte a los distintos proveedores con el fin de mejorar la calidad del hilo.

En este estudio es fundamental analizar cada uno de los revientes que tiene el hilo e investigar la razón del mismo. Tanto el hilo como el cono pueden traer varios defectos que terminan afectando la producción, dentro de los más comunes se encuentra la basura en la hilaza (pepper trash), el hilo enredado (ribboning), el hilo débil e incluso el tamo que llega a generar el propio hilo es una causa que representa revientes, paros y defectos en la tela.



Ilustración 16. Pepper Trash

Fuente: propia.

En la ilustración 16, se observa la basura que se puede encontrar en la hilaza, esta basura se va acumulando en las agujas y los cazanudos, llevando a revientes e incluso a defectos en la tela como lo son agujeros (ilustración 17) o telas caídas.



Ilustración 17. Agujeros por Basura en hilaza.

Fuente: Propia.

Otros defectos que se pueden encontrar en la hilaza o en el cono son: doble cola, nudos, cinta (ribboning), tubos dañados, hilo pegado.



Ilustración 18. Cinta y Pepper Trash.

Fuente: Propia

#### 4.2.5 REPORTE SEMANAL A LOS PROVEEDORES

Utilizando la herramienta de PowerBI se visualiza la eficiencia y rendimiento que tuvieron las máquinas, que tiene cada uno de los estilos y los hilos con los que está tejiendo la planta. Esta herramienta es fundamental para visualizar cómo aumenta o disminuye la eficiencia de cada proveedor y brinda una visualización general de la eficiencia de la planta de Tejido. La rápida adquisición de datos permite realizar un reporte de las oportunidades de forma más eficiente y sencilla de comprender a los proveedores, con el fin de mejorar la eficiencia de la planta.

Este reporte permite realizar retroalimentación a los proveedores y explicarles las oportunidades que se están presentando en su hilaza y buscar soluciones a las mismas.

#### 4.2.6 AUDITORÍA SEMANAL DE PAROS

De forma semanal, visualizan los reportes que son enviados por Barco y se identifican las máquinas que presentan mayores oportunidades de paros, menores eficiencias, problemas de agujas o de telas caídas.

Una vez identificados se procede a realizar una auditoría detallada a las distintas máquinas con el propósito de identificar las razones que llevan a que la máquina presente tantas oportunidades, de igual manera se habla con el operador de la misma para mejorar las oportunidades que éste presente.

#### 4.2.7 AUDITORÍA DE MÁQUINAS *RIB*.

De manera semanal, realiza una auditoría a todas las máquinas Rib. En esta auditoría se evalúa la limpieza, el estado de los ventiladores, del hilo, de los sopletes de agujas y de los defectos en la tela, buscando evitar mayormente lo que es la lycra caída, el cual se puede observar en la ilustración 13.

El defecto de lycra caída es sumamente importante de detectar a tiempo, esto debido a que los sensores de la máquina no pueden detectarlo, por esto tanto los operadores, como el personal de mantenimiento e ingeniería debe de darle seguimiento constante a las máquinas que están tejiendo este estilo.



Ilustración 19. Defecto de lycra caída.

Fuente: propia.

#### 4.2.8 RECLUTAMIENTO.

Debido a distintas circunstancias, se realizaron entrevistas para el área de tejido, estas contrataciones se realizaron durante varios días con el fin de conseguir el personal requerido para suplir al personal que egresó.

Se evaluaron si el personal cumplía con las características que se necesitan para el área de tejido y posteriormente se realizaron contrataciones de los mismos. Una vez ingresados a la planta, se les realizó su inducción y se les dio un recorrido por el área de tejido/loteo y se les explicó acerca de la empresa, las máquinas y los procedimientos.

#### 4.2.9 VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE PAROS EN EL ÁREA DE LOTEO.

Los paros son aquellos que son enviados o reportados por los operadores, estos paros pueden indicar un fallo de la máquina, falta de producción, falta carretas, problemas de calidad, etc. Estos paros ayudan al operador a que, ante cualquier situación que afecte su producción, este no se vea reflejado en su eficiencia y en su paga.

