



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

RLA MANUFACTURING

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21451009 MAURICIO ARTURO JUNIOR SERRANO FUENTES

ASESOR: ING. ALBERTO MAX CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ABRIL, 2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado en primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso.

A mis padres, quienes son la base de mi formación tanto académica como humana, me han dado todo lo que soy como persona, de manera desinteresada y lleno de amor.

A mis abuelos, que con sus consejos y experiencias de vida han ayudado a perseguir mis sueños y seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Dios por todas sus bendiciones y guiarme a lo largo de este camino. También quiero agradecer a mis padres quienes con mucho esfuerzo me han apoyado durante esta etapa académica, sin su apoyo este logro no sería posible. Gracias a toda mi familia por todo su apoyo y paciencia. Por último, gracias a Victoria por su amor, apoyo y paciencia; la cual ha sido un pilar importante.

EPÍGRAFE

"El hombre que se levanta es aún más grande que el que no ha caído"

Concepción Arenal

RESUMEN EJECUTIVO

RLA Manufacturing es una empresa que se dedica a la industria textil, la cual tiene varios departamentos encargados de un proceso específico dentro del desarrollo de los productos finales de alta calidad como *Jersey*, *Fleece* y *Rib*. Las cuales son partes de camisetas, buzos, sudaderas que serán finalizados en la planta de costura. El presente informe de práctica profesional tiene como objeto principal de estudio la realización de proyectos de mejora continua en diversos procesos determinados.

En el departamento de tejido se teje la tela cruda para luego ser procesada, dentro de este se realizaron distintas auditorias semanalmente para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas. Dentro de este departamento se produce tamo debido a la hilaza, el cual es el principal factor por el cual las máquinas se detienen. Se realizaron estudios en donde se analizaron los nuevos estilos y los estilos que más problemas dan en el departamento. Se brindo un enfoque en los rollos fuera de estándar, que son los rollos que se cortan sin tener el peso requerido. Estos son causados principalmente por los operarios quienes no están pendiente de la máquina y por errores de carga en el área de *planning*.

Se inicio un proyecto el cual consiste en medir la presión de aire comprimido en las mangueras que se encuentran en las filetas de carga las cuales se utilizan para limpiar las máquinas dentro del departamento de tejido. También se apoyó al jefe inmediato en un proyecto que consiste en limpiar las agujas de las máquinas automáticamente por medio de aceite a presión, el cual saldrá por mangueras las cuales se activan cada media hora.

Palabras clave: *Industria textil, tamo, hilaza, aire comprimido.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Introducción.....	6
Capítulo II. Generalidades de la empresa.....	8
2.1 Descripción de la empresa.....	8
2.1.1 Visión.....	9
2.1.2 Misión.....	9
2.1.3 Principios y valores.....	9
2.2 Descripción del departamento.....	11
2.3 Objetivos del puesto.....	12
2.3.1 Objetivo General.....	12
2.3.2 Objetivos Específicos.....	12
Capítulo III. Marco Teórico.....	13
3.1 Industria Maquiladora en Honduras.....	13
3.2 Industria Textil.....	14
3.2.1 Características de las Fibras Textiles.....	17
3.2.2 Clasificación de las Fibras Textiles.....	17
3.3 Proceso Textil.....	18
3.3.1 Fabricación de Hilo.....	18
3.3.2 Hilatura.....	19
3.3.3 Tejido.....	19
3.3.4 Teñido.....	20
3.3.5 Acabado.....	22
3.4 Máquinas utilizadas en el Proceso Textil.....	22

3.4.1 Departamento de Tejido	22
3.4.2 Departamento de Loteo.....	23
3.4.3 Departamento de Acabado.....	24
3.4.4 Departamento de Corte y Costura.....	25
Capítulo IV. Desarrollo.....	27
4.1 Descripción del Trabajo Desarrollado	27
4.1.1 Semana 1	27
4.1.2 Semana 2	28
4.1.3 Semana 3	31
4.1.4 Semana 4	33
4.1.5 Semana 5	36
4.1.6 Semana 6	38
4.1.7 Semana 7	39
4.1.8 Semana 8	40
4.2 Cronograma de Actividades	44
Capítulo V. Conclusiones	45
Capítulo VI. Recomendaciones.....	46
Bibliografía	47
Anexos	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Logo Fruit of the Loom.....	8
Ilustración 2-Valor Bruto de Producción de Maquilas.....	14
Ilustración 3 Procesos en la Industria Textil.....	16
Ilustración 4 Máquina Tejedora.....	23
Ilustración 5 Máquina Tendedora	23
Ilustración 6 Máquina de Teñir.....	24
Ilustración 7 Máquina Hydrosizer.....	24
Ilustración 8 Máquina Secadora.....	25
Ilustración 9 Máquina de Corte.....	25
Ilustración 10 Máquina de Costura.....	26
Ilustración 11 Fan Creel.....	30
Ilustración 12 Disco Magnético.....	31
Ilustración 13 Máquina con Revoluciones Negativas	33
Ilustración 14 Fileta de Carga (Creel)	34
Ilustración 15 Alimentador de Lycra.....	35
Ilustración 16 Máquina con Revoluciones Positiva.....	37
Ilustración 17 Cono de Hilaza	41
Ilustración 18 Diagrama de Gantt Automatic Oil	42
Ilustración 19 Diagrama de Gantt Medidor de Presión	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de Actividades	44
---	----

GLOSARIO

- 1) Hilaza: es una cuerda fina de fibras retorcidas usadas en costura o tejido.
- 2) Máquinas Tejedoras: es el de entrelazar una o más hilazas, mediante agujas a determinada velocidad.
- 3) Bobina: es un soporte cilíndrico o ligeramente cónico sobre el cual se enrolla una masa de mecha o hilaza.
- 4) Cabo: es una de las hilazas simples que forman una hilaza retorcida o compuesta.
- 5) Lote: conjunto de cosas que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.
- 6) Tamo: polvo industrial generado a partir del procesamiento general de productos textiles.
- 7) Tugger: vehículo industrial de 4 ruedas utilizado para el transporte de pallets y rollos de tela de un lugar a otro.
- 8) Ravel: es la cantidad longitud (pulg) en una revolución, esto determina la estructura de la tela.
- 9) PLC: En español Control Lógico Programable es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción así como atracciones mecánicas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Según la Asociación Hondureña de Maquiladores (AHM) Honduras es el principal comprador mundial de hilo a Estados Unidos; representando un billón de dólares en ingresos para este, lo que equivale al 23 % de todas las ventas de hilo de Estados Unidos. Por lo tanto, Honduras se ha convertido en una potencia a nivel mundial en la industria textil y manufacturera. La consolidación de esta industria en Honduras ha hecho que nuevas empresas americanas creen sus raíces en el país convirtiéndose en pieza fundamental para la inversión, exportación y generación de empleos. (AHM, 2020)

RLA Manufacturing es una empresa textil la cual pertenece Fruit of The Loom. Esta se dedica a procesar varios tipos de tela la cuales varían dependiendo de la exigencia del cliente. El departamento de tejido es el encargado de tejer la tela para luego enviarla a loteo y continuar con todo el proceso de fabricación para poder distribuirla a las maquilas correspondientes para la fabricación final de las prendas.

En el departamento de tejido solo se realiza un proceso el cual es tejer la tela, este proceso es fundamental para lograr un producto final de calidad. Debido a esto se realizarán proyectos de mejora que permitan aumentar la eficiencia de las máquinas y que esta se vea reflejada en la producción y calidad. Asimismo, buscando facilitar el proceso a los operarios.

Dentro del departamento de tejido se analizarán los factores que afectan las máquinas tejedoras, estas se detienen muy seguido por lo que la eficiencia y productividad se verán afectadas. También se analizarán los rollos tejidos debido a que no todos tienen el peso requerido.

En el capítulo II se darán a conocer algunos datos generales sobre la empresa en donde se realizó la práctica profesional y una descripción del departamento asignado. Asimismo, se darán a conocer el objetivo general y específicos para el puesto de trabajo. En el capítulo III se detallarán todos los conceptos teóricos necesarios para comprender el uso de los elementos requeridos para el funcionamiento de las actividades y proyectos realizados. También se detallarán el proceso de producción de tela dentro de RLA Manufacturing. En el capítulo IV se darán a conocer todas las

tareas realizadas en la empresa. En los capítulos V y VI se detallarán las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el siguiente apartado se dan a conocer algunos de los datos característicos de la empresa RLA Manufacturing, asimismo se da a conocer tanto su misión como visión y la descripción correspondiente al departamento de acabado.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

RLA Manufacturing es una empresa de rubro textil perteneciente a la corporación FRUIT OF THE LOOM, la empresa cuenta con marcas las cuales son reconocidas a nivel internacional, se dispone de 4 plantas de costura, 1 textil, 1 generadora de energía y 1 planta de distribución. RLA Manufacturing es catalogada como una de las mayores empresas empleadoras a nivel nacional la cual produce y exporta varios productos de alta calidad, como ser camisetas, sudaderas, buzos, etc.

Como empresa global cuenta con más de 28,000 empleados en todo el mundo, con base a una inversión continua en la empresa, realizando también un enfoque a la expansión hacia nuevos mercados. Esta visión de futuro garantiza que el cliente final siempre reciba la calidad y el servicio que se espera de una de las marcas de ropa más importantes del mundo.



FRUIT OF THE LOOM®

Ilustración 1 - Logo Fruit of the Loom

Fuente: (Fruit Of The Loom, 2016)

2.1.1 Visión

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

2.1.2 Misión

RLA manufacturing es una compañía líder en la confección de prendas de vestir de marcas mundialmente reconocidas. Se trabaja en equipos de alto desempeño, comprometidos con el mejoramiento continuo de sus procesos y sistemas para satisfacer las expectativas de sus clientes en términos de calidad, costo y entrega, logrando todo ello a través de un ambiente seguro de trabajo, que se basa en estabilidad, desarrollo personal, bienestar de sus familias y respeto absoluto por el medio ambiente.

