



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ATLIXCO

Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Puebla

NOMBRE DEL TRABAJO

REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO EN LOS PROCESOS: URDIDO Y
ENGOMADO PARA LA FABRICACIÓN DE TOALLAS

OPCIÓN TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:
Juan Andrés Martínez

ASESOR: Ing. Fabiola Olvera Torres

ATLIXCO, PUE. NOVIEMBRE DE 2021

Resumen

El presente trabajo analiza las causas que originan desperdicio de materia prima en los procesos de urdido y engomado para la fabricación de toallas, implementado en la empresa Towel S.A. de C. V. con el fin de generar propuestas de solución que mitiguen o eliminen el problema desde la raíz, para ello se utilizan herramientas de diagnóstico como lo son los diagramas de flujo, y diagramas de proceso, así como, el concepto de los siete desperdicios descritos en la metodología de manufactura esbelta. Con esto se llegó a la conclusión de que la fuente del desperdicio está ligada con la falta de mantenimiento y las malas prácticas de producción, para dar solución se diseñó un plan de mantenimiento autónomo, pronóstico de la demanda utilizando herramientas estadísticas, y como medio de control de producción, se calculó al indicador OEE.

Abstract

This paper analyzes the causes that originate waste of raw material in the warping and gumming process of the manufacture of towels, implemented in the company Towel S.A. of CV in order to generate solution proposals that mitigate or eliminate the problem from the root, for this diagnostic tool such as flow diagrams and process diagrams are used, as well as the concept of the seven wastes described in the lean manufacturing methodology. With this, it was concluded that the source of the waste is linked to the lack of maintenance and poor production practices. In order to solve it, an autonomous maintenance plan was design, forecast the demand using statistical tools, and as a means of production control the OEE indicator was calculate.

Índice general

Introducción.....	7
Capítulo 1. Protocolo de la investigación.	9
1.1 Planteamiento del problema.	9
1.2 Objetivo general y particulares.....	9
General.....	9
Específicos	10
1.3 Justificación.....	10
1.4 Hipótesis.....	11
1.5 Alcances y limitaciones.....	11
Capítulo 2. Marco Teórico o Estado del arte.....	12
Proceso de tejido de tela toalla algodón.....	12
Manufactura esbelta	15
Mantenimiento autónomo	17
Solución de problemas.....	18
Diagrama de flujo.....	18
Lluvia de ideas	20
Hoja de operación estándar (HOE´S)	20
Overall Equipment Effectiveness	21
Regresión lineal	24
Herramienta análisis de datos en Excel.....	28
Capítulo 3. Desarrollo.	30
Elaboración de las hojas de operación estándar	30
Identificación de las fuentes de desperdicio de materia prima	31
Merma producida en cada proceso del área de producción.....	34
Identificación del desperdicio en los procesos de urdido y engomado	36

Propuestas de solución.....	38
Construction del OEE (Overall Equipment Effectiveness)	45
Capítulo 4. Resultados.....	49
Hojas de operación estándar	49
Procedimiento para calcular los litros de encolante a utilizar	50
OEE de los procesos de urdido y engomado	51
Conclusiones.....	54
Referencias	56
Anexos.	58
Anexo 1. Hojas de operación estándar de los procesos de urdido y engomado	58
Anexo 2. Procedimiento de mantenimiento autónomo de limpieza.	70
Glosario.....	77

Índice de Figuras.

Figura 1. Máquina de urdido.	13
Figura 2. Máquina de engomado.....	14
Figura 3. Representación gráfica del comportamiento de un modelo lineal en estudio.....	25
Figura 4. Tabla de actividades documentadas.....	30
Figura 5. Diagrama de flujo de proceso del área de producción.	32
Figura 6. Diagrama de flujo de proceso del área de producción. Continuación... ..	33
Figura 7. Identificación de los desperdicios hallados dentro del área de producción.	35
Figura 8. Identificación de los desperdicios dentro del proceso de urdido.	36
Figura 9. Identificación de los desperdicios dentro del proceso de engomado.	37
Figura 10. Lluvia de ideas. Identificación de las causas que provocan la generación de desperdicio.	39
Figura 11. Diagrama de relaciones sobre el problema de generación de merma.	40
Figura 12. Regresión lineal simple del consumo de encolante por metro.	41
Figura 13. Gráfico de dispersión del encolante utilizado por metro de cuenta.	42
Figura 14. Análisis de regresión lineal múltiple para número de hilo 10.....	43
Figura 15. Análisis de regresión lineal múltiple.	44
Figura 16. Base de datos para el registro de la producción y el desperdicio diario por máquina y por operador.	48
Figura 17. Formato de registro de las no conformidades encontradas.	48
Figura 18. Formato de hoja de operación estándar.....	49
Figura 19. Medición OEE del proceso de urdido.....	52
Figura 20. Medición OEE del proceso de engomado.....	53
Figura 21. Gráfico comparativo del antes y después de la aplicación de la regresión lineal.....	54

Índice de Tablas.

Tabla 1. Símbolos utilizados en el diagrama de flujo.	19
Tabla 2. Seguimiento del desperdicio generado por cada proceso dentro del área de producción.....	34
Tabla 3. Datos utilizados para el grafico de regresión lineal simple litros de encolante por cuenta.	41
Tabla 4. Datos utilizados en el gráfico de regresión lineal encolante por metro.....	42
Tabla 5. Datos utilizados en el análisis de regresión lineal múltiple para hilo 10.	43
Tabla 6. Datos utilizados para el análisis de regresión lineal múltiple.....	44
Tabla 7. Consumo de encolante por cada 1000 metros de cuenta para los números de hilo.	50

Introducción

El proceso productivo para la elaboración de toallas consta de 6 etapas que son: urdido, engomado, tejido, rasurado, teñido y costura. Para el desarrollo del presente trabajo se indaga en los dos primeros procesos: Urdido; es el proceso a través del cual la materia prima (filamentos de hilo sobre una bobina) es transformada en una urdimbre que posteriormente será utilizada para tejer las toallas, y engomado; este es un proceso por el cual la urdimbre es recubierta de una capa delgada de goma o encolante con el fin de aumentar su resistencia a la tensión. Para la fabricación de toallas existen dos tipos de urdimbre, pie y rizo, las cuales varían únicamente en la concentración de encolante que contienen debido a que cada una de estas soporta tensiones diferentes durante su tejido.

Los procesos de urdido y engomado realizan las primeras actividades de transformación de la materia prima para que esta pueda ser utilizada en procesos subsecuentes. Reducir la producción de merma en estas áreas resulta necesario para aumentar la productividad dado que se busca dar el mejor uso posible a los materiales con los que se cuentan, ayudando a mantener la producción actual con una menor cantidad de insumos, aumentando de esta forma el margen de utilidades disponibles.

Con el fin de detectar aquellas situaciones que puedan generar desperdicios dentro del proceso, se hizo uso de diagramas de flujo de proceso dado que estos permiten visualizar de forma sencilla todas las actividades realizadas dentro de un proceso, ayudando de esta forma a detectar las fuentes de desperdicio.

Para encontrar posibles soluciones se recurrió al uso de la lluvia de ideas junto a las personas encargadas de realizar las actividades dentro de las áreas de urdido y engomado para incentivar su participación en la reducción de la merma generada en el proceso.

Como herramienta de control se calculó al indicador “Overall Equipment Effectiveness” o “Eficacia Global de Equipos Productivos” conocido como OEE por sus siglas en inglés. Este es de utilidad para definir el estado actual de las operaciones respecto a la maquinaria utilizada, los insumos necesarios y los operadores. Los tres conceptos relacionados con el cálculo son:

1. Disponibilidad. Este valor se obtuvo dividiendo el tiempo total que la máquina ha trabajado contra el tiempo total que la máquina pudo haber trabajado.
2. Rendimiento. Este valor se obtuvo dividiendo los metros totales producidos contra los metros que pudieron haberse producido en el tiempo que la maquina estuvo trabajando.
3. Calidad. Este valor se obtuvo considerando los desperdicios generados en cada máquina, así como, las no conformidades. Estos valores se obtuvieron de las órdenes de producción en las cuales se registra el desperdicio producido por cada orden de trabajo; Así como, de los reportes realizados por no conformidades.

El indicador OEE es utilizado para tener una medición clara de la mejora del proceso a lo largo del tiempo y con la implementación de nuevas propuestas, debido a que este indicador contempla la producción obtenida, el tiempo en que se obtuvo la producción y la calidad de esta, siendo una referencia completa del estado actual del proceso y su mejora a través del tiempo.

El presente trabajo muestra la hoja de operación estándar como resultado del diagnóstico de las operaciones para los dos procesos; la fórmula para calcular el encolante a utilizar, encontrada a través del método de regresión lineal múltiple y el cálculo del indicador OEE, como medio de control para el proceso.

Capítulo 1. Protocolo de la investigación.

1.1 Planteamiento del problema.

El área de producción consta de 4 procesos los cuales son: urdido, engomado, tejido y rasurado, siendo cada uno de estos completamente dependientes del proceso anterior. El objetivo de esta área es realizar la conversión de la materia prima adquirida de proveedores externos (hilo, almidón) en rollos tejidos que contienen grupos de toallas, comúnmente llamados crudo.

El proceso de conversión inicia en el proceso de urdido donde el hilo llega en filamentos individuales a través de conos y sale en forma de julios o carretes con un número determinado de hilos (cuenta) organizados de forma paralela. Posteriormente en el proceso de engomado se toman grupos de julios con el fin de formar cuentas de hilos más grandes, estas cuentas se bañan en encolante con el fin de aumentar la resistencia de estos y de esta forma puedan soportar la tensión a la que serán sometidos durante el proceso de tejido.

Una vez en tejido los julios son unidos a las maquinas tejedoras donde se realiza el atado (unión de cada hilo individual a otro preexistente en la máquina) para comenzar a ser tejido y transformado en rollos de crudo.

Es durante estas transferencias de un proceso a otro donde se sufren pérdidas de materia prima, especialmente dentro del proceso de engomado donde las malas prácticas o la falta de mantenimiento ocasionan que se produzcan en promedio 80 kg de merma diariamente, esto influye principalmente en los costos de inversión, haciendo que se deba comprar más materia prima de lo necesario o que no se puedan producir una mayor cantidad de productos por lo que limita las ganancias obtenidas.

A pesar de que la producción de merma es inevitable por las características del proceso, se buscara reducirlas al mínimo posible mediante la búsqueda de aquellas causas que ocasionan su aparición.

1.2 Objetivo general y particulares.

General

Reducir el volumen de desperdicio existente en los procesos de urdido-engomado mediante el estudio de las causas que lo provocan contribuyendo al análisis y mejora de la situación actual del proceso mediante la medición de la eficiencia, calidad y merma.

Específicos

Documentar Se documentaron las actividades pertinentes al sistema de gestión de calidad mediante la revisión de la documentación actual y el estudio de las operaciones observadas durante mi estadía con el fin de generar hojas de operación estándar que sirvan de ayuda para la rápida comprensión del proceso.

Realizar un estudio de las fuentes de desperdicio mediante el registro de las órdenes de mantenimiento y del desperdicio generado en un mes a fin de generar propuestas que ayuden a disminuir o eliminar dicho desperdicio.

Dar seguimiento a la gráfica OEE de urdido y engomado mediante el registro de la producción, los defectos y el tiempo de trabajo durante 8 semanas con el fin de evaluar el desarrollo de este indicador.

1.3 Justificación.

El costo del desperdicio de materia prima es uno de los principales puntos de fuga de capital dentro de una empresa debido a que a razón de este es necesario adquirir más insumos para satisfacer una demanda.

Esto es especialmente notable en el costo de inversión debido a que reduce el margen de utilidades que la empresa percibe, sin embargo, muchas veces por la cotidianidad de la ocurrencia de un suceso este comienza a verse como algo innato del proceso.

De igual modo la falta de una estandarización en los procesos y la falta de un indicador que nos pueda decir la situación actual de nuestro proceso pueden originar que fallas no sean atendidas o detectadas y por lo tanto ralentizar la mejora del proceso.

Con este proyecto se espera ayudar a aumentar la capacidad que se tiene actualmente de producción utilizando los mismos recursos, mejorando de esta forma la competitividad que la organización tiene frente a otras del mismo ramo.

Actualmente la generación de desperdicio de materia prima durante los procesos se encuentra entre los principales problemas a atacar por parte de la dirección debido al considerable volumen que se genera día con día. Y es que esta situación afecta a la productividad de los procesos, de las áreas y de la organización en general, por ello resulta de suma importancia generar soluciones de mejora que ayuden a resolver o mitigar el problema.

1.4 Hipótesis.

El analizar las causas que provocan los desperdicios dentro del proceso, permite utilizar herramientas de ingeniería que aporten a la mejora de la situación actual del proceso.

1.5 Alcances y limitaciones.

Con la realización del presente proyecto se pretende determinar cuáles son los factores internos y/ externos que provocan la aparición de merma durante el proceso de urdido-engomado para posteriormente seleccionar aquellas con un mayor impacto y tomar acciones correctivas y/o preventivas.