En el área de loteo se implementó un nuevo sistema para estos paros y la producción del operador, la actividad consistía en realizar pruebas en distintas situaciones de este sistema, visualizar que paros eran aceptados por el sistema y cuales eran borrados por el mismo, y en qué situaciones se debía realizar cada paro.

Al ser un sistema nuevo, se encontraron bastantes inconvenientes con el uso de estos paros, los cuales afectaban la eficiencia y el pago de los operadores. Se realizó esta actividad durante varios días, y se registró y reportó todas las oportunidades a los encargados del sistema, IT, esto con el fin de corregir estas oportunidades.

#### 4.2.10 PROYECTO DE MEJORA: DISEÑO DE UNA NUEVA FILETA.

Este proyecto consiste en el diseño de una fileta que permita disminuir la cantidad de veces que se carga la máquina al día. Se busca añadir una extensión a las filetas que actualmente existen en la planta y que esta expansión no signifique un problema de espacio en el piso de producción.

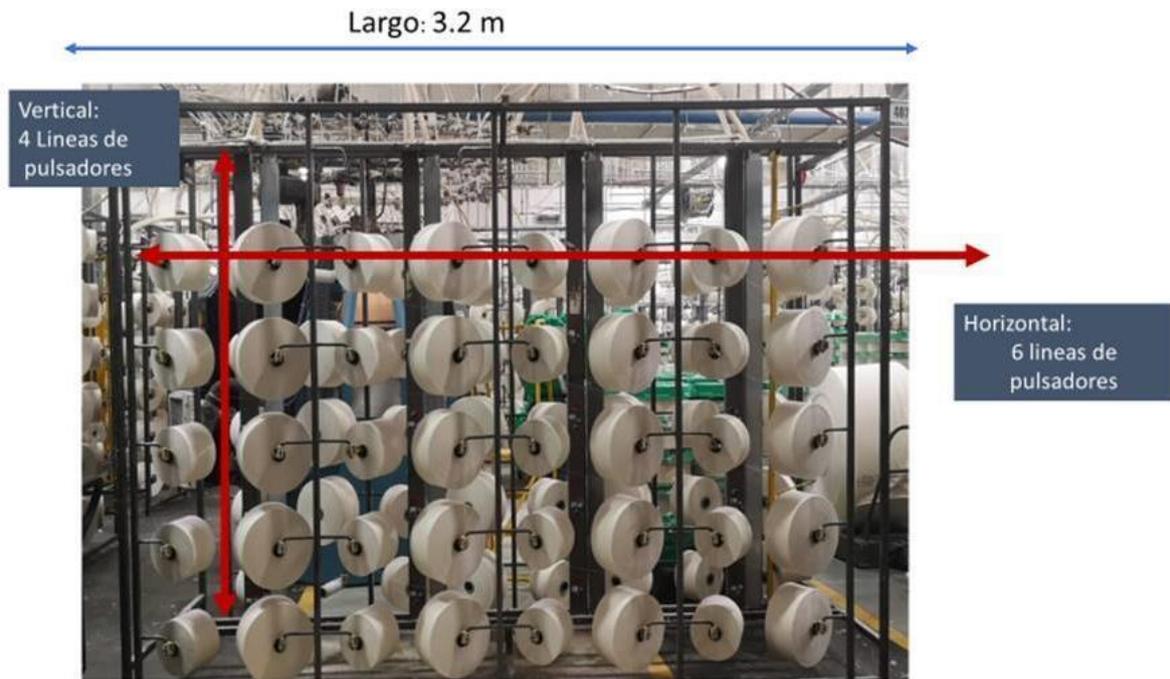


Ilustración 20. Fileta actual en el piso.

Fuente: propia

La fileta actual (ilustración 20), tiene una capacidad máxima de 1,562.40 libras en máquinas de estilo *fleece* con cilindro 21 que utilizan 84 alimentadores, en tipo *jersey* se encuentra una capacidad máxima de 1,339 libras y en *rib* de 632.40 libras. Esta cantidad de libraje significa que las máquinas *fleece* se deberán cargar 1.2 veces por día, las máquinas que corren estilo *jersey*, 2 veces por día y las máquinas *rib*, 3 veces por día.