2.1.3 PRINCIPIOS Y VALORES

- 1) Integridad: valor inculcado desde lo más alto de la gerencia de la corporación, honestos, sensibles, bondadosos solidarios y con un fuerte discernimiento entre lo correcto y lo incorrecto.
- 2) Responsabilidad: Posee un gran sentido del deber, por lo que se cumplen tareas con alta diligencia y buena disposición, para hacer de la empresa la más confiable en el rubro.
- 3) Innovación Y la Mejora Continua: Busca permanentemente innovar; aplicando en los procesos técnicos novedosas, que permitan garantizar resultados en tiempo y forma.
- 4) Iniciativa: La proactividad es una de las virtudes más destacadas, ya que cada uno de sus asociados está suficientemente compenetrado con la estrategia de Russell Corp., como para aportar soluciones originales y anticipar necesidades.
- 5) Compromiso: convicción inquebrantable de cumplir diariamente con labores que llevan al éxito, es alimentado por una respuesta firme por parte de la empresa.
- 6) Promover y motivar el desarrollo de la mejora continúan en sus recursos y procesos de la empresa.

- 7) Cumplimiento de las leyes: La empresa exige que todos los establecimientos manufactureros tanto como proveedores y contratista funcionen de conformidad con los requisitos de las leyes aplicables.
- 8) Salud y seguridad: Las condiciones imperantes en los establecimientos tienen que ser de seguridad y limpieza, debiendo cumplir o superar los requisitos de todas las leyes y reglamentaciones aplicables en cuanto a salud y seguridad.
- 9) Los trabajadores, así como los contratistas y proveedores deben estar capacitados y equipados para realizar su trabajo en forma segura.
- 10) Trabajo forzoso: Está prohibido el uso de trabajo forzoso u obligado, el trabajo en condiciones de explotación y el trabajo en régimen de servidumbre.
- 11) Acoso o abuso: Están estrictamente prohibidos el castigo corporal y cualquier otra forma de acoso, abuso o coerción, sea de naturaleza física o mental.
- 12) Discriminación: Está prohibida la discriminación en la contratación, paga, promoción, disciplina, terminación de la relación de empleo u otros términos o condiciones de empleo, por razones de características personales, creencias u otros criterios legalmente protegidos.
- 13) Horas de trabajo: Excepto en circunstancias extraordinarias del negocio, los empleados no deberán trabajar una cantidad de horas mayor que la menor de entre las siguientes: (a) 48 horas por semana y 12 horas extras, o (b) el límite de horas normales y horas extras permitido por las leyes del país de manufactura, y tendrán derecho a gozar por lo menos de un día de descanso por cada período de siete días.
- 14) Salarios y beneficios: La compañía exige que se dé a los empleados una compensación justa a través del pago de salarios, incluida la retribución por horas extras, y beneficios que cumplan o superen los requisitos de todas las leyes y reglamentaciones aplicables.
- 15) Libertad de asociación: La compañía reconoce y respeta los derechos de los empleados a asociarse libremente y a celebrar convenios colectivos de trabajo.
- 16) Cumplimiento de las normas medioambientales
- 17) Seguridad: La compañía mantendrá procedimientos de seguridad tendientes a evitar la introducción de carga no declarada (drogas u otros elementos de contrabando) en los embarques de sus productos.

- 18) Aviso y mantenimiento de registros: Este código de conducta deberá exhibirse en un lugar accesible para todos los empleados y visitantes (en el idioma que corresponda).
- 19) Aplicación: La compañía emplea auditores internos y externos para asegurar el cumplimiento de este código en todos los establecimientos que realizan actividades para la Compañía. La Compañía mantiene registros detallados de todos los establecimientos a fin de determinar el cumplimiento de esta política.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de tejido es el encargado de tejer la tela para luego enviarla a loteo y continuar con los procesos de fabricación. Para iniciar el proceso de tejer la tela se debe pedir el pallet hilaza a bodega, especificando el tipo de estilo que se va a tejer en la máquina. Dependiendo del estilo a tejer se modifican las RPM en la máquina, a manera de reducir los paros y lograr una mejor eficiencia.

Una vez la hilaza se pide a bodega, se procede a colocarla en las filetas de carga las cuales por medio de tubos de succión envían la hilaza a la máquina tejedora. Cada fileta tiene una cantidad de husos específica en los cuales se deposita el cono de hilaza para que repose. Una vez la hilaza llega a la máquina esta se coloca en los alimentadores y las agujas para luego proceder a encender la máquina.

En el departamento de tejido se tejen 3 tipos de tela que son: *Jersey, Fleece (2nd Fleece y 3rd Fleece)* y *Rib*. Por lo tanto, hay 6 tipos de máquinas tejedoras las cuales son: *Delta, High Frame, High Speed, Jumbo, Low Frame y Titan*. Estas máquinas tienen 4 alimentadores por cilindro y dependiendo de esto se calcula la velocidad standard a la que debe correr la máquina.

Una vez la máquina ha tejido las libras necesarias se procede a cortar la tela y sacar el rollo. El rollo se deposita en el carrito para que luego se lo lleve el operador designado con el *tugger* hacia el departamento de loteo.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

En el presente apartado se detallan los objetivos definidos para el proyecto de práctica profesional.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir en el diseño y desarrollo de proyectos de mejora continua dentro del departamento de tejido de la empresa RLA Manufacturing

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar aspectos puntuales de mejora de procesos en el departamento de tejido.
- 2) Realizar un dispositivo capaz de detectar y registrar la temperatura ambiente,
- 3) Realizar un dispositivo capaz de monitorear la presión dentro de la planta.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se presentan varios conceptos de gran importancia para poder comprender la manera en la cual se plantea realizar el sistema. Para ello es necesario entender varios temas relacionados a la tesis, es indispensable conocer conceptos relacionados a la industria maquiladora y textil. La explicación de estos temas ya mencionados permitirá tener una mayor comprensión de la metodología a utilizar.

3.1 INDUSTRIA MAQUILADORA EN HONDURAS

En la actualidad, se encuentran 320 maquilas en Honduras las cuales han hecho una inversión de 3.1 billón de dólares. Según la Asociación Hondureña de Maquiladores AHM (2019) las maquilas representan un total del 36 % del producto interno bruto (PIB) en donde el 7 % es directo y el 29 % es indirecto. Los beneficios e incentivos que ofrece Honduras han atraído capital de inversión a la industria textil y manufacturera de países como Estados Unidos, Canadá, Taiwán, Hong Kong, Alemania, Dinamarca, Francia, Corea, México, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, entre otros.

La industria textil es uno de los pilares para la economía hondureña debido a su gran desarrollo, esta tiene más de tres décadas de operar en el país. Actualmente es una de las principales fuentes de empleo en Honduras, dando 146,000 empleos directamente y 500,000 indirectamente. Mediante el Programa Presidencial Honduras 20/20 se contempla generar 600 mil empleos en la industria maquiladora, de los cuales 200 mil serán en el rubro textil. (BCH, 2019)

Algunas ventajas que posee Honduras en los textiles son:

- 1) Costos de mano de obra bajos.
- 2) Tiene mano de obra capacitada.
- 3) Honduras tiene acceso libre al mercado de Estados Unidos gracias a CAFTA.
- 4) Tiene ventajas sobre Asia debido a su ubicación geográfica.
- 5) Puerto Cortes es el primero puerto en Latinoamérica con certificación CSI y mega puerto del gobierno de Estados Unidos. (BCH, 2019)

El mercado de exportación más grande para estos bienes es Estados Unidos. Los textiles son los principales productos que exportan las compañías manufactureras. Por lo tanto, los principales productos textiles que exporta Honduras son: *T-Shirts*, *Sweatshirts* y *Cotton shirts*. (AHM, 2019)

El valor bruto de producción (VBP) generado por las maquilas creció en 8.8 % en el año 2018, en donde no solo incluye productos textiles, sino que también arneses para automóviles, bienes y servicios de empresas de Zona Libre (ZOLI) como plásticos, químicos y papel, así como bienes y servicios de empresas que no son asociadas a ZOLI como *call centers*, energía y alimentos. Cabe destacar que los productos textiles y prendas de vestir representan el 75 % del total producido como se observar en la siguiente ilustración. (BCH, 2019)

Descripción	2016 ^{1/}	2017 ^{2/}	2018 ^{3/}	Variación Relativa			Estructura Porcentual			Contribución		
				16/15	17/16	18/17	2016	2017	2018	2016	2017	2018
PRODUCCIÓN TOTAL	144,995.4	150,974.1	164,276.1	-0.1	4.1	8.8	100.0	100.0	100.0	-0.1	4.1	8.8
Industrias de Bienes para Transformación	126,554.7	130,346.1	140,450.4	-1.0	3.0	7.8	87.3	86.3	85.5	-0.9	2.6	6.7
Fabricación de productos textiles y prendas de vestir	110,959.3	114,276.8	123,185.6	-0.8	3.0	7.8	76.5	75.7	75.0	-0.7	2.3	5.9
Fabricación de arneses y piezas para automóviles	15,595.4	16,069.3	17,264.7	-2.4	3.0	7.4	10.8	10.6	10.5	-0.3	0.3	0.8
Otras Industrias	10,218.4	11,189.7	13,467.3	5.3	9.5	20.4	7.0	7.4	8.2	0.4	0.7	1.5
Actividades Conexas (Servicios)	8,222.2	9,438.3	10,358.5	9.5	14.8	9.7	5.7	6.3	6.3	0.5	0.8	0.6
Comercio	4,018.8	4,937.2	5,544.4	13.9	22.9	12.3	2.8	3.3	3.4	0.3	0.6	0.4
Servicios prestados a las empresas	4,203.4	4,501.1	4,814.1	5.6	7.1	7.0	2.9	3.0	2.9	0.2	0.2	0.2
dc: Servicios de Call Center	2,050.8	2,272.7	2,559.7	24.9	10.8	12.6	1.4	1.5	1.6	0.3	0.2	0.2

Ilustración 2-Valor Bruto de Producción de Maquilas

Fuente: (BCH, 2019)

3.2 INDUSTRIA TEXTIL

Como dicen Herbert & Plattus (2001) "El término industria textil se refería en un principio al tejido de telas a partir de fibras, pero en la actualidad abarca una amplia gama de procesos, como el punto, el tufting o anudado de alfombras, el enfurtido, etc. Incluye también el hilado a partir de fibras sintéticas o naturales y el acabado y la tinción de tejidos. En épocas prehistóricas se utilizaban pelo de animales, plantas y semillas para obtener fibras. La seda empezó a utilizarse en China alrededor del año 2600 a.C., y a mediados del siglo XVIII de la era actual se crearon las primeras fibras sintéticas. Aunque las fibras sintéticas elaboradas a partir de celulosa o productos químicos derivados del petróleo, solas mezcladas entre sí o con fibras naturales se emplean cada vez más, no han conseguido eclipsar por completo a los tejidos de fibras naturales, como la lana, el algodón, el lino o la seda".