Así mismo se dejarán de lado aquellas causas que por su naturaleza o poca viabilidad no puedan ser revisadas durante la realización de este proyecto, por lo que se dejara constancia de estas al personal pertinente para que si se considera necesario se les dé continuidad en proyectos posteriores.

Algunas de las limitaciones existentes para el presente proyecto son las de tener poco conocimiento en torno al proceso que se realiza, debido a que, aunque se pueden investigar términos comunes cada empresa posee su propio sistema de producción. Otra limitación será que la empresa no cuenta con un plan maestro de producción por lo que será difícil predecir la cantidad de desperdicio generado en un periodo dado.

Por otro lado, uno de los retos a superar será hacer que el personal del área se involucre activamente en las actividades de mejora que sean propuestas a través de la realización del presente proyecto.

Capítulo 2. Marco Teórico o Estado del arte.

Proceso de tejido de tela toalla algodón

El proceso mediante el cual se obtiene el tejido plano es el método más comúnmente utilizado en la industria textil. Este proceso se lleva a cabo en cualquiera de los distintos tipos de telares, en los cuales, en términos generales, se entrelazan hebras dispuestas a lo largo (urdimbre) con otras que van en ángulo recto a las primeras (tramado) pasando por encima o debajo de éstas. En el telar de inyección de aire las hebras son transportadas por un impulso secuencial o chorro de aire que las transporta con una determinada fricción, por lo que es importante darles a las hebras una cierta resistencia por medio del proceso de encolado.

Preparación

El proceso de urdido consiste en disponer los hilos en un plegador constituyendo la urdimbre que alimentara el telar.

Urdido del hilo

El proceso de urdido es una operación preparatoria del tejido que combinan numerosos hilos cortos en un menor número de cabos continuos.

En este proceso, los conos de hilo se pasan a otros carretes de mayor longitud para el proceso de tejido. Este proceso tiene por objetivo reunir en un carrete una longitud y número determinado de hilos, por ejemplo, para obtener un carrete de tejido se monta una fileta, que en promedio consta de 1200 hilos, luego se procede a colocar el título, medir las vueltas, la tensión de trabajo y la orden de trabajo requerida. (Guillen, 2013)

Urdición directa

Es un sistema mayormente utilizado para urdimbres lisas y de gran metraje. La limitación de este sistema es el número de bobinas que se pueden disponer en la fileta.

El número de hilos que forman este tipo de urdimbre por lo general es superior a la capacidad de la fileta, teniendo que efectuarse un ensamblaje por superposición de varios plegadores para formar uno solo.

Los errores que suelen cometerse en este proceso no pueden ser revertidos o corregidos en etapas subsiguientes por ello es indispensable tener en cuenta varios aspectos como la

limpieza de la pelusa de los conos ya montados en la fileta, la superposición de hilos ya en el carrete, orillas flojas, hilos perdidos, etc. Que serán las determinantes para el éxito del urdido.



Figura 1. Máquina de urdido.

Engomado

El proceso de engomado consiste en aplicar un baño de goma a los hilos de la urdimbre con el fin de proporcionarles la resistencia necesaria que se requiere en el proceso de tejido, ya que con la torsión no alcanza a darles al 100%, al momento de tejer por la fricción que ejercen los marcos en el telar, le proporcionan a la urdimbre ciertas propiedades relacionadas con el esfuerzo al que va a ser sometido el hilo; dichas propiedades son (Lavado, 2021):

- Resistencia a la tensión.
- Resistencia a la abrasión.
- Elongación.
- Flexión.

Previo al tejido, las fibras se cubren con apresos, los productos químicos utilizados para esto son principalmente almidones, gomas, ablandadores, penetrantes y preservativos. Cada fabricante tiene su formulación dependiendo del tipo de fibra, título, uso etc. (Guillen, 2013)



Figura 2. Máquina de engomado.

Tejido de la tela toalla

El tejido se lleva a cabo en una maquina llamada telar, los tejidos de rizo son usados en gran escala siendo las toallas las más conocidas cuya principal característica es la alta absorción de humedad.

Para elaborar un tejido de rizo es necesario un telar especial con dos urdimbres debido al tipo de ligamiento en producción, es así como pueden tener diferente velocidad de desenrollamiento entre ellos como es el caso para elaborar una toalla o tejido de rizo.

El proceso de tejido de la toalla inicia colocando las urdimbres para la base del tejido, base denominada también de fondo y otra urdimbre para el rizo, los carretos o conos del hilo de trama se colocan en una fileta al costado del telar. Las dos clases de hilo pasan por una remesa de cuatro marcos con los hilos de rizo en los dos primeros a fin de que tengan la mayor libertad posible en caso de rotura.

Clasificación de las telas por sus cualidades de acuerdo con sus fallas o defectos

En la totalidad de los tejidos, sea crudo o tratado se puede encontrar un sin número de defectos a razón de diferentes causas entre las más comunes tenemos:

Defectos causados por la materia prima, por las propiedades y características mismas de la fibra empleada, como son variación en la longitud, forma, peso, color, etc. Además de las impurezas naturales es decir el grado, mezclas accidentales con otras fibras, etc.

Defectos de hilatura, pueden ser debido a mezclas irregulares por diferentes lotes de algodón, irregularidades de título, de torsión que repercutirá en el proceso de engomado, mercerizado, blanqueo o tinte dando como resultado tonos distintos, barrados, mala igualación y variación del brillo.

Defectos de encolado y apresto, cuando no se han empleado los productos adecuados o se ha cerrado en el proceso de descruce se obtendrán manchas en el blanqueado o teñido del tejido.

Defectos de tejido, densidad de trama, tensión excesiva, nudos, aglomeraciones de fibras, hilos flojos o excesiva tensión de los hilos de urdimbre, bucles, pasadas dobles, mal pasadas en el peine, roturas de orillas causadas por el templado.

Defectos de desligado, por mallas, pelusa o caída de marcos que impiden la evolución correcta de una pasada.

Defectos en tintorería, por malos descruces, errores en los procesos, malos almacenajes, humedad excesiva, ataque de microorganismos, etc. (I., 2015) (A. S. , 2018)

Manufactura esbelta

La manufactura esbelta es el conjunto de herramientas orientadas a eliminar cualquier actividad que no agregue valor al producto y/o servicio, la cual genere desperdicio; aumentando así el valor de este y reforzando el respeto y la seguridad hacia el trabajador.

Entendiendo por trabajo sin valor agregado las actividades que no generan valor al producto y/o servicio, pero debe hacerse bajo las condiciones de operación actuales, consumiendo recursos. El trabajo con valor agregado es la modificación de la función de una parte, ensamble o sistema. El desperdicio se entiende como cualquier actividad que no se necesita para poder realizar el trabajo. (Beltrán, 2018)

Se identifican dos tipos de actividades, las que agregan valor y las que no, y que simplemente es desperdicio, y los clasifico en siete categorías, como se describe a continuación (Ramírez, 2017):

Defectos: los rechazos interrumpen la producción, se debe detener la maquina tan pronto como se detecte una falla. Los cambios excesivos en el diseño producen desperdicio de retrabajo.

Sobreproducción: es uno de los peores desperdicios ya que involucra el desperdicio de materia prima, mano de obra, maquinaria, espacio para almacenar, transporte y logística. Está en función de la mentalidad del supervisor, que, por estar preocupado por problemas como fallas de máquinas, rechazos, entre otros, siente la obligación de producir más de lo necesario para cubrir la cuota de producción que le fue asignada. también cubre las deficiencias del proceso y acaba con el balance hacia la siguiente parte de la cadena de valor.

Movimiento de material: El mover materiales, productos e información no genera ningún valor, además de que durante el transporte se puede dañar el material o modificar la información.

Movimiento innecesario: Cualquier movimiento no relacionado con agregar valor es improductivo.

Espera: Ocurre cuando las manos del operador están en espera (desocupadas), debido a un desbalanceo en la línea, a la falta de partes, alguna falla en la maquinaria o el monitoreo de esta.

Inventario: Este desperdicio es consecuente de la sobreproducción ya que son los productos terminados, semiterminados o partes de refacción guardadas en el inventario, las cuales no generan ningún valor. Cuando el nivel del inventario es alto, problemas como la mala calidad, el absentismo, el tiempo de maquinado, entre otros, no se logran identificar y no pueden ser mejorados.

Procesamiento: Es la modificación de una pieza de trabajo o información debido a diseños o tecnología inadecuada y la falta de sincronía en los procesos.

Sin embargo, se han identificado y clasificado otros tipos de desperdicio como lo son:

Tiempo: Existe más desperdicio de tiempo en el sector servicio además de que son mayormente percibidos por el cliente.

Recurso humano: El intelecto, la habilidad y la experiencia de cada trabajador es un recurso que no se utiliza al 100%, no se le da empowerment, provocando entre otros factores, que el trabajador se acostumbre a recibir y ejecutar órdenes, cuando está capacitado y cuenta con la creatividad y experiencia suficiente para realizar mejoras. (Ramírez, 2017)

Exceso de ingeniería: Fue sugerido por Tomo Sugiyama, director de Yamaha Engine Company, y lo describe como la búsqueda de complejidad y sofisticación en lugar de sencillez. (M., 2004)

Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo consiste en la realización de actividades de limpieza, lubricación y reparación de la maquinaria por parte de los operadores que trabajan con estas, motivando así la autosuficiencia en los procesos.

El propósito de la realización del mantenimiento autónomo es la reducción de costos por la intervención de terceros de forma cotidiana, la reducción del número de paros y el aumento de la vida útil de los equipos. (Córdova, 2007)

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de preparación para el mantenimiento productivo total, y también una de las más complicadas por la dificultad que supone habituar a los empleados a la realización de las nuevas actividades de autosuficiencia.

La transición al mantenimiento autónomo comienza con la limpieza de los lugares de trabajo y de la enseñanza a los empleados sobre buenos hábitos de trabajo, seguido

de esto se deben ubicar las partes de los equipos que requieran lubricación o algún otro proceso que el operador pueda realizar.

Por último, se debe implementar un sistema de inspección y detección de anomalías que ayude al personal a evaluar su desempeño sobre las actividades encomendadas con el fin de alcanzar los objetivos del mantenimiento autónomo. (González, 2018)

Cada etapa del mantenimiento autónomo debe evaluarse para verificar que el área en la que se aplica está en conformidad con los aspectos establecidos. Las auditorías deben asumirse

como un paso donde se realiza una reflexión profunda y donde se recoge el conocimiento adquirido para su divulgación. Estas también sirven como motivación al reconocer el esfuerzo y los logros. (Córdova, 2007)

Solución de problemas

Un problema es una situación sobre la que no se está conforme y que se desea cambiar. La solución de problemas depende de tomar decisiones adecuadas, analizar factores que puedan influir y trazar una estrategia que considere cada uno de los aspectos que puedan afectar de forma significativa la solución al problema.

Por tanto, el proceso para la solución de problemas es el camino que seguimos para lograr cambios favorables alrededor de un problema. Existen algunas técnicas y métodos que ayudan a que el diagnóstico y por ende la toma de decisiones sea más precisa, a continuación, se presentan algunos de ellos. (Stincer, 2012)

Diagrama de flujo

Los diagramas de proceso son una técnica de diagramado de fácil aplicación que busca representar de forma visual las etapas o sucesos que ocurren durante una serie de operaciones de un proceso de forma que puedan ser fácilmente analizadas.

El origen de esta técnica se debe a F. W. Taylor quien sentó las bases para su desarrollo el cual fue hecho por los esposos Gilbreth con la adición de nuevos símbolos llamados therblig para representarlos. (Stincer, 2012)

Este tipo de gráficos clasifican las actividades en seis tipos:

1. Operaciones: representan toda acción de modificación de las características físicas o químicas de un material. También se definen como operación las actividades de planeación o acopio de información.
2. Transporte: representa el desplazamiento físico del material, no se incluyen aquellos movimientos que se hacen como parte de una operación o de una inspección.
3. Inspección: representa toda acción de inspección o verificación de material, también puede ser la revisión de las características de calidad de este.

4. Espera: esto ocurre cuando a excepción de que se esté realizando alguna operación sobre el material se requiere una detención transitoria del proceso a espera de un acontecimiento predeterminado.
5. Almacenamiento: este ocurre cuando un objeto es mantenido en espera para efectos de conservación o reposo de acuerdo con lo definido en el proceso.
6. Operación-inspección: ocurre cuando se ejecutan dos actividades simultáneamente, representa la combinación de las actividades de operación e inspección.

El diagrama de flujo de proceso es una representación gráfica de un proceso, cada paso del proceso es representado por un símbolo que contiene una breve descripción de la actividad que se realiza. Este tipo de diagrama facilita la comprensión del proceso completo ya que permite una visualización general y simplificada de este, por lo que también ayuda a reconocer rápidamente oportunidades de mejora. (Optim, 2017)

Algunas de las figuras utilizadas dentro de este diagrama son:

Símbolo	Descripción
	Indica el inicio o fin de un proceso.
	Indica cada actividad que necesita ser ejecutada.
	Indica un punto de toma de decisión.
	Indica la dirección del flujo
	Indica los documentos utilizados en el proceso.
	Indica una espera.
	Indica que el flujograma continúa a partir de este punto en otro círculo.