Ilustración 21. Mejora de Fileta

Fuente: Propia

Añadiéndole las extensiones en la parte horizontal de la fileta, como se puede observar en la ilustración 21, se añade una distancia de 30 cm en cada lado, distancia que no significará un problema en la distribución del piso de producción. Con esta distancia se toma en cuenta la carga de la máquina, la cual al añadir esta extensión no dará problemas al momento de cargar.

Esta mejora de la fileta permitirá una carga máxima de 2,041.20 libras en *fleece*, 1,749.6 libras en jersey y 826.20 libras en *rib* y disminuirá la carga por día a 1 en *fleece*, 1.5 en jersey y 2 en *rib*, significando una reducción de 23% en la carga por día.

Esto permitirá una reducción en el tiempo disponible que tiene cada uno de los operadores para realizar su producción diaria y beneficiará a la empresa por que aumentará las libras que tendrá cargada la máquina al día.

#### 4.2.11 PROYECTO DE MEJORA: AUTOMATIZACIÓN DE RPM.

La velocidad a la que está trabajando la máquina se puede visualizar en el sistema de reportería Barco, este sistema muestra toda la información del estado de las máquinas de tejido, desde los códigos enviados por los operadores, el tiempo que ha trabajado y demás. Con el tema de las RPM (revoluciones por minuto), la máquina tiene un sensor incorporado que cuenta las revoluciones que da la máquina y mediante el tiempo que la máquina lleva trabajando se consiguen las RPM mostradas en el sistema, pero un inconveniente que se presentaba era que

el sensor contaba las revoluciones que se daban cuando la máquina estaba en modo marcha lenta, dando una medida no exacta, además de varios sensores que presentan oportunidades en el piso de producción, debido a esta razón se realiza una auditoría de RPM todas las semanas.

En este proyecto, junto con el equipo de mantenimiento, se cambió la conexión del sensor, permitiendo que éste solamente contara las revoluciones que da la máquina en marcha rápida, dando un valor más exacto del mismo, luego de esta modificación se verificó en el sistema que las revoluciones mostradas eran las correctas y se le dio seguimiento al peso del rollo, este mostró una variación de 4 libras, las cuales se encuentran dentro de la tolerancia.

En esta modificación se realizó la conexión del sensor a un relé, permitiendo que, cuando se pulse el botón de marcha lenta de la máquina, ésta entienda que está trabajando y el sensor no comience a contar las revoluciones que se dan en este tiempo.

Para el segundo punto, el estado de los sensores, se realizó una compra de 10 sensores de revoluciones que presentan una mejor precisión, actualmente se realizará la implementación de estos sensores en las máquinas que se identificaron que el sensor no estaba realizando el conteo correcto de las revoluciones.

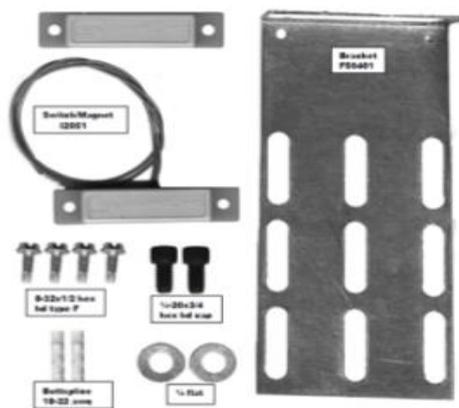


Ilustración 22. Sensor Magnético I02050

Fuente: Propia

Debido a que actualmente hay varias máquinas que presentan problemas con el sensor, se estarán cambiando por este sensor nuevo gradualmente con el tiempo, es decir, no se realizará la modificación a todas las máquinas en piso al mismo tiempo debido a que requiere una gran

inversión inicial, una vez se termine de realizar esta modificación, se podrán visualizar la velocidad a la que están trabajando las máquinas en cuestión de segundos, en comparación con el día que toma actualmente saber la velocidad de las máquinas.