La industria textil se dedica a fabricar fibras, hilos, tejido, tenido, acabado y confección de distintos tipos de prendas. Al principio el término textil solo se utilizaba a las telas tejidas, pero con la evolución la industria este término se ha expandido incluyendo a telas producidos por otros métodos como por procesos químicos o uniones mecánicas. También aplica para diferentes tipos de materia prima como pueden ser hilaza, hilos sintéticos y filamentos. Aunque actualmente la fibra más utilizada es el algodón, la cual es una fibra natural de origen vegetal. (Sánchez, 2012)

La industria textil es una de las más viejas dentro de la manufactura, esta incluye varios sectores que cubren todo el proceso de fabricación, desde la materia prima hasta la producción del producto final. La longitud del proceso textil y la variedad de procesos técnicos permite que los diferentes sectores puedan coexistir con el fin de tener un modelo de negocios estructurado (Spencer, 1983). La industria textil está desarrollando nuevos sistemas para poder aumentar producción, calidad y reducir costos. El proceso inicia con la recolección de fibras naturales, sintéticas o artificiales. Después sigue el proceso de hilado en caso de que sea necesario y continua con el proceso de tejido. Luego las telas se tratan en procesos de acabado que incluyen teñido, revestimiento, laminado o acabado mecánico. *Planning* es una de las áreas más complejas en las manufacturas, debido a que existen diferentes tipos de fibras, así como diferentes métodos y diferentes productos finales. Todos estos factores combinados con las especificaciones de los clientes y tiempos de entrega cortos hacen mucho más complicado este trabajo. Es por lo que esta área se ha vuelto crítica debido a las altas competencias del mercado. (Bullon *et al.*, 2017)

Los textiles han ido evolucionando con el paso de los años, hoy en día se encuentran fibras nuevas como las microfibras las cuales permiten fabricar tejidos suaves y ligeros. También están los elastanos que son los hilos elásticos que permiten fabricar prendas moldeadas al cuerpo sin incomodar. Otras nuevas son las prendas sin costuras las cuales son mucho más cómodas y se utilizan en ropa interior, ropa de baño, ropa deportiva, etc. Por último, están las prendas impermeables o anti transpirables como el GoreTex la cual tiene poros de 100 nm lo que la hace transpirable (expulsa humedad, sudor) e impermeable (lluvia, nieve). (Sánchez, 2007)

Como dice Sánchez (2007) "Los textiles inteligentes se les llaman a los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos, físicos o químicos,

modificando alguna de sus propiedades, principalmente con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios. Entre ellos hay muchas clases, por ejemplo, los que proporcionan calor o frío, o que cambian de color, con memoria de forma, que protegen de los rayos ultravioleta, que combaten las bacterias o que regulan la distribución de perfumes o de cosméticos, de medicamentos, etc.”.

Los textiles inteligentes están en el comienzo de su desarrollo y se clasifican en tres categorías que son: pasivos, activos y muy activos. En donde los pasivos son los cuales mantienen sus características independientemente de su entorno (Cegarra, 2005). Los activos son los cuales actúan específicamente sobre un agente exterior y los muy activos se adaptan automáticamente sus propiedades al percibir cambios o estímulos externos. Un tipo de textil inteligente son los cuales incorporan microcápsulas las cuales logran un aislamiento al frío o al calor absorbiendo el calor corporal para liberarlo cuando sea necesario. Otros ejemplos son los cosmeto textiles los cuales ayudan a la piel humana a prevenir infecciones y a desprender aromas frescos. Luego están los textiles crómicos los cuales pueden cambiar de color dependiendo de las condiciones externas. También se encuentran textiles que conducen la electricidad los cuales utilizan los bomberos. Por último, se han desarrollado textiles que incorporan electrónica en los cuales pueden incluir pequeños sensores, fibras conductoras o luces led. (Sánchez, 2007)

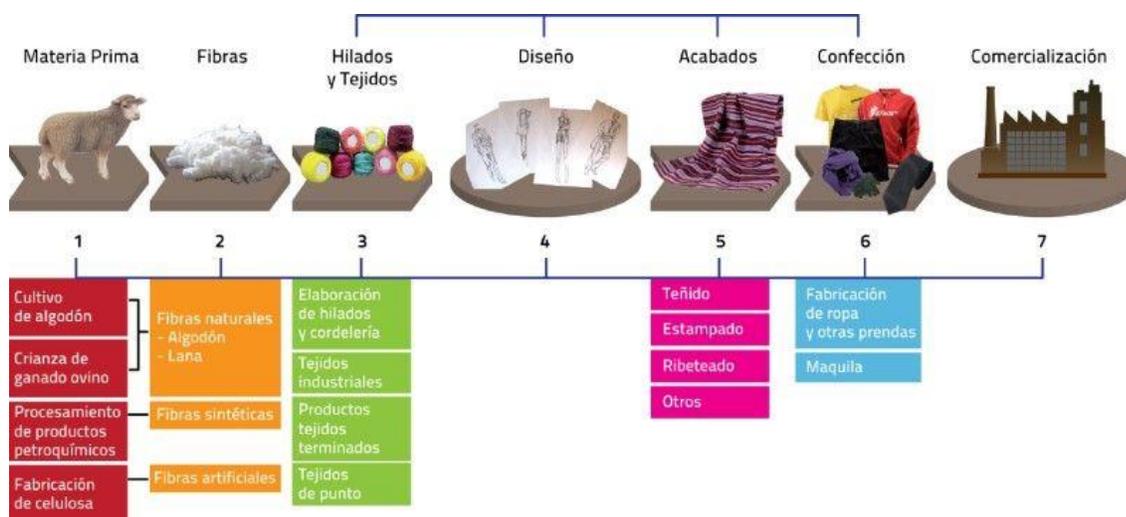


Ilustración 3 Procesos en la Industria Textil

Fuente: (Condo *et al.*, 2004)

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS TEXTILES

- 1) Flexibilidad: la fibra debe ser flexible y debe soportar varias flexiones sin disminuir su resistencia. Esto es muy importante porque de eso depende que la fibra sirva para crear tejidos o no. También el grado de flexibilidad influye en la durabilidad de la prenda.
- 2) Elasticidad: es de gran importancia debido a que aumenta o disminuye la duración del producto final. La elasticidad es la capacidad de recuperarse de una deformación o elongación.
- 3) Tenacidad: es la capacidad que tiene la fibra para poder resistir todo el proceso de producción. Estas deben de tener una resistencia a la tracción la cual va a variar dependiendo del tipo de fibra.
- 4) Resistencia a la abrasión:
- 5) Longitud: esta se puede expresar en milímetros, centímetros o pulgadas. La longitud se puede modificar en los procesos de hilatura.
- 6) Rizado: es la ondulación de la fibra la cual influye en el volumen del hilo y el tacto del tejido. Las prendas que se tejen con fibras rizadas son más aislantes al calor. Los tipos de rizado son: liso, bucles, dientes de sierra, alta y baja frecuencia, helicoidal y núcleo liso.
- 7) Finura: es el grosor de la fibra y esto determina la calidad del producto final. Esta se puede expresar de varias maneras como: finura diametral, finura seccional, finura volumétrica, superficie específica y finura gravimétrica. (Lockuán, 2012)

3.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

Para que una fibra sea utilizada en las industrias estas deben de ser abundantes y de bajo costo. Las fibras se clasifican en fibras naturales y fibras manufacturadas. Existen muchos tipos de fibras naturales las cuales no son abundantes y por eso no se utilizan en la industria, sino que quedan para fines artesanales. También existen fibras manufacturadas las cuales su producción es demasiado costosa por lo tanto se han descontinuado. (Mondragón, 2002)

Las fibras naturales se dividen en vegetales, animales y minerales. Las fibras vegetales se subdividen según su ubicación dentro de la planta las cuales pueden ser: fibras de semilla, fibras de tallo, fibras de las hojas, fibras del fruto y fibras de raíz. La fibra vegetal más utilizada es el

algodón, pero también se utilizan otras como el lino, ramio y yute. Mientras que de las fibras de animales la más conocida y utilizada es la seda. (Lockuán, 2012)

Las fibras sintéticas las cuales se producen por celulosa o químicos se mezclan entre sí o se mezclan con fibras naturales, hoy en día estas se emplean aún más. Pero no han conseguido eclipsar a las fibras naturales como al algodón, seda o lana. (Detrell & Carreño, 2001)

3.3 PROCESO TEXTIL

Hoy en día la industria textil tiene una variedad de procesos que le añaden valor al tejido. Estos procesos varían desde la producción de materia prima hasta el desarrollo del producto final. La innovación en la manufacturera textil ha introducido gran variedad de materia prima y procesos de manufactura. El controlar estos procesos puede reducir costos, desechos y el impacto al ambiente. (Uddin, 2019)

3.3.1 FABRICACIÓN DE HILO

Tradicionalmente, la fabricación de hilo comprende una serie de procesos involucrados en la conversión de la fibra en hilo. Se hace con fibras naturales ya sean obtenidas de las plantas o de los animales. Las fibras naturales se producen con impurezas naturales las cuales se eliminan del hilo en procesos de pretratamiento posteriores. El algodón es la fibra que ha enraizado la fabricación del hilo a partir de la apertura de pacas de fibra, seguido de la serie de operaciones continuas de mezcla, limpieza, cardado, dibujo, mecha e hilado. Algunos procesos en el procesamiento de fibras han dejado de ser manuales y se han sustituido con máquinas. El diámetro del hilo, la velloidad, resistencia, etc. Dependen del requisito de uso final de la tela que se producirá para productos finales tejidos o de punto. Para la producción de hilo se utilizan tecnología de cardado, dibujo de rodillos, hilatura de anillos, hilatura de rotor extremo abierto e hilatura por chorro de aire. (Uddin, 2019)