Tabla 1. Símbolos utilizados en el diagrama de flujo.

Lluvia de ideas

La lluvia de ideas o brainstorming es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta creada en el año 1941 por Alex Osborne cuando su búsqueda de ideas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente.

Esta herramienta se utiliza cuando existe la necesidad de liberar la creatividad de los equipos, generar un número extenso de ideas, involucrar a todos en el proceso o identificar oportunidades de mejora.

Para llevar a cabo la lluvia de ideas se debe proponer una idea central sobre la cual los participantes aportarían ideas, dar turnos a los participantes para hablar y registrar sus ideas con el menor número de palabras posible, fomentar la contribución sobre ideas de otros y por último revisar el resultado, entablar un acuerdo sobre eliminar duplicaciones, problemas no importantes y aspectos no negociables. (Lluvia de ideas (Brainstorming), 2000)

Hoja de operación estándar (HOE'S)

Las hojas de operación estándar son un formato para la estandarización de operaciones en donde se detalla la operación y se determina el orden de los pasos principales. (Fraga, 2012)

Mediante el uso de las hojas de operación estándar es posible reducir la variación en el proceso, reducir el desperdicio y reducir el costo de producción establece una guía para que las actividades se lleven a cabo siempre de una forma determinada, de ahí el nombre de operación estándar. (Beltrán, 2018)

El método para introducir las HOE's en la empresa es el siguiente (Fraga, 2012):

1. Introducción de la información al sistema: en este paso se introduce la secuencia de operaciones previamente acordada y validada. Esta información es punto clave (la parte más importante al realizar la operación), razón de punto clave (especificar porque es la parte más importante) e imágenes (que detallan la operación visualmente).
2. Impresión de las hojas de operación estándar: una vez registrada toda la información se procede a la impresión de las HOE's para ser revisadas y validadas.

3. Colocación de las HOE's en carpetas: una vez validadas deben ser impresas y resguardadas en una carpeta fácilmente reconocible.
4. Recolección de firmas para validación de la información: los documentos deben ser presentados ante los supervisores quienes revisaran la información y validaran la introducción de estas a los puestos de trabajo.
5. Colocación de las HOE's: una vez autorizadas estas deben ser colocadas en el área de trabajo donde se lleva a cabo la actividad descrita.
6. Auditorias de estandarización mensual: se debe revisar regularmente la aplicación de estas operaciones con el fin de detectar oportunidades de mejora o inconformidades.

Overall Equipment Effectiveness

OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo por sus siglas en inglés, y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

El concepto OEE nace como un KPI asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado mantenimiento productivo total cuyo principal objetivo es la reducción de costos.

El OEE mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

Disponibilidad: tiempo real de la máquina produciendo. Se mide restando del tiempo operativo el tiempo de parada, y relacionándolo con el tiempo total operativo disponible. (Sierra, 2019)

Rendimiento: producción real de la maquina en un determinado periodo de tiempo. Este se mide como un desvío entre la producción real y la potencial.

Calidad: producción sin defectos generada. La calidad resulta de comparar la cantidad de bienes o servicios producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos con la cantidad total de bienes o servicios producidos en realidad.

Al mismo tiempo el OEE analiza y califica los diferentes tipos de pérdidas que pueden producirse en un proceso productivo.

Disminución de la disponibilidad

Pérdidas de tiempo: la pérdida de tiempo se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo, pero no lo ha estado. Ningún producto sale de la máquina.

Las pérdidas son:

Averías (primera pérdida): un repentino e inesperado fallo genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disminución puede ser técnica u organizativa. El OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.

Esperas (segunda pérdida): el tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en estado de espera por motivos como: mantenimiento, cambio de turno, etc.

Disminución del rendimiento

Pérdidas de velocidad: una pérdida de velocidad implica que la máquina está funcionando, pero no a su velocidad máxima.

Micro paradas (tercera pérdida): cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas micro paradas y las consecuentes pérdida de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas tales como bloqueos producidos por sensores o agarrotamientos en las cintas transportadoras. Estos pequeños problemas pueden disminuir de forma drástica la efectividad de la máquina.

Velocidad reducida (cuarta pérdida): la velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En muchos casos la velocidad se ha rebajado con el fin de evitar el surgimiento de otras pérdidas como lo son calidad o averías.

Disminución de calidad: la pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que no son buenos a la primera. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de calidad:

Desechos (quinta pérdida): son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos de calidad menor.

Retrabajo (sexta pérdida): los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad desde la primera vez, pero pueden ser reprocesados y convertidos en productos de buena calidad.

Medir el OEE sirve como medio de obtención de información valiosa sobre lo que está ocurriendo en la actualidad. El OEE ayuda a los operarios ya que, al reflejar en un documento la evolución de las pérdidas de la máquina, promueve las acciones hacia su eliminación.

El cálculo del OEE genera información diaria sobre el nivel de efectividad de una máquina o conjunto de máquinas. Además, identifica en cuál o cuáles de las seis grandes pérdidas se debe centrar el análisis y la solución en orden de prioridad.

Cálculo del OEE

$OEE = \text{disponibilidad (\%)} * \text{rendimiento (\%)} * \text{calidad (\%)}$

$OEE = \frac{\text{(Tiempo de funcionamiento)}}{\text{(Tiempo programado de producción)}} * \frac{\text{(Unidades producidas)}}{\text{(Unidades que teóricamente deberíamos haber producido)}} * \frac{\text{(Unidades buenas)}}{\text{(Unidades producidas)}}$

EL valor OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado un nivel de excelencia. De esta manera se tiene la siguiente clasificación:

OEE < 65% inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65% < OEE < 75% regular. Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < OEE < 85% aceptable. Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la World class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < OEE < 95% buena. Entra en valores de World class. Buena competitividad.

OEE > 95% excelencia. Valores World class. Excelente competitividad.

El OEE permite identificar de manera precisa los desperdicios generados durante el proceso, dando pautas de las áreas de oportunidad existentes para el desarrollo de la mejora continua. (A. H. L., 2009) (B., 2006)

El OEE está directamente relacionado con los costes de operación, esta métrica informa a la dirección sobre las pérdidas, los cuellos de botella del proceso y además permite enlazar la toma de decisiones financiera con el rendimiento de las operaciones en planta, de este modo se toman decisiones orientadas a la mejora sin descuidar las finanzas de la empresa. (Marchante, 2005)

Regresión lineal

El modelo de regresión lineal se utiliza para modelar fenómenos aleatorios. Con el modelo se intenta describir utilizando el lenguaje matemático el comportamiento de ese fenómeno aleatorio. Para ello se recurre a conceptos o expresiones matemáticas que adquieren significados distintos cuando se utilizan en el campo de la estadística. Se tiene un conjunto de puntos que expresan los valores que asumen dos características reales medibles y se requiere encontrar la relación que los vincula. Si bien el procedimiento que se utiliza para ello es de naturaleza determinística su interpretación a priori es de naturaleza aleatoria ya que distintos conjuntos de puntos, que representan a las mismas características, podrían originar distintas rectas. Cuestiones tales como parámetros, estimadores, variables aleatorias, independencia y distintas interpretaciones de linealidad hacen su aparición en este tipo de problemas. (Hector A, 2009) (Spain, 2020)

El objeto de un análisis de regresión es investigar la relación que existe entre una variable dependiente (Y) y una o más variables independientes (X1, X2, X3, ...). Para poder realizar esta investigación, se debe postular una relación funcional entre las variables. Debido a su simplicidad analítica, la forma funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal, cuando solo existe una variable independiente, esto se reduce a una línea recta:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x$$

Donde los coeficientes b_0 y b_1 son parámetros que definen la posición e inclinación de la recta. Se utilizo el símbolo \hat{Y} para representar el valor de Y calculado por la recta, debido a que el

valor real de Y rara vez coincide exactamente con el valor calculado, por lo que es importante hacer esta distinción.

El parámetro b_0 conocido como la “ordenada en el origen” nos indica cuánto es Y cuando $X = 0$. El parámetro b_1 , conocido como la “pendiente”, nos indica cuánto aumenta Y por cada aumento de unidad en X. El objeto de estudio consiste en obtener estimaciones de estos coeficientes a partir de una muestra de observaciones sobre las variables X y Y. En el análisis de regresión, estas estimaciones se obtienen por medio del método de mínimos cuadrados. (Cole, 2002)

El modelo “” expresa como se espera que sea el comportamiento promedio de la variable respuesta Y al observarla repetidas veces bajo las mismas condiciones X_i . En rigor desde un punto de vista práctico, generalmente, se observa solo una vez y es este caso se escribe.

$$Y_i = a + b x_i + e_i$$

Siendo de un error de naturaleza aleatoria que origina variación, en consecuencia, también aleatoria, de los Y alrededor de su valor medio. Bajo estas condiciones los datos serán n pares de puntos $(y_i; x_i)$ a partir de los cuales se debe determinar la recta “”.

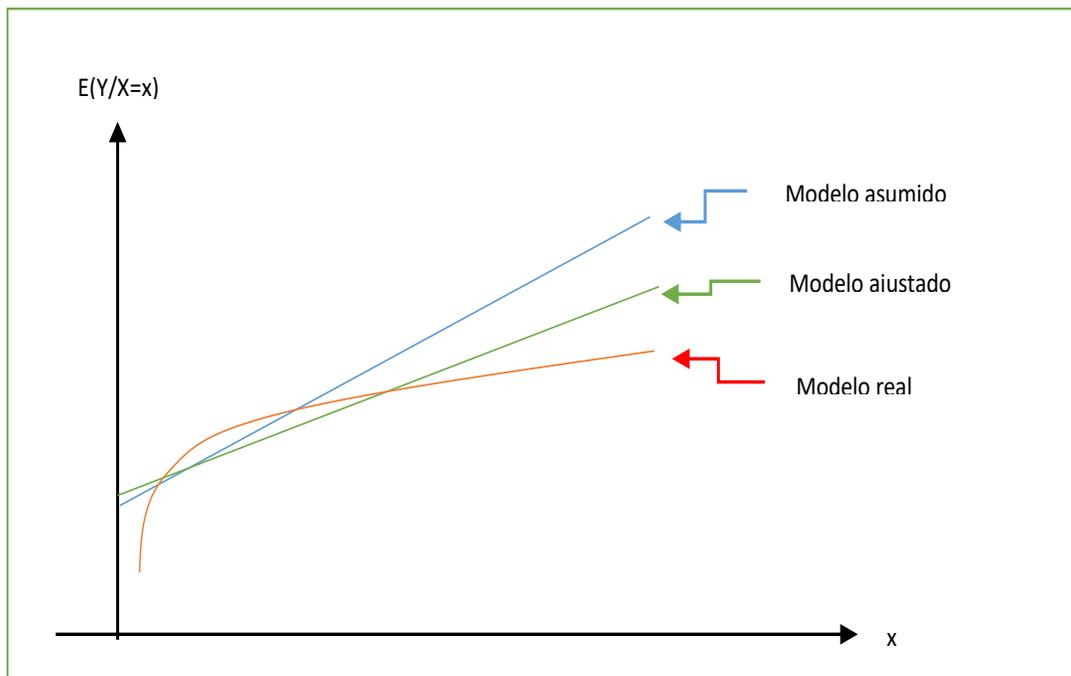


Figura 3. Representación gráfica del comportamiento de un modelo lineal en estudio.

Cuando se trabaja con la modelización estadística y en particular con el modelo de regresión lineal están presentes tres modelos: el real y desconocido, el supuesto y el ajustado, como se muestra en la figura 1, de allí que en la estadística los parámetros del modelo resulten estimados por los valores que se calculan a partir de los datos que proporciona una muestra. (Hector A, 2009) (Carollo, 2012)

Regresión lineal múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple es idéntico al modelo de regresión lineal simple, con la única diferencia de que aparecen más variables explicativas.

Modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_kx_k + u$$

Al igual que en regresión lineal simple, los coeficientes b van a indicar el incremento o decremento que van a tener las correspondientes unidades de medida. (R. L. , 2007)

Coefficiente de determinación

El coeficiente de determinación lineal se define por la expresión:

$$R^2 = \frac{S_R^2}{S_Y^2}$$

también podemos definir las relaciones anteriores mediante sumas de cuadrados, de forma que

$$SCT = \sum_i (Y_i - \bar{Y})^2$$

Representa la variación total de los valores reales de Y respecto de su media muestral, recibiendo el nombre de suma total de cuadrados.

$$SEC = \sum_i (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

Es la variación de los valores estimados de y alrededor de su media, que se denomina suma de cuadrados debida a la regresión o explicada por la regresión.

El coeficiente R² se puede definir como

$$R^2 = \frac{SEC}{SCT}$$

El coeficiente de determinación es entendido como la proporción o porcentaje de variación total de Y respecto a su media, que es explicada por el modelo de regresión. Es usual expresar esta medida en tanto por ciento, multiplicándola por cien.