#### 4.2.12 PROYECTO DE MEJORA: DISEÑO DE BODEGA DE LOTEO.

Debido a que en tejido actualmente se están tejiendo diferentes tipos de lotes y estilos, en loteo no se consigue armar las órdenes necesarias para el área de teñido, esto está creando un cuello de botella en el área y debido a que tejido debe seguir produciendo, causó que los rollos se comenzaran a acumular en la bodega de loteo causando desorden en las ubicaciones y aumentando el tiempo que se requiere para el armado de las órdenes.

Se le otorgó un espacio en la bodega de hilaza a loteo en el cual se podrán poner nuevas ubicaciones y asignar rollos a la misma, con el fin de liberar el espacio en la bodega de loteo.

El proyecto consiste en realizar el diseño de las ubicaciones en este espacio asignado, como se puede observar en la ilustración 23, se realizó un diseño en el que se permite ubicar rollos en 9 posiciones distintas. Estos rollos serán ubicados en trocos los cuales tienen una capacidad mínima de 1,600 libras cada uno, en estas ubicaciones se encontrarán 74 trocos que serán capaces de cargar con 118,400 libras en total, además, se añadió un espacio para otro tipo de trocos que son utilizados para llevar los rollos de las máquinas de tejido a loteo, dando una capacidad de 129,200 en total para esta nueva bodega.