Para crear el hilo se tiene que estirar la fibra y ponerlas en la máquina, a excepción de la seda la cual es formada por filamentos que se retuercen. El huso fue la primera herramienta creada para hilar, luego se mecanizó hasta que en el siglo XVII se inventó la primera máquina de hilar. Luego

en 1769 se inventó la primera máquina que permitiría a un operario manejar varios husos a la vez y así lograr producción industrial. (Lee & Neefus, 2008)

Otro tipo de fibra utilizada para la manufactura es la Lycra, la cual fue inventada por científicos en 1958 como reemplazo al caucho. A las telas con lycra también se les conoce como *stretch*. Hoy en día se utiliza junto con fibras naturales como sintéticas que van desde los jeans y el cuero como hasta las más finas de seda. Esta no se puede utilizar de forma individual, si no como mezcla con otros tipos de fibras. Esta se usa debido a su confort, ajuste a medida, durabilidad, resistencia a arrugas y libertad de movimiento. Debido a estas cualidades estas prendas son preferidas a nivel mundial. (Marks & Robinson, 1976)

3.3.2 HILATURA

Para lograr el hilado se deben de realizar varias operaciones las cuales van a variar dependiendo del tipo de fibra con la cual se trabaje y del tipo de producto que se requiere. Pero en todos los casos se necesita seguir los siguientes pasos: limpieza que es donde se elimina todas las sustancias ajenas al hilo e individualización que es donde se estira la fibra y queda lista para enrollarse. (Wakelyn *et al.*, 1986)

3.3.3 TEJIDO

En el proceso de tejido se enlazan los hilos con el fin de transformar los hilos en telas. Dependiendo de las exigencias de los clientes, se diseña la estructura y proporción de la tela. El proceso de tejido se clasifica en dos: tejido plano y tejido de punto. El tejido plano es el método más utilizado en la industria textil, este se utiliza en cualquier tipo de telar en donde se entrelazan hebras que van a lo largo con otras que van en un ángulo recto que pasan por encima o debajo de las hebras que van a lo largo. Existen dos tipos de máquinas tejedoras las cuales son por inyección de aire y por inyección de agua. (Perkins, 1991)

En el tejido plano los hilos por lo general vienen en conos los cuales se montan a las filetas. Estas por medio de tubos de succión trasladan el hilo hasta los alimentadores de las máquinas, luego el alimentador con la hilaza bajo tensión gira alimentando el telar. Luego esta es guiada por los agujeros hasta las agujas la cuales se separan en dos juegos. Un juego de hilaza pasa por las agujas

pares y otro por las impares, de modo que la separación crea una abertura llamada paso. Así los hilos se entrelazan para formar la tela. (Celanese, 2001)

En el proceso de tejido hay dos tipos de filetas: las circulares que se colocan a un costado de la máquina y las laterales las cuales se colocan a cada lado. Los alimentadores para hilaza son los cuales por medio de una polea regulan la cantidad de hilo que se utiliza para el tejido. También están los alimentadores para *spandex*, los cuales son para lycra y estos se encuentran en la parte superior de la máquina. Estos igual que los alimentadores de hilaza regulan la cantidad de lycra que necesita la máquina para el tejido. Los pasadores de hilaza de algodón son diferentes a los de *spandex* debido a que estos son movibles para no generar tensiones. La máquina teje en forma circular y es por eso que la tela se recoge en rollo, debido a los tomadores de tela tubular. (Wakelyn et al., 1976)

El tejido de punto es uno de los principales métodos utilizados en la industria textil, este se utiliza especialmente para la fabricación de calcetines y medias, así como gran cantidad de otras piezas y ropa interior. El tejido de punto se lleva a cabo insertando hebras de hilo en base a una serie de puntos en donde una máquina veloz las teje. (Perkins, 1991)

En el tejido de punto se elaboran telas mediante gasas de hilo en donde se enlazan unas con otras para así poder producir la estructura que se le llama de punto. Las máquinas que tejen este tipo de tela requieren muchas agujas y elementos que porten la hilaza. Una ventaja que tiene este tipo de tejido es su capacidad de estirarse en cualquier dirección. Existen dos tipos de tejido de punto los cuales son: tejido por trama y tejido por urdimbre. En el tejido por urdimbre miles de hilos entran en la máquina en donde cada uno entra por una aguja diferente formando todos una sola gasa al mismo tiempo. En el tejido de trama la hilaza entra a la máquina directamente desde un cono en donde el hilo se entrelaza en una gasa previamente hecha. (Celanese, 2001)

3.3.4 TEÑIDO

En el proceso de teñido se involucran una gran cantidad de colorantes. En donde la calidad de la tintura va a depender del equipamiento empleado y los tintes utilizados. Las máquinas

estampadoras actuales producen más de 180 metros por minuto de tejido estampado en 16 colores o más. (Zaruma Arias et al., 2018)

El teñido, la impresión y el recubrimiento son los procesos de coloración para producir hermosos motivos y efectos de color en los textiles. La impresión y el revestimiento están limitados a la coloración de la superficie y pueden aplicarse a la mayoría de los tipos de fibra, tejidos naturales y sintéticos. El teñido es el efecto de coloración en toda la sección transversal de la fibra, y este efecto se puede producir en cualquier forma de sustrato textil, incluyendo fibra, hilo, tela, prendas de vestir y prendas de vestir. Sin embargo, cualquier colorante es adecuado para un tipo particular de fibra para teñir. (Uddin, 2019)

El tenido se realiza en húmedo, en donde están disueltos los aditivos en los cuales se sumergen los tejidos. Luego se prensa la tela para eliminar el exceso de líquido. Una vez exprimida la tela se lava para eliminar el resto de los aditivos que no se desean en el tejido. La maquinaria a utilizar depende del tipo de operación y del tipo de tejido que se quiere teñir. (CAR/PL, 2002)

La industria textil es una de las mayores consumidoras de colorantes a nivel mundial en donde se producen 700,000 toneladas al año. Los colorantes empleados en los procesos textiles están llenos de contaminantes. La mayoría de los colorantes utilizados en el tenido son descargados en aguas residuales sin un correcto tratamiento. La mayoría de estos colorantes no son biodegradables por lo que a las empresas ahora se les ha exigido aplicar procesos adecuados para tratarlos antes de que sean descargados al medio ambiente. (Zaruma Arias *et al.*, 2018)

El teñido del sustrato textil se realiza usando cualquiera de los colorantes, incluidos reactivo, directo, azufre, tina, pigmento, ácido y disperso, dependiendo de la compatibilidad del sistema de fibra de tinte. El método de tintura utilizado puede ser continuo, semicontinuo y discontinuo. La técnica de teñido continuo se realiza para la producción a gran escala en la industria. La fijación del colorante en la tela o la prenda debe ser significativamente rápida durante la vida útil para proporcionar resistencia y durabilidad contra el lavado, el calor, los productos químicos, el jabón, el roce, la luz solar, etc. (Uddin, 2019)

3.3.5 ACABADO

Al inicio de la industria textil los tejidos se acababan por medio de cepillado y rodillos para darles un aspecto lustroso. La tela se somete a este proceso para que esta no arrugue, mejorar resistencia al agua y poder mantener los despliegues, de este modo se producen telas de calidad y alto rendimiento. (Lee & Neefus, 2008)

El acabado se realiza con el fin de conseguir características especiales para la tela en donde estas pueden ser cambiadas por tratamientos mecánicos o físicos. Los tratamientos húmedos se realizan en tejidos los cuales han sido tenidos. Uno de estos la fijación por efecto de la temperatura. El acabado se divide en acabados mecánicos y acabados químicos. En donde los acabados mecánicos son: termo fijado, cepillado, suavizado, gofrado, tundido y sanforizado. Algunos acabados químicos son: suavizado químico, antiestático, ignifugo, incogible, impermeable, inarrugable y recubrimiento. El resultado es una tela más dúctil, el tejido es más resistente, más brillante y sedoso. (Sánchez, 2012)

3.4 MÁQUINAS UTILIZADAS EN EL PROCESO TEXTIL

Cada departamento utiliza una o varias máquinas específicas debido a que se realizan diferentes procesos para lograr obtener el producto final. Las máquinas que se detallaran son utilizadas en la empresa RLA Manufacturing para lograr un tejido final partiendo de la materia prima.

3.4.1 DEPARTAMENTO DE TEJIDO

Tejido es el primer departamento dentro de la empresa en el cual se inicia la producción, en donde se realizan rollos de tela a través de máquinas tejedoras. Como se menciona anteriormente dentro de este departamento existen 6 tipos de máquinas tejedoras, las cuales difieren en tamaño y capacidad. Hay un total de 300 máquinas tejedoras las cuales trabajan 24 horas promediando 2 rollos por máquina, lo que se traduce a 1200 rollos de tela al día. El peso de los rollos es aproximadamente de 400-1000 libras. En la siguiente ilustración de puede observar la máquina tejedora.



Ilustración 4 Máquina Tejedora

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 DEPARTAMENTO DE LOTEO

Luego de que las máquinas tejedoras terminan de tejer un rollo, estos se envían a loteo para desenrollarlo en la máquina tendedora y que así la tela pueda seguir al siguiente proceso. En la siguiente ilustración de puede observar la máquina tendedora.



Ilustración 5 Máquina Tendedora

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 DEPARTAMENTO DE ACABADO

Luego de que la tela ha sido estirada se procede a teñir la tela, este proceso puede tardar entre 6 a 12 horas dependiendo el tipo de tela. En la máquina teñidora se le aplica colorante a la tela o en caso de ser necesario se realiza un blanqueamiento. En la siguiente ilustración se puede observar la máquina teñidora.