Por su definición es una medida acotada, siendo sus límites

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

Un R² igual a 1 significa un ajuste lineal perfecto, ya que SCT=SEC, esto es, la variación total de la variable Y es explicada por el modelo de regresión. el valor cero indica la no representatividad del modelo lineal, ya que SEC=0, lo que supone que el modelo no explica nada de la variación total de la variable Y. (R., 2005)

El coeficiente de determinación no se puede utilizar para comparar modelos en los que la forma funcional de la variable endógena es diferente. Por ejemplo, R² no se puede aplicar para comparar dos modelos en los que el regresado es la variable original en uno. (H., 2013) (López, 2017)

R cuadrado ajustado

Para superar una de las limitaciones del R², este coeficiente se puede “ajustar” de manera que tenga en cuenta el número de variables incluidas en un modelo dado. Para ver como el R² usual podría ajustarse, es útil expresarlo como

$$R^2 = 1 - \frac{SCR/n}{SCT/n}$$

Donde, en el segundo término del segundo miembro, aparece la varianza residual dividida por la varianza del regresando.

El principal atractivo del R² ajustado es que impone una penalización al añadir otros regresores a un modelo. Si se añade un regresor al modelo la SCR decrece, en el peor de los casos queda igual. Por otra parte, los grados de libertad de la regresión (n-k) siempre

disminuyen. Por ello, el R^2 ajustado puede crecer o decrecer cuando se añade un nuevo regresor al modelo. (H., 2013)

Herramienta análisis de datos en Excel

Excel Tiene una herramienta donde concentra todos los análisis estadísticos incluidos en el programa (tantos d estadística descriptiva como de inferencia). La opción no se encuentra disponible cuando el programa se instala, hay que hacerla disponible desde el menú de complementos en opciones.

Para aplicar un análisis de regresión lineal vamos a la opción “Regresión”, la cual se encuentra en Datos>Análisis de datos; seguidamente seleccionamos los datos, primeramente se seleccionan los datos de la variable dependiente (Y) y luego los de la variable independiente (X); ponemos check en la opción “Rótulos”, si en la selección se incluyeron los nombres de las variables, ponemos check en el “Nivel de confianza” y dejamos el mismo, o se cambia según convenga; luego seleccionamos la opción de salida y definimos la celda donde se pondrá la tabla de resultados dentro de la hoja de cálculo deseada. Seleccionamos los residuales, poniendo check en las opciones “Residuos” (Paso 8), “Gráfico de residuales” y “Curva de regresión ajustada”. El resto de las opciones se dejarán a criterio del lector, según le convenga.

Los primeros tres aspectos que debemos examinar en la tabla de resultados de la regresión son el coeficiente de determinación (R^2), el valor de “p” para F, y el valor y significancia de los coeficientes. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica cuánto cambio en la variable dependiente ha sido explicado por la independiente (ajuste del modelo de regresión), o sea qué tanto de la información (que se usó en el cálculo de regresión) está siendo incluida en el modelo. Cuando R^2 se acerca a 1 significa que la mayoría de la información se incluyó en el modelo y que el modelo es certero y representativo, cuando R^2 se acerca a 0 significa que muy poca información se incluyó en el modelo y que dicho modelo no estaría representando la verdadera relación entre las dos variables.

Si el valor de “p” para F es menor de 0.05, significa que al menos uno de los coeficientes es significativamente diferente a cero, y expresa que el modelo como un todo es significativo, lo contrario ($p \geq 0.05$) indica que ninguno de los coeficientes es diferente a cero y el modelo de regresión no es útil.

El principio de la regresión lineal múltiple es similar al de la regresión lineal simple, solamente que en la múltiple se incluyen más de dos variables, de las cuales una es la variable dependiente (o predicha) y el resto son variables independientes (o predictores). (Z., 2020)

Capítulo 3. Desarrollo.

Elaboración de las hojas de operación estándar

Con el propósito de simplificar el proceso de comprensión del sistema de producción llevado a cabo dentro de las áreas de urdido y engomado se realizó la documentación de las actividades mediante hojas de operación estándar, mismas que sirvieron para establecer procedimientos estándar y detectar fuentes de desperdicio.

Como primer paso se llevó a cabo la revisión de las actividades llevadas a cabo desde el recibimiento de la materia prima hasta que se entrega un producto terminado al área de tejido para continuar con el siguiente proceso.

No.	Proceso	Actividad	Puesto
1	Control de producción	Realización de OEE de urdido y engomado	Asistente de producción
2	Control de producción	Actualizar tabla de telas	Jefe de producción
3	Control de producción	Realizar programación general de JC5	Jefe de producción
4	Desarrollos	Realizar cambios de combinación en modelos con variantes	Mecánico de desarrollos
5	Engomado	Cambio de julios para transferencia	Oficial engomador
6	Engomado	Cambio de julio en cabezal	Oficial engomador
7	Engomado	Jalar puntas y cuendear	Oficial engomador
8	Engomado	Repasar el peine	Oficial engomador
9	Tejido	Cambio de modelo	Oficial mecánico
10	Tejido	Cambio de julio	Oficial mecánico
11	Tejido	Limpie filtro de bomba de trama	Ayudante tejedor C Jacquard
12	Urdido	Cambio de julio	Oficial urdidor
13	Urdido	Registro de produccion en sistema Dinamics AX	Ayudante urdidor
14	Urdido	Devolución de hilo	Ayudante urdidor
15	Urdido	Colocación de hilo	Oficial urdidor
16	Urdido	Transferencia	Oficial urdidor
17	Urdido	Recolección de desechos	Ayudante urdidor

Figura 4. Tabla de actividades documentadas.

Dentro de la figura 2 podemos ver las actividades que se realizan durante el proceso y que contribuyen de manera directa (ej. procesos de fabricación) o indirecta (ej. registros de producción) en la producción.

Para comenzar con la documentación se procedió a observar la realización de las actividades, así como preguntar a los responsables sobre términos técnicos que estos utilizan. Posteriormente se organizaron todas las actividades y se dejaron de lado aquellas que no son necesarias para cumplir con éxito la actividad.

Una vez finalizada la lista de actividades se procedió a revisarla con los responsables en busca de su visto bueno con el fin de garantizar que estas fueran precisas en cuanto a los procedimientos realizados.

Por último, estas actividades se registraron una por una en los formatos de “hoja de operación estándar” aprobados por el departamento de calidad. (Véase anexo 1)

Actualmente estas hojas se encuentran en revisión y en espera de ser aprobadas para poder ser parte de la documentación del sistema de gestión de calidad, y por tanto auditadas en busca de oportunidades de mejora en temas de desperdicio.

Identificación de las fuentes de desperdicio de materia prima

Para poder facilitar la comprensión del proceso que se realiza en el área de producción se recurrirá al uso del diagrama de procesos, el cual tiene como ventaja poder identificar de forma gráfica las actividades que corresponden a un proceso, ayudando de esta forma a establecer los límites de operación.

El área de producción se compone de 4 procesos los cuales son:

- Urdido: proceso a través del cual la materia prima (filamentos de hilo sobre una bobina) es transformada en una urdimbre que posteriormente será utilizada para tejer las toallas.
- Engomado: este es un proceso por el cual la urdimbre es recubierta de una capa delgada de goma o encolante con el fin de aumentar su resistencia a la tensión. Para la fabricación de toallas existe,,,,, dos tipos de urdimbre, pie y rizo, las cuales varían únicamente en su grado de concentración de encolante debido a que cada una de estas soporta tensiones diferentes durante su tejido.

- Tejido: en este proceso las urdimbres engomadas de pie y rizo son tejidas junto con la trama (filamentos de hilo que atraviesan perpendicularmente la urdimbre) para formar rollos de toallas llamadas crudo. Como parte del proceso se realiza el corte de la “orilla falsa” con el fin de dar un mejor acabado a los extremos.
- Rasurado: este es un proceso por el cual el rizo es cortado a cierta altura con el fin de dar un acabado más suave al tacto a la toalla. Este proceso puede ser omitido dependiendo de las especificaciones de cada tipo de tejido.

Cada una de estas áreas cumple una determinada tarea que contribuye con la transformación de la materia prima en “crudo” el cual pasara a otras áreas a recibir el acabado correspondiente a su destino final.

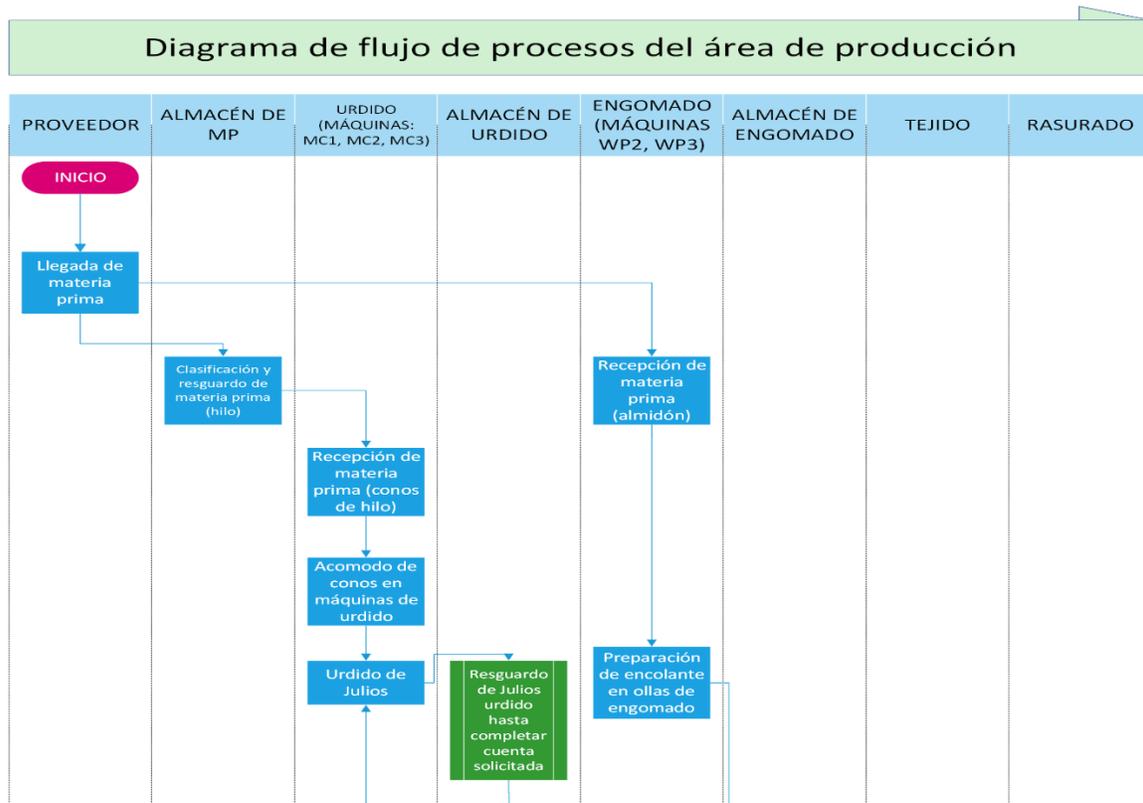


Figura 5. Diagrama de flujo de proceso del área de producción.