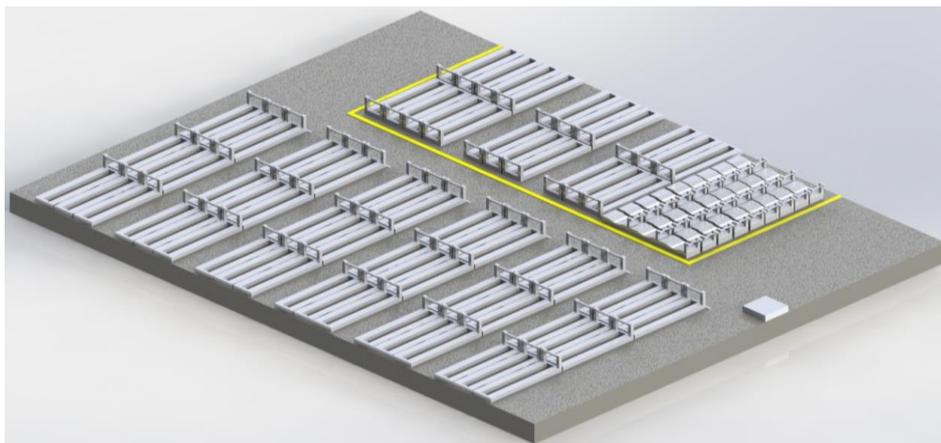
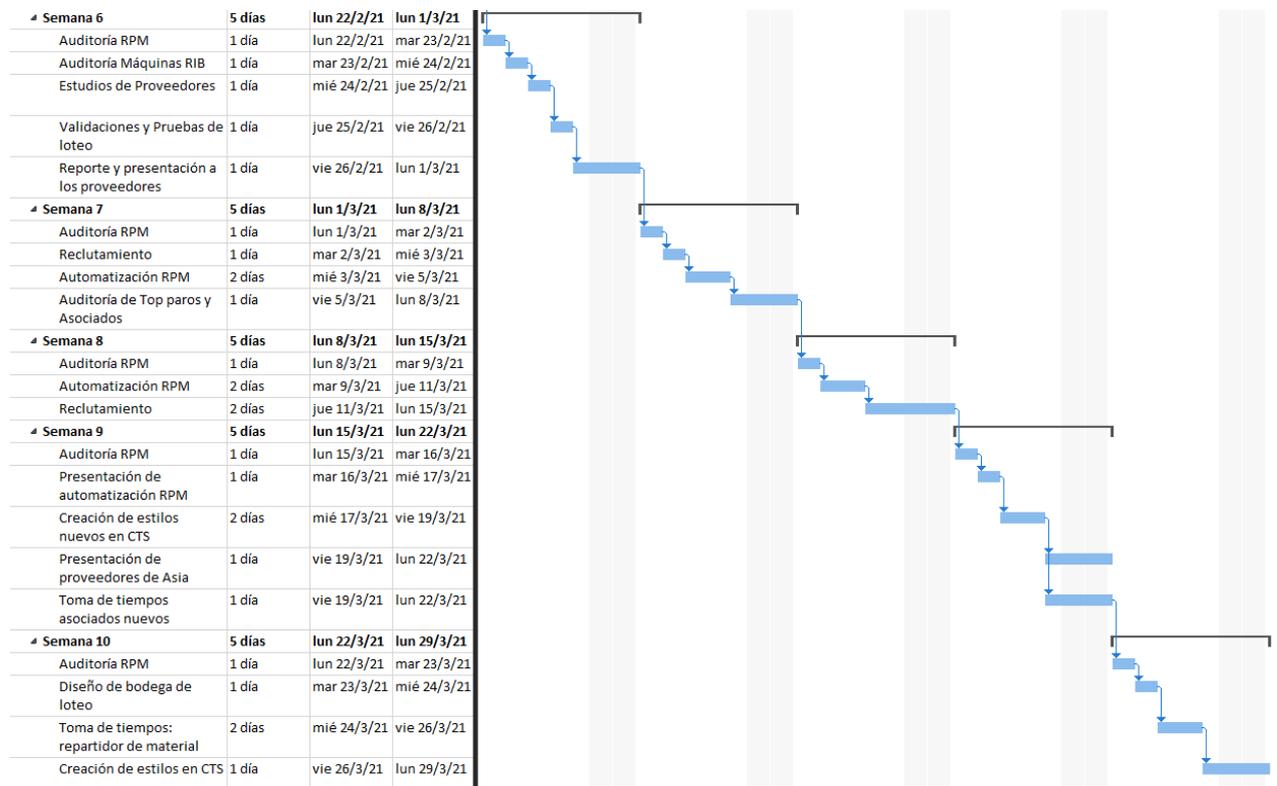
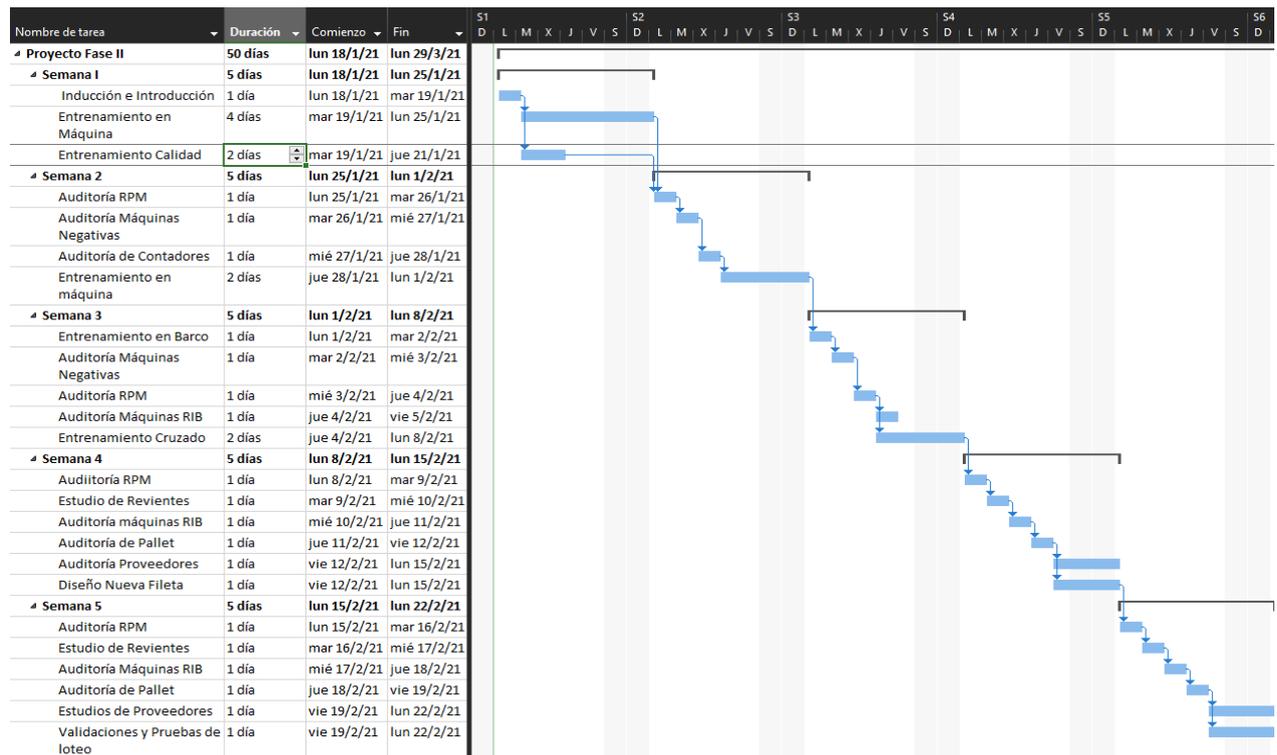