Ilustración 6 Máquina de Teñir

Fuente: Elaboración Propia

Luego de que se le ha aplicado el colorante a la tela se procede a exprimirla y suavizarla en la máquina *Hydrosizer*. En la siguiente ilustración se puede observar la máquina *Hydrosizer*.



Ilustración 7 Máquina *Hydrosizer*

Fuente: Elaboración Propia

Por último, en el departamento de acabado se procede a secar la tela con la máquina secadora debido que queda húmeda al salir de la *Hydrosizer*. En la siguiente ilustración de puede observar la máquina secadora.



Ilustración 8 Máquina Secadora

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4 DEPARTAMENTO DE CORTE Y COSTURA

Luego de secar la tela esta se envía al departamento de corte y costura para poder terminar el proceso y enviarla a las otras plantas para que puedan armar las piezas y terminar el producto final. En la siguiente Ilustración se puede observar la máquina utilizada para el corte.



Ilustración 9 Máquina de Corte

Fuente: Elaboración Propia

Una vez cortada la tela esta es enviada a costura, cabe destacar que en RLA Manufacturing solo se costuran las mangas ya sean *Jersey* o *Fleece* y los cuellos de las camisas o sudaderas que son *RIB*. En la siguiente Ilustración se puede observar la máquina utilizada para costura.



Ilustración 10 Máquina de Costura

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se presenta la bitácora de las actividades realizadas durante la práctica profesional. Dichas actividades se realizaron a lo largo del transcurso de diez semanas, comenzando a partir del 20 de enero y terminando el 27 de marzo, con un total de 400 horas laborales.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

4.1.1 SEMANA 1

En la primera semana de práctica, que comenzó el 20 de enero y finalizó el 24 de enero se realizó la inducción correspondiente en la empresa. Comenzando por medidas de seguridad, información general de la empresa y todo el proceso que se realiza en la planta. En la primera semana se realizaron varias actividades dentro del departamento de tejido, la primera fue realizar mediciones de RPM con un tacómetro a las máquinas tejedoras debido a que el *PLC* a veces no muestra el dato correcto. Esto se debe a que a algunas máquinas se les suben o bajan las revoluciones dependiendo de lo que se necesita y el *PLC* no actualiza el dato hasta ser reiniciado. Destacando que hay un total de 334 máquinas tejedoras entre fase 1 y fase 2 (Ambas fases son partes del departamento de tejido).

Luego durante el resto de la semana el practicante estuvo con un entrenador en donde se aprendió sobre la máquina, como operarla, como cargarla y todos los conocimientos básicos que deben tener los operarios, supervisores e ingenieros. Entre estos conocimientos está hacer el nudo coreano el cual es de suma importancia ya que debido a este la hilaza se revienta o no. El nudo coreano es el único nudo que se permite realizar en la planta debido a que es sumamente fino y no interfiere en el tejido. Luego se aprendió a iniciar y limpiar la máquina, lo segundo es de suma importancia debido a la cantidad de tamo (el cual se produce por la hilaza) que hay dentro de la planta. Entre más constante es la limpieza de la máquina menos se detiene, debido a que el tamo provoca revientes. Luego se aprendió a arreglar el alimentador en caso de que se produzca un reviente, cada vez que el hilo se revienta se activa el sensor del alimentador el cual es un sensor de posición (2 posiciones) y se detiene la máquina. Una vez se ha aprendido todo lo relacionado

con la máquina en físico se aprendió a cargar y descargar las filetas. Estas se cargan con conos de Hilaza los cuales varían según el tipo de hilo, diámetro y color. Luego durante el proceso de carga, una vez cargadas las filetas se procede a amarrar de un cono a otro con el nudo coreano el cual se denomina como "nudo de transferencia". Asimismo, se aprendió a hacer cambio de estilo el cual consiste en cambiar los conos en las filetas por los nuevos y realizar el nudo de transferencia. Cabe destacar que cuando se realiza un cambio de estilo tiene que llegar el mecánico a realizar cambio de agujas si el nuevo estilo lo requiere. Por último, dentro del proceso de tejido se aprendió a sacar el rollo de tela una vez la máquina haya tejido las libras requeridas, una vez sacado el rollo el operador procede a escribir en el su código, lote, fecha y estilo.

Una vez se aprendió la parte mecánica de la máquina, se procedió a aprender los códigos en el PLC Barco y como reiniciarlo, también como desactivar el Explorador el cual se encarga de detectar defectos en la tela. Por último, se aprendió acerca de la eficiencia la cual es muy importante para la empresa y para el operador, ya que de esta va a depender su sueldo, una eficiencia alta significa un buen sueldo mientras que una eficiencia baja significa un sueldo bajo. Por lo tanto, si la eficiencia es baja significa que la máquina ha estado detenida demasiado tiempo o se ha estado deteniendo constantemente, lo cual no es bueno para la empresa ya que no logra tejer las libras requeridas.

Para finalizar la semana se aprendió a agregar nuevos estilos al sistema, debido a que diariamente cambian los estilos que se tejen en la planta, pero no todos los días ingresan nuevos estilos. Por lo tanto, se agregan estos nuevos lotes al sistema para que los de *planning* puedan mandar a cargar bien las máquinas. Al crear un estilo nuevo se tiene que definir el número de máquina la cual tejera esa tela, los RPM a los que va a correr la máquina, el ravel y puntaje del operador.

4.1.2 SEMANA 2

Durante la segunda semana la cual comenzó el 27 de enero y finalizo el viernes 31 de enero se realizaron auditorias varias. Estas auditorias se realizan semanalmente y son sumamente importantes para la empresa debido a que por medio de estas se detectan los problemas en las máquinas y se previenen. A modo a que si se encuentra un problema se arregla inmediatamente,

debido a que cada problema significa que la máquina está detenida y la máquina detenida representa pérdida de dinero para la empresa.

La primer auditoria que se realizó durante la semana es la de los RPM, como se mencionó anteriormente en Semana 1 esta se realiza con un tacómetro para comparar la medida que muestra el PLC con la medida que muestra el tacómetro. Se toman las medidas en todas las máquinas del departamento a excepción de las máquinas que están detenidas debido a falta de producción o que están en mantenimiento. Por lo general ambas medidas concuerdan, en caso de no concordar es debido a que a la máquina se le bajaron o subieron las revoluciones con el fin de reducir los paros por revientes. Luego se digito la auditoria y se generó un informe de esta. La segunda auditoría realizada en la semana fue de los contadores la cual consiste en revisar el contador de cada una de las máquinas. Esta se realizó utilizando un cronometro en donde se media el tiempo para ver si las revoluciones que contaba el PLC a lo largo de un minuto eran las correctas. Esto sirve para poder identificar el problema del porque la máquina no muestra las revoluciones correctas ya que puede ser que el contador este fallando y en la pantalla muestra revoluciones correctas, las revoluciones que cuenta el contador sirven para calcular cuantas libras le faltan al rollo; o puede ser que el contador esté funcionando correctamente, pero en la pantalla se muestran revoluciones incorrectas. Luego se digito la auditoria y se realizó el respectivo informe el cual fue enviado a los superiores.

Una vez que se realizaron las auditorias más importantes debido a que estas son claves para la producción, se procedió a realizar la auditoria sobre *Fan Creels* y *Top Fan* los cuales son los ventiladores ubicados en la parte superior de la máquina y en la parte superior de las filetas. Esta consiste en revisar que ventiladores están funcionando y cuáles no, si son de máquina o fileta, si funciona un aspa y otra no y si tienen o no tienen ventiladores las máquinas y filetas. Los ventiladores sobre las máquinas son importantes debido a que evitan que caiga tamo sobre la hilaza y alimentadores que están corriendo, debido a que el tamo en la hilaza provoca revientes, es por lo que las máquinas se detienen cada 30 minutos para limpieza. Los ventiladores sobre las filetas sirven para evitar que el tamo caiga en los conos de hilaza, debido a que, si la hilaza lleva tamo desde que está en los conos, es seguro que se producirá un reviente al llegar esta al alimentador o a las agujas. Por último, se procedió a digitar los datos y generar el informe

correspondiente. El tamo es producido por la misma hilaza, la cantidad de tamo producido dependerá del tipo de hilaza debido a que hay unas que traen más que otras.



Ilustración 11 Fan Creel

Fuente: Elaboración Propia

La última auditoria que se realizó en esta semana fue la de los discos magnéticos, esta consiste en revisar que todos los alimentadores de todas las máquinas tengan su disco magnético y que estos operen correctamente. El disco magnético es el encargado de encaminar el hilo de los tubos hacia el alimentador, por lo tanto, es importante debido a que si hace falta algún disco magnético este provocará revientes y la máquina no producirá las libras requeridas.



Ilustración 12 Disco Magnético

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 SEMANA 3

En la tercera semana de practica la cual inicio el 3 de febrero y finalizo el 7 del mismo mes se realizaron nuevas actividades dentro del departamento de tejido. Estas nuevas actividades se comenzaron a realizar a partir del martes debido a que el lunes se realizó la auditoria de RPM la cual es una de las más importantes dentro del departamento. Esta auditoria solo se realiza una vez a la semana (lunes) debido a que las máquinas no cambian tan frecuentemente sus revoluciones a menos que se esté realizando un estudio a alguna de ellas.

Una de las nuevas actividades que se realizaron fue el analizar sobre el cambio de posición de cuatro máquinas y hacer el *layout* (esquema o plano). Esto se realizó con el fin de aumentar la productividad en los pasillos que tenían menor producción, en otras palabras, se movieron máquinas que se detenían bastantes por máquinas que trabajan eficientemente. Luego se realizó el análisis sobre cambio de posición de filetas en el pasillo 3 de fase 2, se tomaron las medidas y se diseñó el *layout*. Por lo tanto, el practicante llego a la conclusión de que si se cambiaban las filetas de posición se obtendría más espacio dentro de los pasillos donde se encuentran ubicadas

las máquinas tejedoras para así poder darle más libertad al operario y poder agregar más máquinas en caso de que sean necesarias a medida aumente la producción.