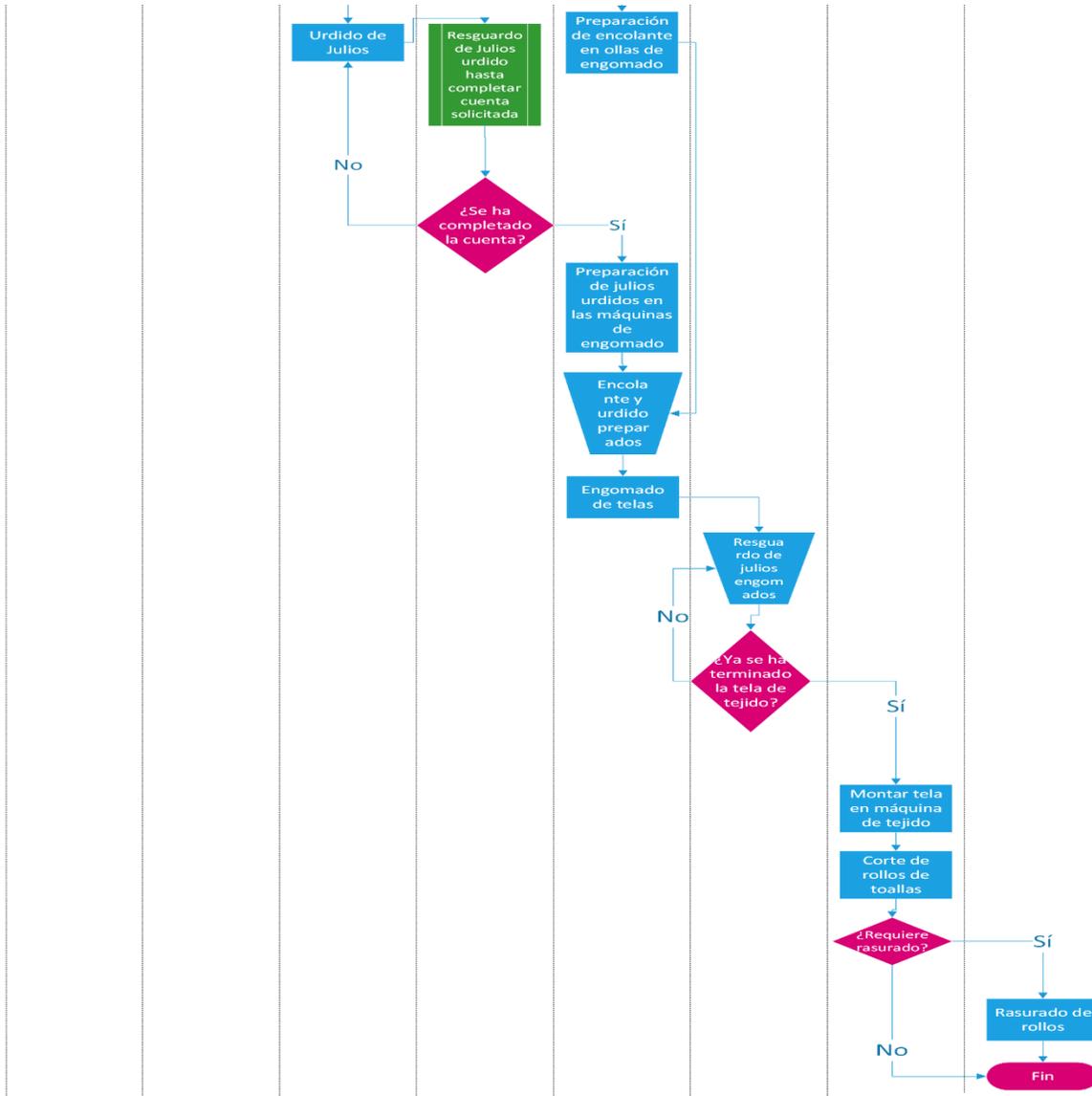


Figura 6. Diagrama de flujo de proceso del área de producción. Continuación...

Las figuras 3 y 4 presentan de forma concisa el proceso que se lleva a cabo dentro del área de producción, desde la llegada de la materia prima, su paso por los diferentes subprocesos que contribuyen a su transformación hasta su salida del área como producto en crudo.

Como se puede notar es un proceso completamente lineal debido a que no se puede omitir o dejar para después una parte del proceso, esta parte es importante debido a que no hay lugar para los retrabajos, por lo que si existe alguna inconformidad esto se notara en el producto final.

Merma producida en cada proceso del área de producción

Para la recolección de la información se hizo uso de formatos con los cuales se realiza un seguimiento diario del desperdicio generado en cada proceso.

Con el fin de distinguir que proceso tiene una mayor área de oportunidad se realizó un seguimiento de la merma producida en cada sección y se identificaron las causas de la producción de merma. (véase tabla 2)

Proceso	Merma promedio producida por día	Porcentaje de merma total	Causas
Urdido	64 Kg de hilo	33.11%	Roturas de hilo y diferencias de metraje en julios.
Engomado 1	12.5 Kg de hilo engomado	6.47%	Hilo mal engomado.
Engomado 2	200 Lts de encolante	100.00%	Sobreproducción.
Tejido 1	4.8 Kg de hilo engomado	2.48%	Atado de tela en telar.
Tejido 2	87 Kg de hilo tejido	45.01%	Orilla falsa.
Rasurado	25 Kg de hilo cortado	12.93%	Hilo rasurado.
Total	193.3 Kg de hilo 200 Lts de encolante		

Tabla 2. Seguimiento del desperdicio generado por cada proceso dentro del área de producción.

Para identificar de forma sencilla los desperdicios generados durante el proceso se hizo uso del mismo diagrama de flujo de proceso, sobre este diagrama se sobrepondrán los distintos tipos de desperdicio encontrados.

Debido a que el principal objetivo de este proyecto es la búsqueda de las fuentes de desperdicio de materia prima con el fin de contribuir con la reducción de esta se hará especial énfasis en aquellos tipos de desperdicio que provoquen de manera directa el despilfarro de la materia prima utilizada.

Diagrama de flujo de procesos del área de producción

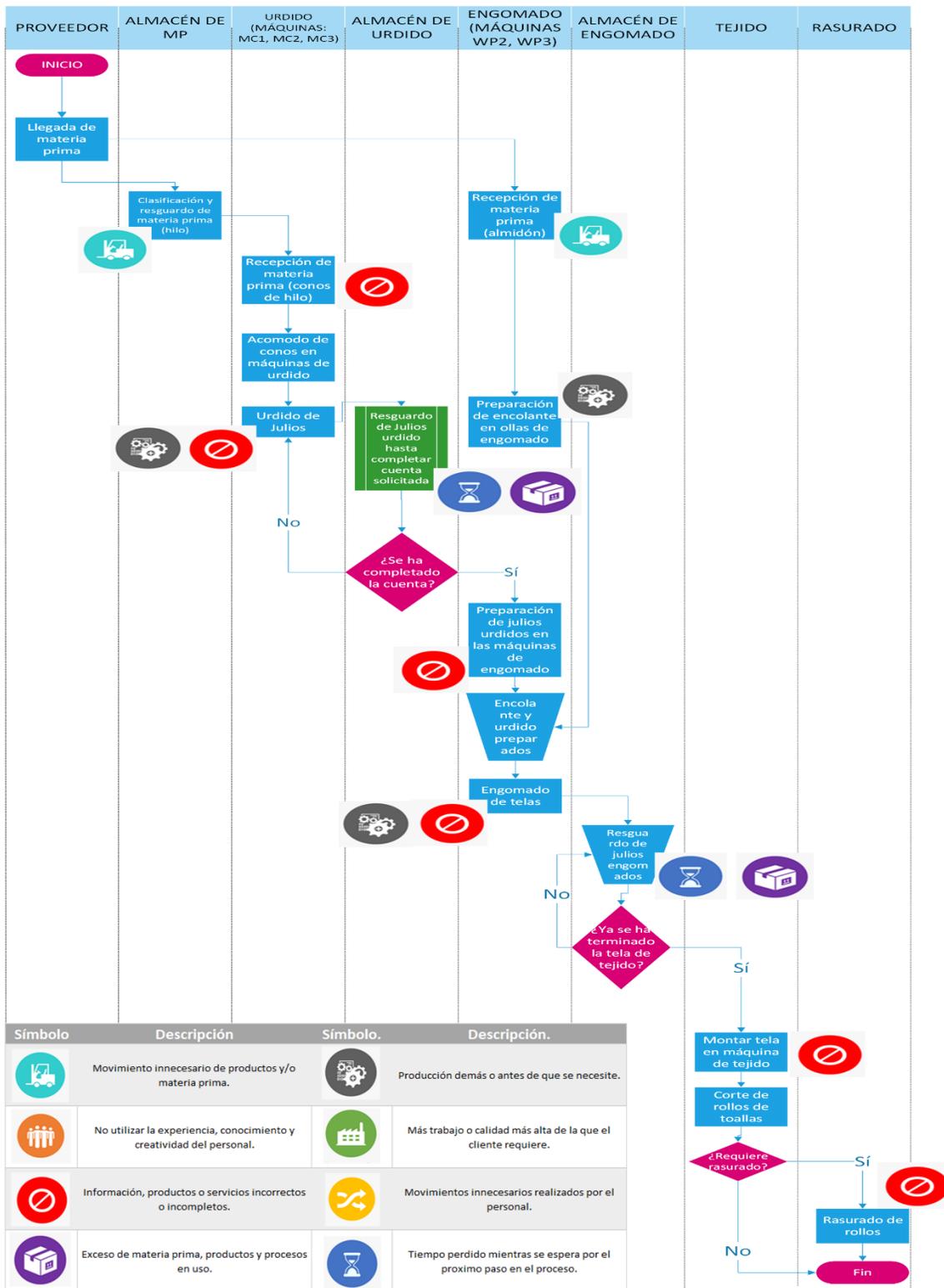


Figura 7. Identificación de los desperdicios hallados dentro del área de producción.

De acuerdo con el gráfico mostrado en la figura 5 los tipos de desperdicio encontrado son sobreproducción, transporte, defectos, espera e inventario dentro de las áreas de urdido, engomado, tejido y rasurado respectivamente.

Identificación del desperdicio en los procesos de urdido y engomado

Con el fin de visualizar mejor los desperdicios generados durante los procesos de urdido y engomado a continuación se presentan diagramas de flujo que presentan aquellas actividades específicas que generan desperdicios.

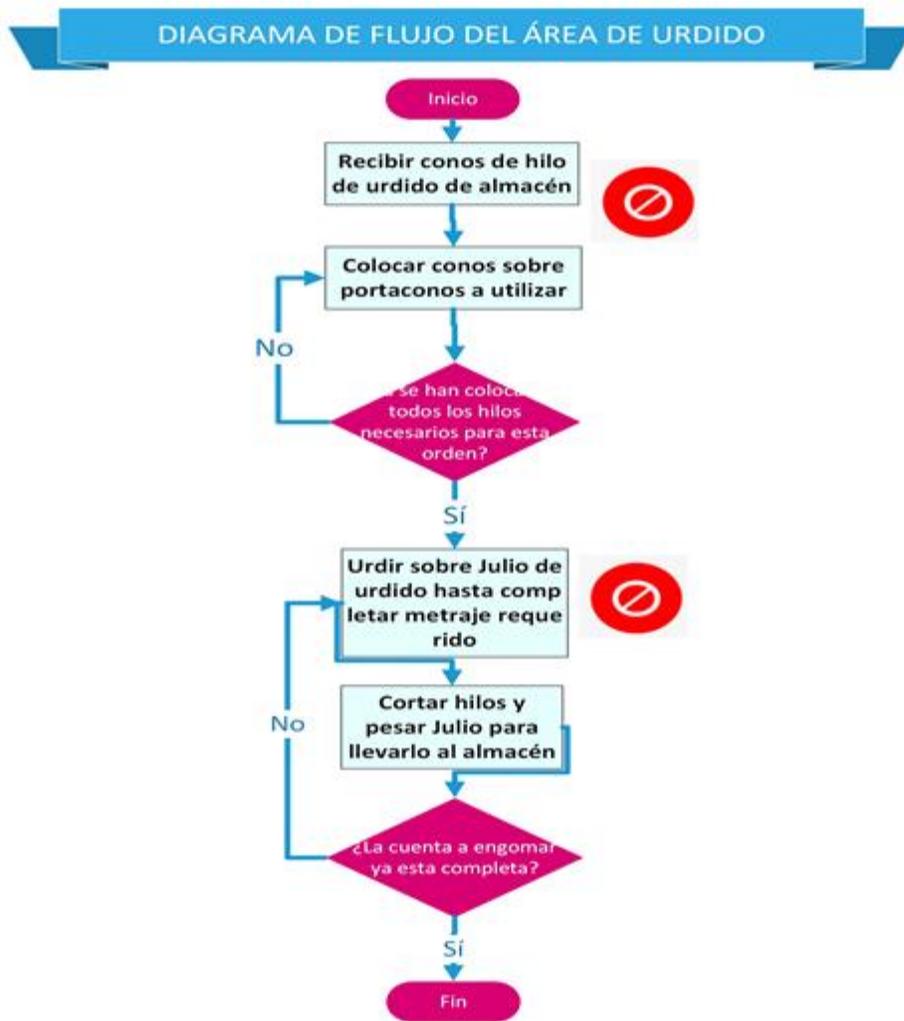


Figura 8. Identificación de los desperdicios dentro del proceso de urdido.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA DE ENGOMADO