Ilustración 23. Proyecto de Mejora: Diseño de bodega para loteo.

Fuente: Propia

### 4.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



## **V. CONCLUSIONES**

### **5.1 CONCLUSIÓN GENERAL**

Se realizaron las actividades que se establecieron para las 10 semanas de la práctica profesional, las actividades como las diferentes auditorías permitieron asegurar la calidad, la eficiencia y la producción de tejido. Los proyectos de mejora permitieron disminuir los tiempos que se requieren para conocer el estado de las máquinas de tejido, así como también la capacidad de almacenamiento que se encuentra en loteo y en las filetas de las máquinas.

### **5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

- Las auditorías de revientes y pallets realizados permitieron entregar una retroalimentación a los distintos proveedores con el fin de buscar mejoras en las distintas oportunidades encontradas. Estas mejoras permitirán que la calidad del producto que se recibe aumente y esto incrementará la eficiencia de la producción.
- La automatización de RPM de las máquinas de tejido permitió reducir el total de máquinas auditadas, que antes eran de 334 máquinas, a 200 máquinas, reduciendo así mismo el tiempo que se requiere para conocer el estado del piso de producción, pasando de un día completo a medio día.
- El diseño de la fileta realizado permitirá la reducción de las veces que el operador requiere cargar la máquina, esto hará que esté más concentrado en el funcionamiento de la máquina, permitiendo mayor producción para el área.
- EL diseño de la nueva bodega de loteo permitió un mejor orden en la ubicación de los rollos y de esta manera, permite que las órdenes que se requieren en el área de teñido se puedan armar de manera más rápida y eficaz.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Asegurar que la mejora de los sensores de RPM se realice a todas las máquinas, ya que esto permitiría reducir el tiempo para conocer esta información y solucionarlo inmediatamente.
- Mejorar el procedimiento de seguimiento y limpieza por parte del asociado, ya que la mayoría de los defectos que se encuentran en la tela puede mejorar considerablemente si el asociado realizara la limpieza de la máquina de forma más frecuente.
- Implementar PLC's más modernos, esto permitiría la incorporación de nuevas tecnologías y sensores al piso que asegurarían la calidad y la producción de tejido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akers, M. D. (2018). *Exploring, Analysing and Interpreting Data with Minitab 18: First Edition*. Compass Publishing.
- Au, K. F. (2011). *Advances in Knitting Technology*. Elsevier.
- Bruckner, D., Stănică, M., Blair, R., Schriegel, S., Kehrer, S., Seewald, M., & Sauter, T. (2019). An Introduction to OPC UA TSN for Industrial Communication Systems. *Proceedings of the IEEE*, 107(6), 1121-1131. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2888703>
- Cintas, P. G., Almagro, L. M., & Llabres, X. T.-M. (2012). *Industrial Statistics with Minitab*. John Wiley & Sons.
- Condo, A., & Liliana, A. (2013). *Estudio de factibilidad de mantenimiento correctivo e implementación del tablero de control de una máquina tejedora industrial marca Singer para Anditex*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6941>
- Dey, C., & Sen, S. K. (2020). *Industrial Automation Technologies*. CRC Press.
- Drahoš, P., Kučera, E., Haffner, O., & Klimo, I. (2018). Trends in industrial communication and OPC UA. *2018 Cybernetics Informatics (KI)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/CYBERI.2018.8337560>
- Gupta, A. K., & Arora, S. K. (2009). *Industrial Automation and Robotics*. Laxmi Publications.
- Hassan, G. M. T., & Islam, M. K. (2018). *Study on material realization and waste generation in single jersey circular knitting machine* [Thesis, Daffodil International University]. [dspace.daffodilvarsity.edu.bd:8080/handle/123456789/3059](https://dspace.daffodilvarsity.edu.bd:8080/handle/123456789/3059)
- Hotex Home. (2020). The Difference Between Ring Yarn and Open-End Yarn [Hotex Home]. *Hotex Home*. <https://www.hotexhome.com/blog/the-difference-between-ring-yarn-and-open-end-yarn.html>