Luego como siguiente actividad se realizó un estudio utilizando cuatro máquinas al azar. Los estudios se realizan a las máquinas que más problemas generan, en este caso, las que más se detienen; los estudios también se realizan cuando se ingresa un nuevo lote para determinar la velocidad a la cual debe correr la máquina, destacando que al inicio se corren a velocidad estándar y dependiendo del resultado estas se van variando. El estudio se llevó a cabo en fase 1 en donde las máquinas que más se detienen son las *RIB*. Las máquinas elegidas fueron: 4133, 4134, 4135 y 4136 debido a que estas estaban utilizando un nuevo lote. El estudio tiene una duración de 6 horas diarias, para que este sea tomado como tal debe tener una duración total de 40 horas. Este consiste en observar y tomar nota de porque se detiene la máquina, cuanto tiempo se detiene, si son fallos mecánicos o de hilaza, si tiene agujero la tela, que ocasiono el agujero, si boto *lycra* (en caso de *RIB*), etc. En caso de que sean fallos mecánicos se busca solucionarlos los más rápido posible y si son fallos de hilaza se reportan al proveedor para que vea en qué manera ellos solucionan. Luego de analizar un día todos estos factores, se determina que factor es el que más influye y más causa problemas para así solucionarlo. En este caso la máquina botaba la *lycra* y se generaban libras de tela que no sirven, debido a que no se activó el alimentador en la máquina y el operador no estaba pendiente. Por lo tanto, como solución se disminuyeron las revoluciones y se realizó un segundo estudio. Al terminar el segundo estudio se obtuvo como resultado una mejor eficiencia en las máquinas debido a que ya no botaban la *lycra* y por lo tanto no se detenían tan seguido. Cabe destacar que las máquinas siempre se detienen por revientes los cuales son provocados en su mayoría por el tamo.

Como última actividad en la semana se realizó la auditoria de máquinas positivas y negativas. Esta auditoria consiste en revisar la pantalla de todas las máquinas, la cual muestra las revoluciones que le restan a la máquina para terminar de tejer el rollo. Por lo tanto, estas revoluciones tienen que estar positivas, de este modo se sabe que el rollo ya está completamente tejido y tiene las libras requeridas cuando las revoluciones en la pantalla llegan a cero. Una vez se han revisado todas las máquinas del departamento se reportan las máquinas negativas para que las arreglen

inmediatamente, debido a que una máquina negativa significa que va a tejer más libras de lo necesaria y se va a convertir en un rollo fuera de estándar.



Ilustración 13 Máquina con Revoluciones Negativas

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 SEMANA 4

La semana cuatro dio inicio el 10 de febrero y finalizando el 14 de febrero, durante esta semana se realizaron diferentes actividades de las cuales dos fueron nuevas. Primero se comenzó la semana realizando la auditoria de *RMP* en todas las máquinas del departamento de tejido, luego estas se digitaron y se realizó el informe correspondiente. Durante esta semana se le asignaron al practicante dos proyectos: uno acerca de realizar un dispositivo capaz de medir temperatura ambiente y otro de realizar un dispositivo capaz de medir la presión de aire comprimido. Luego se desarrolló una nueva actividad la cual fue el revisar las cinco máquinas con más paros. Esta revisión se lleva a cabo todos los días con el fin de determinar el causante principal de tantos paros en la máquina. En esta pequeña auditoria se revisan todos los componentes que pueden fallar en la máquina o que pueden provocar un reviente como son: nudo de transferencia, alimentadores, sensor de puerta, botonera, filetas de carga, discos magnéticos y *slub catcher* (el cual guía al hilo hacia el disco magnético). Luego de realizar la revisión se procede a analizar cuál es el principal

factor que afecta la máquina, en algunos casos puede ser que ninguno de estos la afecte y simplemente tenga un fallo mecánico. Por último, se digitan los datos realizando el reporte correspondiente y se le entrega al encargado del área.



Ilustración 14 Fileta de Carga (Creel)

Fuente: Elaboración Propia

Durante la semana se realizaron dos estudios, uno llevándose a cabo en fase 1 en las máquinas 4134, 4135, y 4136; el cual es una continuación del estudio iniciado en Semana 3 por botar *lycra* y nuevo lote. Como se mencionó anteriormente el estudio debe tener una duración de 40 horas para ser catalogado como válido. Durante esta semana las máquinas tuvieron una mejoría notable, reduciendo sus paros por revientes y por fallas mecánicas, esto debido a que se les bajaron las revoluciones a las máquinas. Cabe destacar que las tres máquinas estaban corriendo estilos y lotes diferentes por lo tanto los factores que las afectan varían. Luego se desarrolló un segundo estudio en fase 2 en las máquinas 4234, 4235, 4237 y 4238. En donde la máquina 4234 fue la única que corrió un estilo y lote diferente a las demás. Este estudio tuvo como fin aumentar la eficiencia de

las máquinas al correr estos nuevos estilos, analizar cuáles son las razones por las cuales estas se detienen y buscar soluciones inmediatamente. Como resultados dos máquinas tuvieron un buen rendimiento corriendo a velocidad estándar mientras que las otras dos se detenían producto de revientes y paros mecánicos. Al día siguiente se continuo el estudio especialmente en las dos máquinas que obtuvieron los menores resultados el día anterior. Para este segundo día se variaron las revoluciones en las máquinas con el fin de disminuir la cantidad de revientes, logrando aumentar la eficiencia en una de las dos máquinas estudiadas.



Ilustración 15 Alimentador de Lycra

Fuente: Elaboración Propia

Como última actividad en la semana se aprendió a analizar y corregir los rollos fuera de estándar. Diariamente se les envía a los ingenieros de tejido un reporte de los rollos que fueron tejidos el día anterior, en donde se analizan y revisan los rollos que salen con menor o mayor peso al requerido. Estos rollos que no cumplen con el peso establecido se le denominan "rollos fuera de estándar", estos se producen debido a varios factores como fallos en la máquina ya que las

revoluciones estén más altas o bajas del estándar o que el operador saca el rollo antes o después de lo establecido. Una vez se analizan los rollos se envían los resultados a *planning* para que ellos actualicen su base de datos, todas las máquinas que tienen rollos fuera de estándar y no son por fallo del operador o por fallo de la máquina es debido a fallo de *planning*. Debido a que *planning* manda mal la forma de carga a las máquinas por lo tanto ellos solucionan eso.

4.1.5 SEMANA 5

Durante la semana 5 se realizaron actividades que ya se habían realizados las semanas pasadas, con la diferencia de que en esta semana eran más críticas que las anteriores debido a que se habían recibido nuevos lotes de un nuevo proveedor, por lo tanto, muchas máquinas estaban dando problemas. Estas actividades dieron inicio el 17 de febrero finalizando el 21 del mismo mes. Se le dio inicio realizando la auditoria de RPM como es habitual todos los lunes para poder verificar que las máquinas están corriendo a estándar o a la velocidad que se requiere en caso de que estas requieran estar abajo o arriba del estándar. Luego se presentaron propuesta de proyecto y cotizaciones los cuales habían sido asignados durante Semana 4, el practicante presento posibles soluciones ante los problemas de la planta. Para medir temperatura ambiente el practicante presento tres propuestas las cuales fueron: utilizar dos Arduino (UNO o Nano) y dispositivos bluetooth HC-05 para crear dos dispositivos, uno el cual mida temperatura y humedad ambiente y que luego envíe los datos a través de bluetooth a otro dispositivo el cual será de mando. El dispositivo de mando estaría ubicado dentro de las oficinas de tejido. La segunda propuesta fue siempre utilizando un Arduino para crear el dispositivo que mida temperatura y humedad más un módulo wifi que envíe los datos a un IP y así poder visualizarlos en tiempo real desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Como tercera propuesta fue utilizar un sensor de temperatura el cual se coloca en el PLC y esta muestra la temperatura en la pantalla. Las mismas propuestas se utilizaron para medir presión de aire comprimido en donde la única diferencia seria utilizar un sensor de presión en vez de temperatura. Las propuestas y cotizaciones serian analizadas por los jefes del área de tejido y se dará una respuesta en las siguientes semanas.

Durante la semana se realizó repetitivamente la auditoria de máquinas positivas y negativas debido a que estas se reportaban se supone que las corregían y siempre estaban negativas. Por lo

tanto, se realizó la auditoria 3 de 5 días de la semana cuando normalmente se realiza una vez a la semana, esto con el fin de encontrar el problema y solucionarlo. Luego de los tres días de auditoria se llegó a la conclusión de que el problema no era que las máquinas no se corregían si no que se ponían negativas por sí solas al finalizar de tejer un rollo de tela. Por lo que se generó un reporte para que se revisen las máquinas más a fondo debido a que el problema puede ser mecánico o de programación. Luego se continuo con la revisión de los rollos fuera de estándar como se había iniciado la semana pasada (Semana 4). Las máquinas que tienen rollos fuera de estándar tienen una dependencia por lo que sin un día saco rollos con menor o mayor peso de lo requerido, los siguientes días va a seguir sacando rollos fuera de estándar hasta que se encuentre el problema y se solucione, es por lo que esta tarea se realiza diariamente, aclarando que el practicante solo la realiza cuando es requerido. Luego de analizar los rollos se llegó a la conclusión de que no es problema de las máquinas, ni de *planning*, sino que son los operarios quienes retiran los rollos antes o después de tiempo. Por lo que se les llamó la atención para lograr aumentar la productividad.