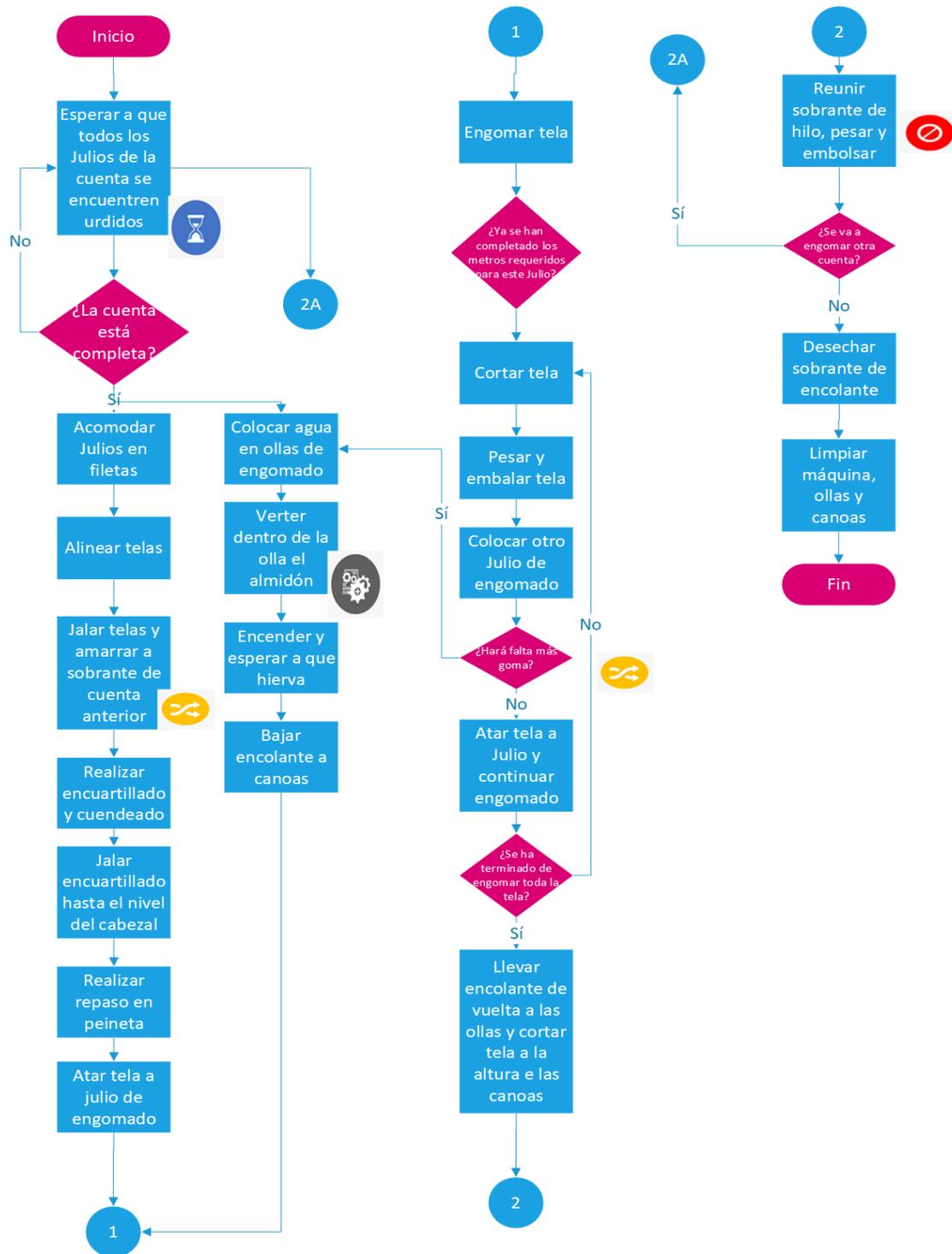


Figura 9. Identificación de los desperdicios dentro del proceso de engomado.

Las figuras 6 y 7 presentan de forma más detallada las actividades que componen los procesos de urdido y engomado marcando aquellas donde existe algún tipo de desperdicio.

Los desperdicios que tiene un impacto directo sobre la merma producida son los defectos y la sobreproducción. En el caso de la sobreproducción esta se da en el área de engomado al preparar el encolante, la causa de que dé origen al desecho de materia prima se debe a que se trata de un producto perecedero por lo que el sobrante de este no puede ser utilizado varias horas después de su producción, esto da pie a que cuando se deja de utilizar la máquina el sobrante deba ser desechado.

Por su parte los defectos se originan durante el proceso de urdido, estos defectos son detectados como inconformidades de hilos rotos y cruzados o como diferencias de metraje entre los julios urdidos, esto genera desechos de hilo a causa de que a la hora de iniciar el engomado los hilos deben estar perfectamente alineados, es por esto que los engomadores desechan los primeros metros de las cuentas de hilo que comúnmente vienen con mala calidad para evitar que su producto salga con una mala calidad y se tengan problemas a la hora de tejer, de igual forma las diferencias de metraje afectan al terminar de engomar ya que un julio se termina antes que los demás y provoca que aunque los demás aún tengan hilo urdido este ya no pueda ser utilizado debido a que ya no estaría completa la cuenta y sería imposible utilizarlo para tejer.

Propuestas de solución

Con intención de motivar la participación de los trabajadores del área en la reducción de los desechos de materia prima se hizo uso de la herramienta “lluvia de ideas” aplicada de forma individual, preguntando a todos los involucrados sobre las propuestas que tienen y hablándoles de las propuestas de otros para que puedan dar su punto de vista y de ser posible enriquecer más las ideas de sus compañeros.

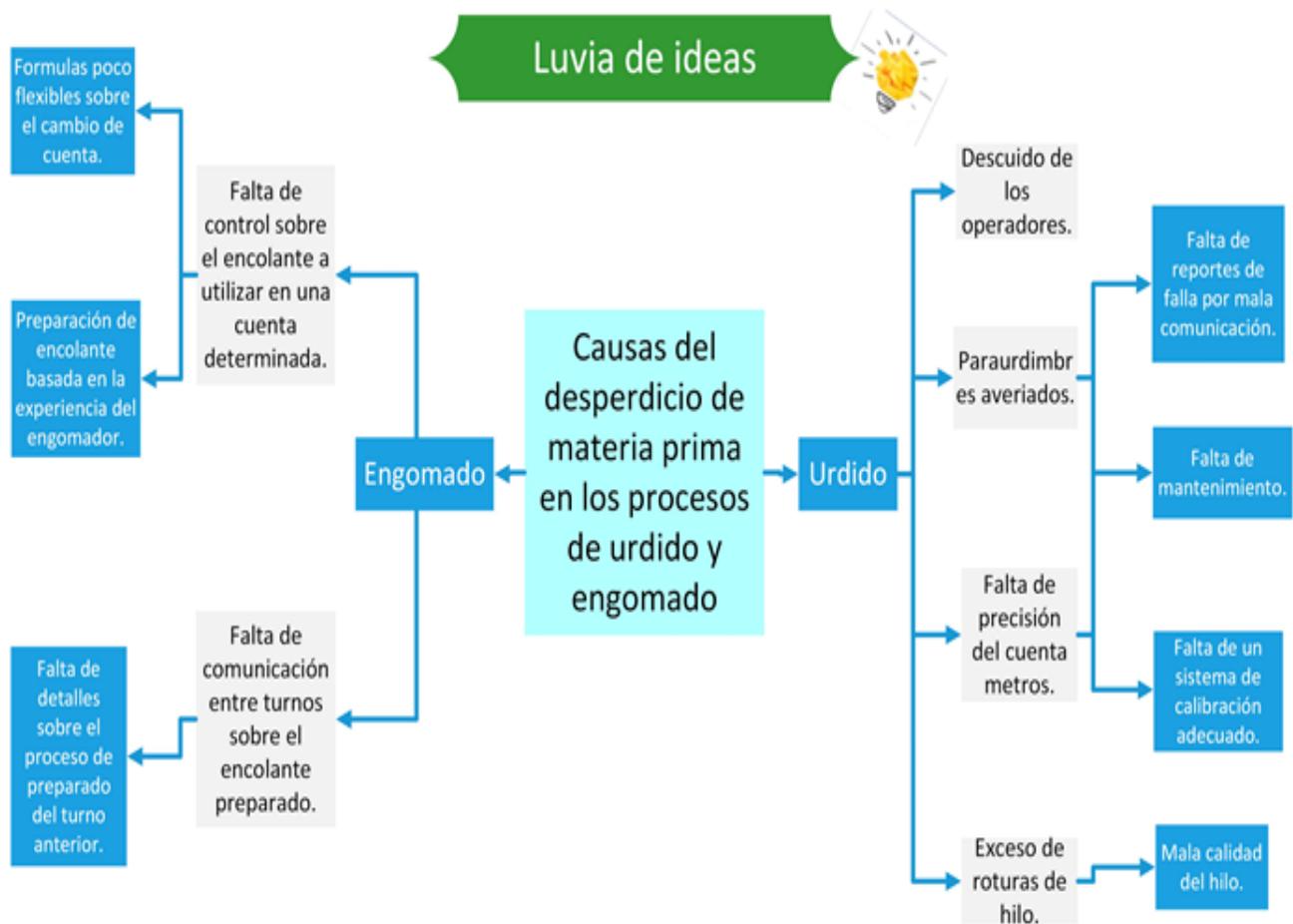


Figura 10. Lluvia de ideas. Identificación de las causas que provocan la generación de desperdicio.

En la figura 8 podemos ver la lluvia de ideas realizada con los trabajadores de urdido y engomado, después de realizar este ejercicio se llegó a la conclusión de que las causas sobre las que recae la mala calidad del urdido se deben a una falta de mantenimiento y calibración, ya que, aunque se dan otras causas como el descuido de los operadores y la mala calidad del hilo estos no deberían generar un impacto tan grande si los paros automáticos de la máquina estuvieran en óptimas condiciones. Por otro lado, en el engomado la principal causa de que se desperdicie el encolante es la falta de un control adecuado de este, así como la falta de comunicación por parte de los encargados de diferentes turnos.

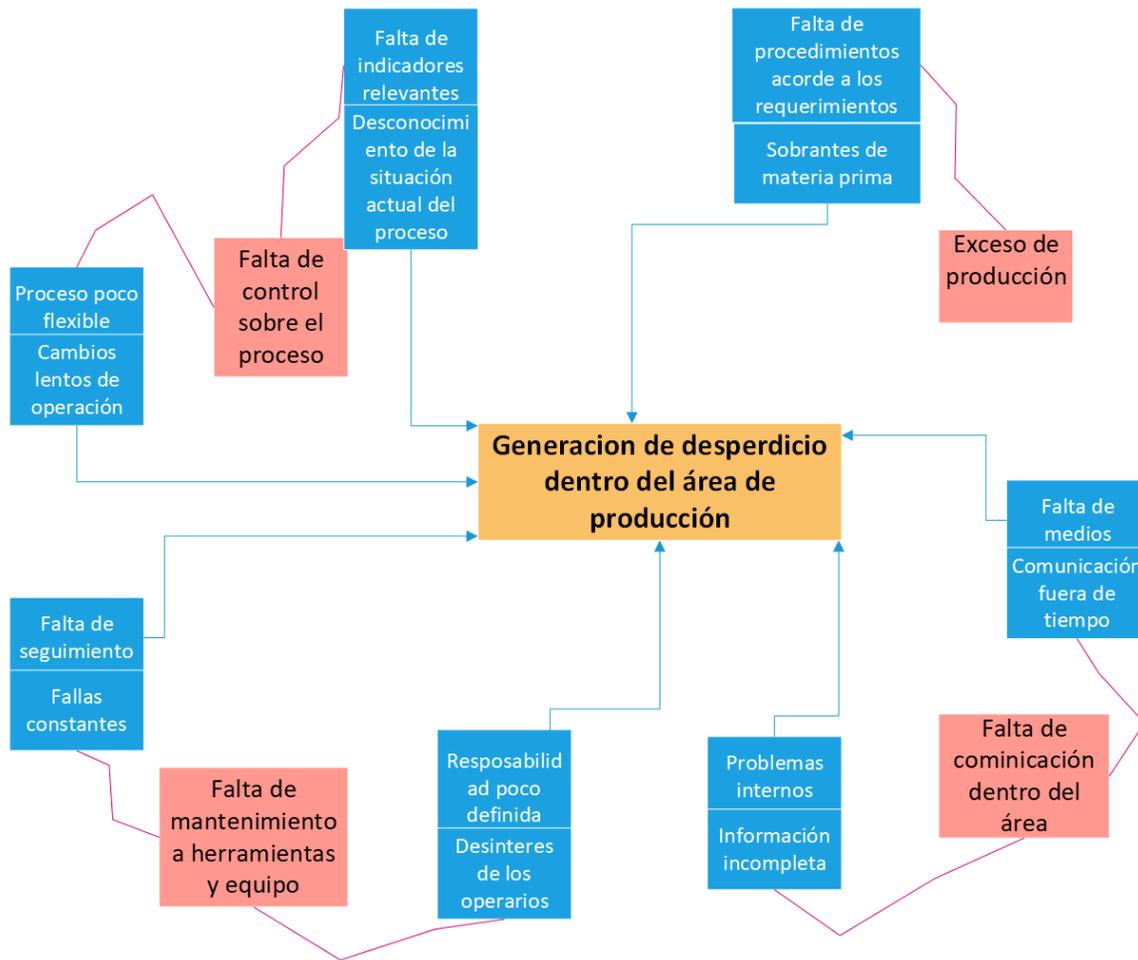


Figura 11. Diagrama de relaciones sobre el problema de generación de merma.

Así mismo se realizó un diagrama de relaciones (figura 9) con el fin de ahondar más en las causas y efectos que producen la generación de desperdicio. En este diagrama podemos ver los efectos perceptibles dentro del proceso que al final generaran la mayor parte del desperdicio del área.

Para combatir el problema de la falta de mantenimiento en el urdido se colocó una hoja de reporte donde los operadores pueden identificar más fácilmente las partes averiadas de sus respectivas máquinas y de esta forma llevar una mejor comunicación con sus mecánicos y supervisores. Además, se realizó un procedimiento de mantenimiento autónomo (véase anexo 2) con el cual se dará mayor responsabilidad a los operadores de sus máquinas, combatiendo de esta forma la falta de mantenimiento.