- Islam, M. R., & Biswas, S. K. (2018). *Analysis different types of knitting faults occur in knitted fabric*. [dspace.daffodilvarsity.edu.bd:8080/handle/123456789/2276](https://dspace.daffodilvarsity.edu.bd:8080/handle/123456789/2276)
- Joshi, V., Adhikari, M. S., Patel, R., Singh, R., & Gehlot, A. (2019). *Industrial Automation: Learn the current and leading-edge research on SCADA security*. BPB Publications.
- Krishnan, V., Bharanidharan, S., & Krishnamoorthy, G. (2017). *Research Data Analysis with Power BI*. 8.
- Lu, Y., Wang, Y., & Gao, W. (2019). Wicking Behaviors of Ring and Compact-Siro Ring Spun Yarns with Different Twists. *Autex Research Journal*, 19(1), 68-73.  
<https://doi.org/10.1515/aut-2018-0031>
- Manesis, S., & Nikolakopoulos, G. (2018). *Introduction to Industrial Automation*. CRC Press.
- Manoj, K. S. (2019). *Industrial Automation with SCADA: Concepts, Communications and Security*. Notion Press.
- Martínez Ahuatzí, J. E., & Alba Ávila, R. de. (2012). *Análisis y tecnología de tejidos en máquinas circulares de gran diámetro*. Instituto Politécnico Nacional.  
<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/17479>
- Mehta, B. R., & Reddy, Y. J. (2014). *Industrial Process Automation Systems: Design and Implementation*. Butterworth-Heinemann.
- Muhammad, Mostafizur, R., Muhammad, J., & Mia. (2016). Knit Fabric, Knitting Fault, Causes, Remedies, Inspection. *International Journal of Textile Science*, 13.
- Nawab, Y., Hamdani, S. T. A., & Shaker, K. (2017). *Structural Textile Design: Interlacing and Interlooping*. CRC Press.
- Patnaik, A., & Patnaik, S. (2019). *Fibres to Smart Textiles: Advances in Manufacturing, Technologies, and Applications*. CRC Press.

- Pliatsios, D., Sarigiannidis, P., Lagkas, T., & Sarigiannidis, A. G. (2020). A Survey on SCADA Systems: Secure Protocols, Incidents, Threats and Tactics. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 22(3), 1942-1976. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2987688>
- Portos, I. (2008). *La industria textil en México y Brasil: Dos vías nacionales de desarrollo industrial*. UNAM.
- Sacomano, J. B., Gonçalves, R. F., Bonilla, S. H., Silva, M. T. da, & Sátyro, W. C. (2018). *Indústria 4.0*. Editora Blucher.
- Simonis, K., Gloy, Y.-S., & Gries, T. (2016). INDUSTRIE 4.0—Automation in weft knitting technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 141, 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/141/1/012014>
- Smit, J., Kreuzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0 Analytical Study*. European Union. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL\\_STU\(2016\)570007\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)
- Textiles Merendon. (2020). *Entrenamiento Básico de Tejido*.
- Ujvarosi, A. (2016). *EVOLUTION OF SCADA SYSTEMS*. 9(1), 6.
- Vanguard Pailung | USA Knitting Machines*. (2021). <https://www.vanguardpailung.com/products>
- Vinué, P. F. (2007). *Optimización de productos y procesos industriales*. Grupo Planeta (GBS).