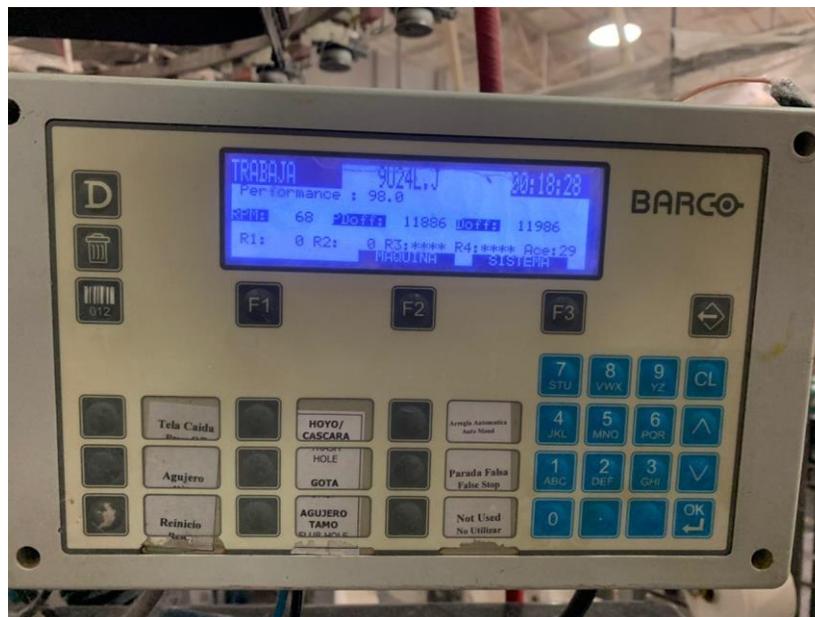


Ilustración 16 Máquina con Revoluciones Positiva

Fuente: Elaboración Propia

Por último, se continuo con los estudios iniciados durante las semanas pasadas, de los cuales uno fue en fase 1 y el otro en fase 2. El estudio continuado en fase fue en las máquinas 4134, 4135,

4136. Mientras que las máquinas que se estudiaron en fase 2 fueron 4232 y 4233. Estos estudios se realizaron debido a que estas máquinas se detenían mucho y botaban mucha *lycra* por lo tanto se tejía mucha tela "mala" la cual es desechada. Luego de realizarse estos, se generó el informe de cada uno y se ingresaron a la base de datos para analizarlos y llegar a las posibles soluciones.

Una vez se completan las 40 horas de estudio se procede a hacer un DOE en donde se "juega" con la máquina. Se realizó un *DOE (Design of Experiment)* de las máquinas 4144, 4228, 4229. Durante este proceso se cambian los tiempos de inspección de la máquina, se varían de 30 a 20 minutos, así como también se corren las máquinas a velocidades específicas para lograr obtener el mejor resultado. Durante las inspecciones a las máquinas los operadores se encargan de revisar si el rollo lleva *lycra* o no, y limpiar la máquina. esta actividad se continuo la siguiente semana (Semana 6).

4.1.6 SEMANA 6

La sexta semana comenzó el 24 de febrero finalizando el 28 del mismo mes, la semana comenzó con la auditoria de RPM como ya es habitual todos los lunes. Luego se realizó la continuación del *DOE* iniciado la semana anterior. El *DEO* significa diseño de experimento en español, es la metodología a seguir para lograr los mejores resultados en base a los estudios realizados en semanas anteriores. Este se realizó en las máquinas 4228 y 2449 debido a que estaban corriendo un nuevo estilo. En donde se variaron la cantidad de inspecciones y la velocidad para determinar si benefician o no la producción. Luego se realizó un estudio en las máquinas 4111 y 4144 debido a que estas botaban *lycra* y la máquina no lo detectaba, por lo tanto, la tela tejida se desechó. Luego de terminar el estudio de llego a la conclusión de que esto ocurrió debido a que la máquina quebró agujas y esto provocaba que la *lycra* no se tejiera. Por último, se generó el reporte y se le envió al jefe de mecánicos para que revisaran y repararan la máquina.

El martes se le informo al practicante que se compraron los materiales para los proyectos de temperatura y presión, los cuales tardarían entre una o dos semanas en llegar debido a que estos se realizaran a nivel industrial. También se solicitó un *PLC* para realizar las pruebas necesarias una vez los materiales lleguen. Luego se le enseno al practicante a realizar auditoria de pallets, la cual consiste en revisar que sea el lote correcto, proveedor y comparar los pesos reales con los cual

dice el proveedor que tienen los pallets y rollos. Esta auditoria se les realiza a todos los pallets y todos los estilos independientemente de si son nuevos o no.

Por último, se realizó un nuevo estudio en las máquinas 4075, 4077 y 4078 debido a que estaban utilizando un nuevo hilo el cual estaba produciendo demasiados problemas según los operadores. Por lo tanto, se realizó el estudio con el fin de confirmar si el problema era de proveedor y no de la máquina. Como resultado se logró confirmar que el problema era del hilo y este por lo tanto no servía, se iba a mandar de regreso al proveedor con la respectiva queja. El hilo provocaba revientes cada 1 o 2 minutos por lo que era ineficiente, estos revientes se generaban debido a que el hilo venia enredado y lleno de sucio. Luego se continuo con los rollos fuera de estándar en donde se revisaron nuevos estilos, de nuevo se llegó a la conclusión de que *planning* no está cargando bien las máquinas por lo tanto los rollos salen con mayor o menor peso; *planning* sube al *software* de las máquinas las revoluciones necesarias para tejer un rollo la cual va a variar dependiendo el estilo y la máquina. Por lo tanto, cuando se dice que *planning* cargo la máquina se refiere a que le pusieron mayor o menor cantidad de revoluciones a la máquina de las necesarias. También se encontró que los operadores cortan los rollos antes, lo que hace que estos son los causantes del problema. Como última actividad se realizó una nueva auditoría la cual consta en medir el tiempo en que tarda la pantalla de barco en reflejar "alimentador" una vez se produzca un reviente. También medir el tiempo en que tarda la máquina en arrancar una vez se detiene para inspección y limpieza.

4.1.7 SEMANA 7

Durante la semana 7 de practica la cual inicio el 2 de marzo y finalizo el 6 del mismo mes, se realizaron varias actividades en donde lo primero que se hizo fue el revisar la auditoria de *RPM* realizada por una practicante la cual ingreso en Semana 6 la empresa. Luego se inspecciono el ultimo pasillo de Fase 2 en donde se revisó que las máquinas estuvieran limpias y trabajando correctamente; esto debido a que este pasillo es el que más tamo acumula en toda el área de tejido. Como siguiente actividad se realizó la auditoria de pallets la cual se realiza en el área de la bodega, como se mencionó en Semana 6 esta auditoria consta de pesar los pallets y los conos de hilaza para comparar su peso real con el peso establecido por el proveedor. En esta se revisa que

la hilaza no esté dañada y que los conos de cartón no se encuentren explotados, así como también se mide el diámetro de 20 conos aleatorios entre los 5 o 4 pallets que se auditan.

El miércoles se realizó la auditoria de *Fan Creels* la cual no se realizaba desde Semana 2, como se mencionó en dicha semana esta auditoria sirve para revisar todos los ventiladores que se encuentran en las filetas de carga y en las máquinas, los ventiladores que no giran, los ventiladores que no les funciona un aspa y las filetas que no tienen ventiladores son reportados para su respectiva reparación o instalación. Cabe destacar que todas las máquinas tienen un ventilador de techo llamado "*Top Fan*" y todas las filetas deberían de tener un ventilador llamado "*Fan Creel*", todas las máquinas tienen dos filetas a excepción de las máquinas *RIB* las cuales solo tienen una.

Durante la semana se realizaron varios estudios en donde uno de ellos fue en las máquinas 4046 y 4049 en donde se estaba probando un nuevo proveedor de hilaza. Este nuevo proveedor es de Honduras, destacando que RLA no compra hilaza a proveedores locales solamente los importa del extranjero. El resultado de esta hilaza no fue la esperada debido a que daba más problemas que las extranjeras. Luego se realizó un estudio en la máquina 4276 en donde se probó una nueva hilaza la cual es biodegradable. El uso de esta hilaza tiene como fin reducir la contaminación al medio ambiente tanto a la hora de producción como a la hora de que se deje de utilizar la prenda, RLA tiene como responsabilidad buscar maneras de reducir el daño al medio ambiente. Por último, se realizó un estudio en las máquinas 4228 y 4229 en donde se probó un nuevo tipo de hilaza la cual es de tipo *shantung*, este tipo es el que más revientes provoca debido a lo fino que es el hilo y su facilidad para romperse.

4.1.8 SEMANA 8

La semana 8 fue la última semana de práctica profesional debido a la emergencia sanitaria en la que se encuentra Honduras por el COVID-19, no se pudieron terminar las 10 semanas establecidas ya que el país entro en alerta roja y se decretó toque de queda a nivel nacional a partir del 17 de marzo. La Semana 8 inicio el 9 de marzo finalizando el 13 del mismo mes. La semana se inició realizando un estudio en las máquinas 4141, 4144 y 4146; en donde se realizaron pruebas con un nuevo tipo de hilaza las cuales se iniciaron en Semana 7. Luego se continuo con otro estudio en las máquinas 4056 y 4055 debido a que se realizaron pruebas con nueva hilaza. Estos nuevos tipos

de hilaza traen mucho sucio el cual produce revientes en las máquinas, estos se analizan para determinar si se utilizan para producción o se regresan al proveedor.

Como siguiente actividad se analizaron las máquinas que siempre se mantienen con revoluciones negativas, aunque estas se reinicien no registran los resultados esperados. Estas máquinas al reiniciarse suman las revoluciones del siguiente rollo más las del rollo actual y las muestran en la pantalla Barco de forma negativa. Por lo tanto, se realizó una presentación la cual se envió a Barco (fabricante) para ver que solución brindaban.

Luego se procedió a realizar auditoria de pallets, en donde se auditaron 3 tipos de hilaza. En esta auditoria se revisan los pesos de los pallets y los rollos, así como la calidad de la hilaza y de los conos de hilaza. En la siguiente imagen se puede observar un cono de hilaza en una auditoria de pallets.



Ilustración 17 Cono de Hilaza

Fuente: Elaboración Propia

Durante la semana se comenzó la implementación del proyecto *Automatic Oil*, el proyecto consiste en limpiar la máquina con aceite por medio de presión hidráulica, el aceite estará en un recipiente

el cual a través de mangueras a presión será enviado hasta las agujas de las máquinas. El aceite se enviará cada 30 minutos y se utilizaron *timers* para controlar el dispositivo. Para implementar el proyecto se necesita cumplir dos condiciones: que la máquina tenga *PLC* y que la máquina tenga alta producción. Por lo tanto, se realizó la auditoria de máquinas con *PLC*, con el fin de saber que máquinas tienen *PLC* y que modelo es, así como que máquinas tienen placas electrónicas. Luego se pidió a *planning* las máquinas con mayor producción, para poder implementar el sistema y realizar las pruebas. Como resultado se obtuvo que las pruebas serán realizadas en 10 máquinas, las cuales tienen *PLC* y alta producción, el jueves de esta semana se comenzó a instalar el sistema en las primeras 3 máquinas. Cabe destacar que el proyecto fue dirigido por el jefe inmediato del practicante quien realizo la programación. El practicante además de la auditoria ayudo con la instalación en las primeras máquinas y con el plan de trabajo realizando un diagrama de Gantt como se puede observar en la siguiente imagen.