Por otro lado, para ayudar a disminuir el desecho de encolante se hizo uso del método de regresión lineal simple como medio para predecir el consumo que se tendrá de encolante. Como primer paso se midió la cantidad de goma que una cuenta requiere para una determinada cantidad de hilos, se realizó esta actividad con las cuentas más utilizadas y posteriormente se procedió a graficarlas.

Cuenta	Litros
1712	150
1936	150
1952	150
2116	164
2152	164
2388	185
2425	194
2512	195
2524	199
2568	214
2766	214
2960	229
3036	235
3060	237
3116	244
3156	253
3276	292
3776	308
3980	330
4112	378
4268	378
4892	378

Tabla 3. Datos utilizados para el grafico de regresión lineal simple litros de encolante por cuenta.



Figura 12. Regresión lineal simple del consumo de encolante por metro.

Luego de recolectar la información necesaria mostrada en la tabla 3 se procesó a realizar la gráfica de dispersión (figura 10) y trazar la línea de tendencia se puede observar una correlación lineal positiva, esto tomando en cuenta únicamente como variable independiente el número de hilos en una determinada cuenta.

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para la cantidad de encolante utilizada por metro en distintas cuentas.

Metros	Encolante
600	151.98
700	149.73
800	156.16
850	321.56
900	134.73
900	212.94
900	297.00
1000	149.70
1000	149.70
1000	163.60
1000	184.70
1000	194.20
1000	198.60
1000	213.90
1000	228.90
1000	234.80
1000	244.00
1000	292.00
1000	307.80
1000	378.30
1000	378.30
1100	179.96

Tabla 4. Datos utilizados en el gráfico de regresión lineal encolante por metro.

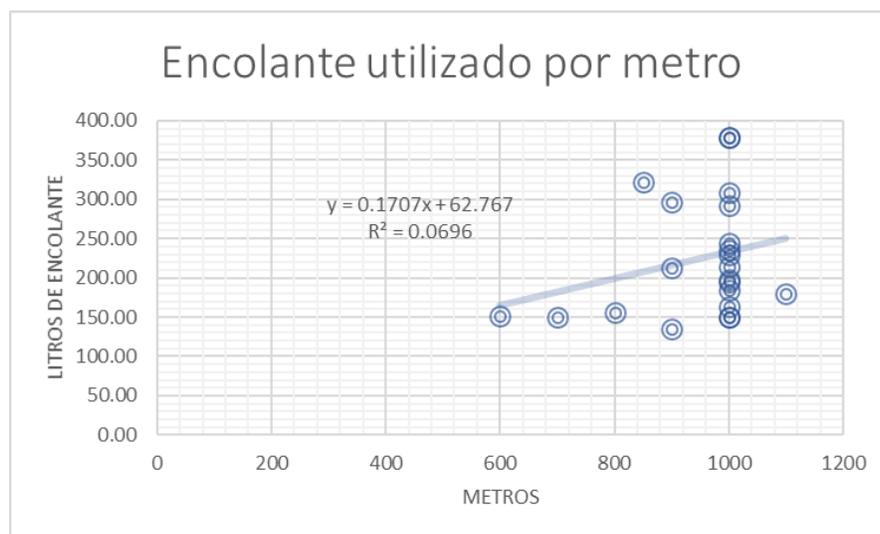


Figura 13. Gráfico de dispersión del encolante utilizado por metro de cuenta.

En la figura 11 podemos observar que la cantidad de metros engomados poseen una relación no lineal con la cantidad de encolante utilizada, por lo que el modelo no es apto para predecir el comportamiento de la variable.

Debido a esto se realizó un análisis de regresión lineal múltiple considerando los litros de encolante que se utilizaron para diferentes números de cuenta y metros en un hilo de calibre 10, como se muestra en la tabla 5.

Lectura	Encolant	Metros	Cuenta
1	149.70	1000	1712
2	179.96	1100	2152
3	198.60	1000	2524
4	234.80	1000	3036
5	292.00	1000	3276
6	378.30	1000	4268

Tabla 5. Datos utilizados en el análisis de regresión lineal múltiple para hilo 10.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.984875885
Coefficiente de determinación R ²	0.969980508
R ² ajustado	0.949967514
Error típico	18.80063401
Observaciones	6

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	34263.04182	17131.52091	48.46753473	0.005201217
Residuos	3	1060.391518	353.4638393		
Total	5	35323.43333			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-59.842015	236.7805088	-0.252732015	0.816802902	-813.3832704	693.6992404
Metros	0.038227711	0.221227984	0.17279781	0.873810806	-0.665818468	0.74227389
Cuenta	0.091891976	0.00995866	9.227343191	0.002692628	0.060199075	0.123584878

Figura 14. Análisis de regresión lineal múltiple para número de hilo 10.

La figura 12 nos muestra los resultados del análisis de regresión múltiple con los datos de la tabla 5, aquí podemos ver que el modelo predice adecuadamente la variación en un 95% de acuerdo con el valor del coeficiente de determinación ajustado. Además de esto se cumple el criterio de significancia con el valor crítico de F mostrado, ya que este es menor al valor F mostrado. Sin embargo, los coeficientes no superan esta misma prueba con el estadístico t, dando valores más altos que el estadístico t en el caso de la variable metros.

Debido a esto se llevó a cabo el mismo análisis, pero ahora considerando al número de hilo como una variable más dentro del modelo. (véase tabla 6)

Lectura	Encolante	Metros	Cuenta	#Hilo
1	149.70	1000	1712	10
2	149.70	1000	1936	12
3	134.73	900	1952	14
4	163.60	1000	2116	16
5	179.96	1100	2152	10
6	184.70	1000	2388	12
7	194.20	1000	2425	14
8	156.16	800	2512	16
9	198.60	1000	2524	10
10	213.90	1000	2568	12
11	149.73	700	2766	14
12	228.90	1000	2960	16
13	234.80	1000	3036	10
14	212.94	900	3060	12
15	244.00	1000	3116	14
16	151.98	600	3156	16
17	292.00	1000	3276	10
18	307.80	1000	3776	12
19	297.00	900	3980	14
20	378.30	1000	4112	16
21	378.30	1000	4268	10
22	321.56	850	4892	12

Tabla 6. Datos utilizados para el análisis de regresión lineal múltiple.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.974022133
Coefficiente de determinación R ²	0.948719115
R ² ajustado	0.940172301
Error típico	18.32369726
Observaciones	22

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	111810.0555	37270.01851	111.0026616	8.44046E-12
Residuos	18	6043.641866	335.7578814		
Total	21	117853.6974			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-301.1363169	58.0566232	-5.186941649	6.20575E-05	-423.1087562	-179.1638776
Metros	0.28025941	0.039601258	7.077032956	1.34109E-06	0.197060253	0.363458566
Cuenta	0.084845948	0.004832646	17.55683251	9.01423E-13	0.074692937	0.09499896
#Hilo	0.865534631	1.982999074	0.436477577	0.667680752	-3.30059183	5.031661092

Figura 15. Análisis de regresión lineal múltiple.

Como se puede notar en la figura 13 los resultados obtenidos muestran que existe una correlación fuerte entre las variables y un coeficiente de determinación del 94%. Así mismo

el valor crítico de F nos muestra que el modelo si resulta significativo al predecir el comportamiento de las variables por tener un valor por debajo del valor F.

Sin embargo, de acuerdo con el estadístico t la variable 3 que corresponde al número de hilo es la única de este modelo que no pasa la prueba de significancia al ser su valor 0.6676 siendo este mayor al 0.436 requerido. Es por ello por lo que se realizó un nuevo análisis excluyendo esta variable, sin embargo, los resultados de este nuevo modelo fueron similares a los obtenidos por el modelo presentado en la figura 13, variando el error estándar en apenas 0.03. Por lo que se decidió permanecer con este modelo ya que incluir esta variable dentro de la ecuación permitirá aumentar la confianza de los operadores en los resultados obtenidos a través de esta.

Por lo que la fórmula de regresión lineal múltiple queda de la forma:

$$Y = -301.1363 + 0.2802 * X_1 + 0.0848 * X_2 + 0.8655 * X_3$$

ó

Litros de encolante

$$= -301.1363 + 0.2802 * \text{Metros} + 0.0848 * \text{Cuenta} + 0.8655 * \text{Grosor de hilo}$$

A través de esta fórmula se obtendrán todos los valores de las cuentas faltantes y se realizara una tabla con la cual los operadores podrán calcular exactamente cuántos litros de encolante han de preparar a fin de cubrir completamente la cuenta sin que sobren cantidades excesivas de encolante.

Construction del OEE (Overall Equipment Effectiveness)

La eficiencia general del quipo es un indicador que tiene como principal objetivo la detección temprana de problemas, promoviendo la mejora continua de las máquinas, los trabajadores y de la organización en general. Dentro del área de producción esta métrica es utilizada además para evaluar el desempeño que tienen los trabajadores tanto en productividad como en calidad.

Los datos que necesitan ser recopilados son la producción diaria por máquina y por operador, la cantidad de desperdicio generado, el tiempo de trabajo de cada máquina y cada operador,

los reportes de no conformidad generados. Para ello se hará uso de formatos ya establecidos de registro de producción los cuales son:

“Relación de tiempo trabajado por máquina”. De este formato se obtendrán las horas totales que cada máquina se mantuvo operando.

“Producción de urdido por turno”. Aquí se registra la producción diaria que género cada operador.

“Producción de engomado por turno”. Aquí se registra la producción diaria de cada operador y las no conformidades provenientes de urdido.

“Orden de urdido y engomado”. En este formato son registrados los desperdicios generados por cada operador y por cada máquina.

La medición del OEE consta de tres factores:

Disponibilidad. Este valor es obtenido dividiendo el tiempo total que la máquina ha trabajado contra el tiempo total que la máquina pudo haber trabajado.

$$\text{Disponibilidad} = \text{Tiempo de funcionamiento} / \text{Tiempo programado de producción}$$

$$\text{Tiempo de funcionamiento} = \text{Tiempo programado de producción} -$$

$$(\text{Tiempo de mantenimiento no programado} + \text{tiempo de paros no programados})$$

$$\text{Tiempo programado de producción} = \text{Horas laboradas} - (\text{Paros programados} + \text{descansos})$$

Rendimiento. Este valor se obtiene dividiendo los metros totales producidos contra los metros que pudieron haberse producido en el tiempo que la máquina estuvo trabajando.

$$\text{Rendimiento}$$

$$= \text{Unidades producidas} / \text{Unidades que teóricamente deberían haberse producido}$$

$$\text{Unidades producidas} = \text{Número de metros producidos por turno}$$

*Unidades que teóricamente deberían haberse producido =
Valor más alto de metros registrado*

Calidad. Este valor es obtenido considerando los desperdicios generados en cada máquina, así como las no conformidades. Estos valores se obtendrán de las órdenes de producción en las cuales se registra el desperdicio producido por cada orden de trabajo. Así como de los reportes realizados por no conformidades.

$$\text{Calidad} = 100 - (\text{No conformidades} * \text{Valor correspondiente al tipo de defecto})$$

No conformidades = Número de reportes realizados en procesos subsecuentes

Valor correspondiente al tipo de defecto = Consultar figura 16 "tipos de defectos"

La información recopilada es almacenada en una base de datos que separa la producción realizada diariamente en cada máquina, así como por operador.

Capítulo 4. Resultados.

Hojas de operación estándar

Se realizaron un total de 12 hojas de operación estándar (véase anexo 1) bajo el formato mostrado en la Figura 16, el cual contiene de forma general el nombre de la actividad, el área donde se realiza, el nombre del puesto encargado de realizarla y una breve descripción de la actividad, seguido de los pasos enumerados, y al final las firmas de los encargados de revisar y aprobar los documentos.


HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR
Hoja 1 de 2

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE URDIDOR
 ACTIVIDAD: REGISTRO AX

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:
 Captura de las ordenes de urdido y engomado en Microsoft Dynamics AX

RESUMEN		
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Almacen	▼	
Traslado	→	1
Operación	●	10
Inspección	■	
Manten de Materiales	■	
Demora	■	

EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
1	Batas de seguridad
2	Culebrillas

Máquina:	MC Coy 5, A	Referencia de tipo:	
En caso de no utilizar máquina colocar NA (No aplica)			

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Reunir las ordenes de urdido y engomado a capturar.	1-2 veces por turno	●	
2	Dirigirse a la PC ubicada junto a la máquina Mc Coy 2.	1-2 veces por turno	→	
3	Abri el programa Microsoft Dynamics AX.	1-2 veces por turno	●	
4	En el apartado "panel de exploración" seleccionar el apartado "ordenes de produccion".	1-2 veces por turno	●	
5	Seleccionar la herramienta "filtrar por cuadrícula" o presionar el comando "Ctrl+G".	1-2 veces por turno	●	
6	En la cuadrícula "Número de lote" colocar el número de lote correspondiente a la orden de urdido y engomado, ubicada en la parte superior derecha de la hoja, resaltada en color rojo.	1-2 veces por turno	●	
7	En las cuadrículas "Número de serie", "Tamaño", "Configuración", "Peso", "Tara 1", "Cantidad", "Mts" y "Comb. Trama" capturar el número de Julio, número de hilo, tipo de hilo, Kg (Inulo), Tara, Kg. Hilo, Metros y clave del tipo de hilo respectivamente.	1-2 veces por turno	●	La clave del tipo de hilo se puede ver el lado que el usuario entra a PC.
8	Posteriormente ir al apartado "procesos" ubicado en la parte derecha de la pantalla y seleccionar "urdido".	1-2 veces por turno	●	
9	Dentro de esta pestaña capturar Hilos, Código de máquina, metros, Hora inicial y Hora final.	1-2 veces por turno	●	
10	Una vez concluido cerrar ventana "proceso de urdido" y en el apartado "actualizar" seleccionar "registro".	1-2 veces por turno	●	
11	Continuar con el resto de los Julios terminados.	1-2 veces por turno	●	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio logística,
 calidad y compras
 Liberó

00000
04/21/18
Revisión 01

Figura 18. Formato de hoja de operación estándar.