GRÁFICO DE GANTT OIL AUTOMATION



Ilustración 18 Diagrama de Gantt Automatic Oil

Fuente: Elaboración Propia

También se realizó un diagrama de Gantt para el medidor de presión de aire comprimido el cual se instalará en una de las tuberías del departamento de tejido para poder observar si hay fugas de aire o no.

GRÁFICO DE GANTT PARA MEDICION DE PRESION DE AIRE



Ilustración 19 Diagrama de Gantt Medidor de Presión

Fuente: Elaboración Propia

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1 Cronograma de Actividades

No. De Actividad	Actividades Por Desarrollar	Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aprendizaje de funcionamiento de Máquina Tejedora	■							
2	Inducción al Procesamiento Textil	■	■						
3	Auditorias Varias	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Layouts			■					
5	Rollos OSTD				■	■			
6	Estudios sobre Revientes			■	■	■	■	■	■
7	Medir Presión de Aire								■
8	Automatic Oil								■

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

1. El tamo presente en el departamento de tejido es el principal factor por el cual las máquinas se detienen, esto se ve reflejado en la eficiencia tanto de la máquina como del operador, así como en la producción al presentar pérdidas monetarias.
2. Los lotes nuevos generalmente ocasionan revientes, lo que causa que las máquinas se detengan constantemente; por lo que se requiere de estudios para mejorar su eficiencia y producción.
3. Los rollos denominados "fuera de estándar" se producen debido a que el operador retira los rollos antes de que estos tengan el peso establecido.
4. Se comenzó a implementar el sistema de Automatic Oil en las máquinas tejedoras con alta producción y con *PLC*. El sistema no funcionó como se esperaba debido a la válvula utilizada.
5. Se inició el proyecto sobre medir presión de aire comprimido en el departamento de tejido, el cual no se logró terminar debido a la emergencia sanitaria que sufre el país por el COVID-19.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

1. Es necesario reducir el tamaño en el departamento de tejido debido a que este es el principal causante de paros en las máquinas tejedoras, de tal manera disminuirían los paros y aumentaría la productividad. Resaltando que este puede ser dañino para la salud.
2. Revisar y analizar todos los lotes nuevos antes de implementarlos en las máquinas debido a que estos ocasionan demasiados revientes.
3. Implementar un sistema de bloqueo en la máquina tejedora para que el operador no pueda cortar el rollo antes de completar las revoluciones necesarias.
4. Terminar de implementar el sistema de Automatic Oil en todas las máquinas tejedoras seleccionadas y cambiar la válvula utilizada por una válvula Venturi para tener una mejor eficiencia.
5. Terminar de implementar el sistema de medición de presión de aire comprimido una vez la planta vuelva a trabajar.

BIBLIOGRAFÍA

- AHM. (2019). Apparel Manufacturing: Honduras Manufacturing Industry Specializes in Many Types of Textile Clothing. *Asociación Hondureña de Maquiladores*.
- BCH. (2019). Informe de bienes para transformación 2018 y Expectativas 2019-2020. *Banco Central de Honduras*.
- Bullon, J., González, A., Encinas, A., & Queiruga-Dios, A. (2017). Manufacturing processes in the textile industry: Expert Systems for fabrics production. *Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal (ADCAU)*, 6(15).
<https://doi.org/10.14201/ADCAIJ2017641523>
- CAR/PL. (2002). *Prevención de la contaminación en la industria textil en los países del Mediterráneo*. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia: Plan de Acción para el Mediterráneo.
- Cegarra, J. (2005). Textiles inteligentes. *Revista de La Industria Textil*, 432, 52–63.
- Celanese, A. (2001). *Glosario Textil Completo*. Celanese Acetate LLC.
- Condo, A., Jenkins, M., Figueroa, L., Obando, L., Morales, L., & Reyes, L. (2004). El sector textil exportador latinoamericano ante la liberalización del comercio. *Revista VirtualPRO Procesos Industriales, Industria Textil* (63), 57–65.
- Detrell, J., & Carreño, S. (2001). Las fibras del próximo decenio. *Revista de La Industria Textil*, 386, 76–91.

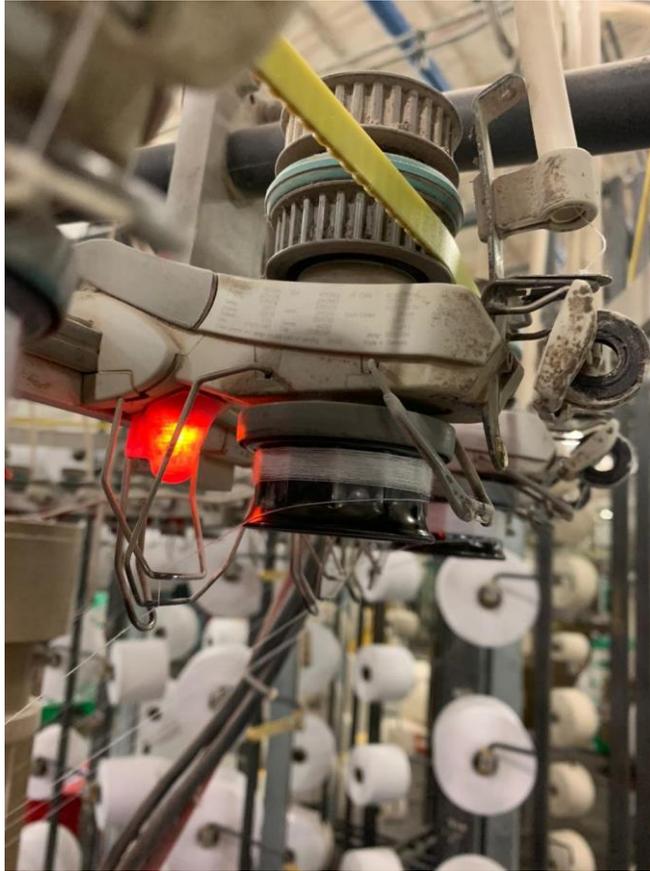
- Fruit of the Loom. (2016). Our Corporate Responsibility Promise. *Fruit of the Loom, Inc.*
<https://www.fotlinc.com/index.html>
- Herbert, R., & Plattus, R. (2001). *Industrias textiles y de la confección*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Centro de Publicaciones.
- Lee Ivester, A., & Neefus, J. D. (2008). Industria de Productos Textiles: Industrias Textiles y de la Confección. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo, Sumario 89*.
- Lockuán, F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control de Calidad: Fibras Textiles* (2a ed).
- Marks, R., & Robinson, A. (1976). *Principles of Weaving*. Textile Institute.
- Mondragón Aguilar, J. (2002). Fibras textiles. *Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*.
- Perkins, W. (1991). A review of textile dyeing process. *Revista VirtualPRO Procesos Industriales, Industria Textil*(63), 65–76.
- Sánchez Marín, J. R. (2007). Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil. *Técnica Industrial, 268*(1), 39–45.
- Sánchez Maza, M. Á. (2012). *Iniciación en materiales, productos y procesos textiles* (1a Ed). Innovación y Cualificación, S. L.
- Spencer, D. J. (1983). *Knitting Technology*. Pergamon Press Ltd.
- Uddin, F. (2019). Introductory Chapter: Textile Manufacturing Processes. *IntechOpen, Textile Manufacturing Processes*, 1–14. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87968>

Wakelyn, P. J., Greenblatt, G. A., Brown, D. F., & Tripp, V. W. (1976). Chemical properties of cotton dust. *American Industrial Hygiene Association*, 37(1), 22–31.

Wakelyn, P. J., Jacobs, R. R., & Kirk, I. W. (1986). *Washed Cotton: Washing Techniques, Processing Characteristics, and Health Effects*. USDA.

Zaruma Arias, P. E., Proal Nájera, J. B., Chaires Hernández, I., & Sala Ayala, H. I. (2018). Los colorantes textiles industriales y tratamientos óptimos de sus efluentes de agua residual: Una breve revisión. *Revista VirtualPRO Procesos Industriales*.

ANEXOS



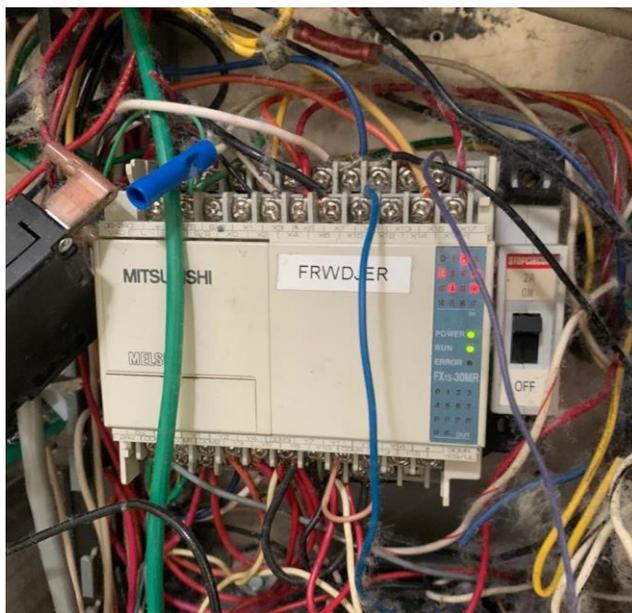
Anexo 1 Alimentador Disparado

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 2 Alimentador Trabajando (Sin Dispararse)

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 3 PLC Mitsubishi

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 Diagrama de Gantt del Cronograma



Fuente: Elaboración Propia