La finalidad de estos documentos es estandarizar el procedimiento a realizar para completar una tarea, así como facilitar el proceso de aprendizaje para los colaboradores que se encuentran en capacitación.

Procedimiento para calcular los litros de encolante a utilizar

Mediante el uso del procedimiento mostrado a continuación se espera acabar con la sobreproducción de encolante y por ende con el desperdicio de este, dado que las fórmulas aquí establecidas ayudaran a los oficiales engomadores a calcular mejor la goma a utilizar para la cantidad de metros por engomar.

Cuenta	Numero de hilo				
	8	10	12	14	16
1936	150.16	151.89	153.62	155.35	157.08
2116	165.42	167.16	168.89	170.62	172.35
2388	188.49	190.22	191.95	193.68	195.41
2512	199.01	200.74	202.47	204.2	205.93
2524	200.02	201.75	203.48	205.22	206.95
2568	203.75	205.49	207.22	208.95	210.68
2766	220.54	222.28	224.01	225.74	227.47
2960	237	238.73	240.46	242.19	243.92
3036	243.44	245.17	246.9	248.63	250.36
3060	245.48	247.21	248.94	250.67	252.4
3156	253.62	255.35	257.08	258.81	260.54
3276	263.79	265.52	267.25	268.99	270.72
3776	306.19	307.92	309.65	311.39	313.12
3980	323.49	325.22	326.95	328.68	330.42
4268	347.91	349.65	351.38	353.11	354.84
4892	400.83	402.56	404.29	406.02	407.75

Tabla 7. Consumo de encolante por cada 1000 metros de cuenta para los números de hilo.

Formula:

Litros de encolante

$$= -301.1363 + (0.2802 * \text{Metros}) + (0.0848 * \text{Cuenta}) + 0.8655 * \text{Grosor de hilo}$$

donde:

Litros de encolante: Son los litros que se necesita preparar para cubrir la orden de producción.

Metros: Son la cantidad de metros solicitados en la orden de producción.

Grosor de hilo: Es el número de hilo, disponible en la orden de producción.

Número de hilos: Es el número de cuenta o cantidad de hilos paralelos en el Julio.

Procedimiento:

1. Dentro de la hoja orden de producción buscar los valores de:
 - a. Metros por engomar.
 - b. Número de hilo.
 - c. Cuenta
2. Reemplazar estos valores dentro de la formula "litros de encolante".
3. El valor obtenido son los litros de encolante que harán falta preparar para realizar el proceso de engomado.

Ejemplo:

Cálculo de los litros de encolante necesarios para engomar 1000 metros de hilo número 12 de la cuenta 3060.

Formula:

Litros de encolante

$$= -301.1363 + (0.2802 * \text{Metros}) + (0.0848 * \text{Cuenta}) + (0.8655 * \text{Grosor de hilo})$$

Sustitución:

$$\text{Litros de encolante} = -301.1363 + (0.2802 * 1000) + (0.0848 * 3060) + (0.8655 * 12)$$

Solución:

$$\text{Litros de encolante} = 248.9377$$

La cantidad de litros necesarios para engomar 1000 metros de hilo número 12 de la cuenta 3060 son 248.9, en la tabla 7 se observan los resultados que obtendrían las cuentas más comunes de los diferentes números de hilo utilizados.

OEE de los procesos de urdido y engomado

Luego de la recolección y captura de la información requerida para el OEE se generó una gráfica que muestra el estado actual de los equipos, la eficiencia en su uso y la calidad con la que se trabaja.

URDIDO

Semana 22: del martes, 01 de junio de 2021 al lunes, 07 de junio de 2021

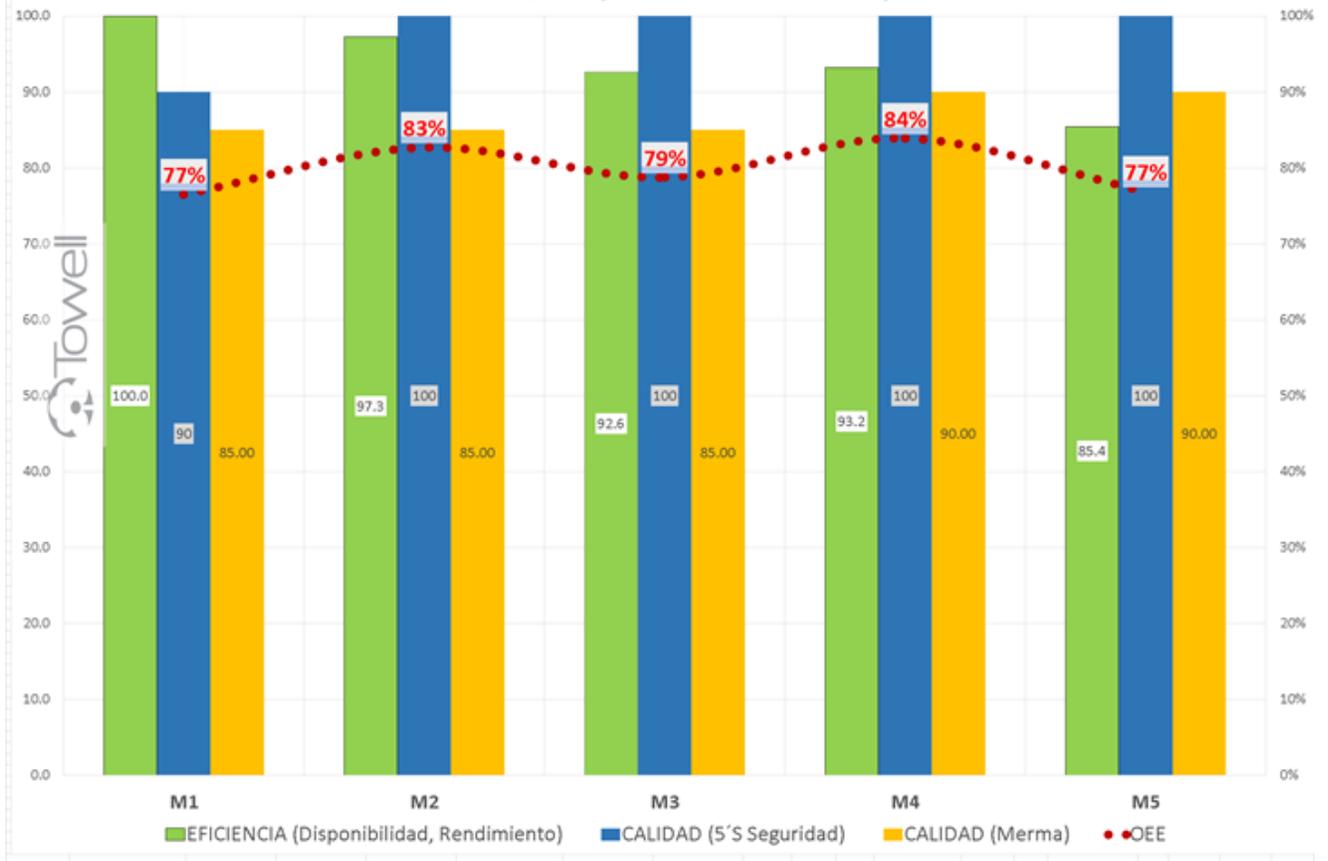


Figura 19. Medición OEE del proceso de urdido.

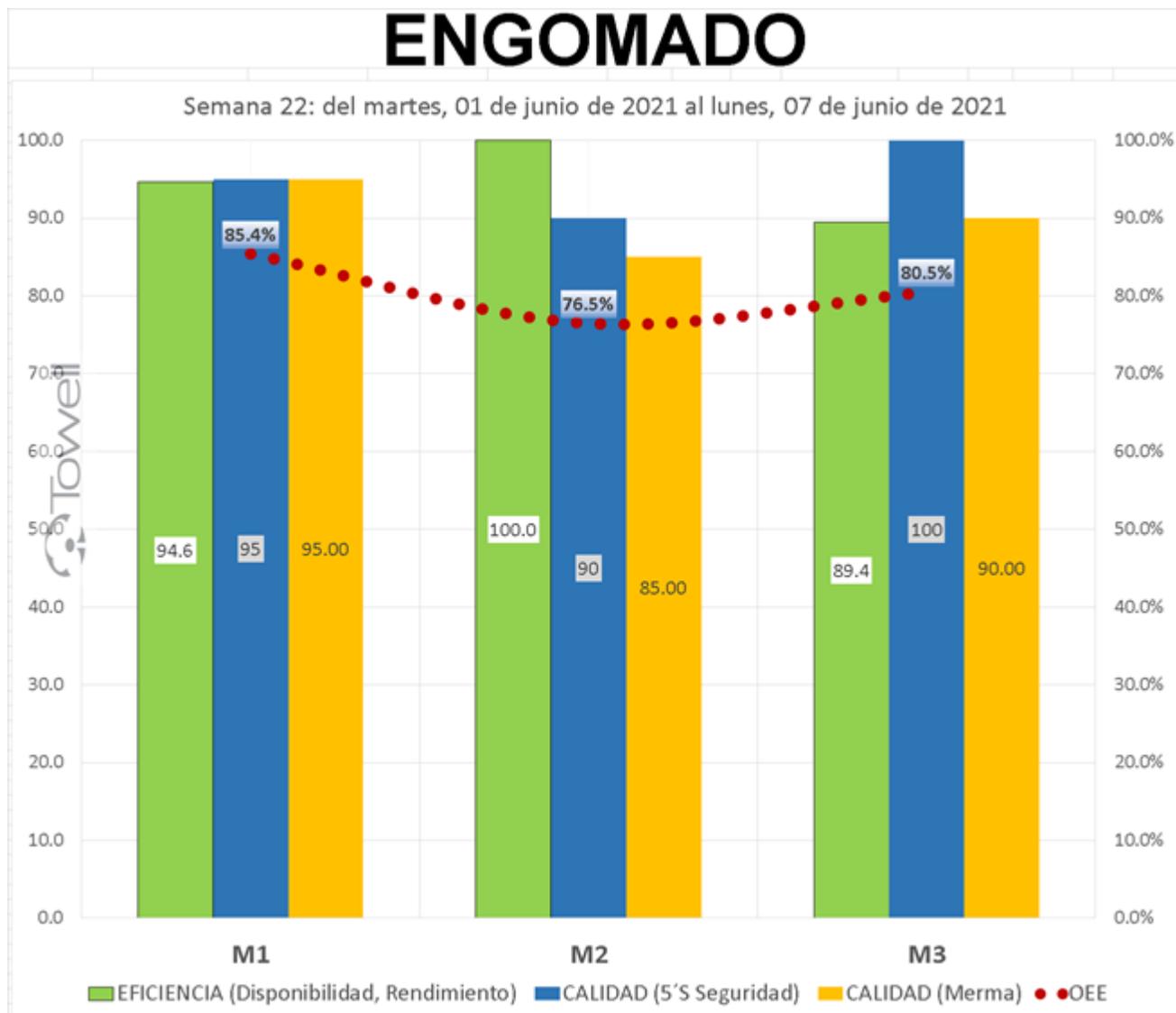


Figura 20. Medición OEE del proceso de engomado.

El valor de eficiencia promedio de los equipos que se tiene actualmente en urdido es de 80% (véase figura 17), siendo el factor de la calidad donde se han encontrado más áreas de oportunidad, mientras que en engomado el valor promedio se encuentra en 81% (véase figura 18) por lo que se puede decir que el proceso en general se encuentra dentro de los parámetros aceptables de acuerdo con el indicador OEE. Sin embargo, la medición OEE individual refleja algunas áreas de oportunidad en cuanto al uso de las máquinas dado que algunas de estas son un poco más utilizadas que otras debido a la demanda que existe.

Conclusiones.

Al realizar el diagnóstico de las actividades en los procesos de urdido y engomado utilizando herramientas de calidad se tuvo la capacidad de identificar a aquellas que no agregaban valor, como lo son los retrabajos. Después de obtener los datos se generaron propuestas que contribuyen a la mejora continua mediante el control de desperdicio y la detección temprana de problemas.

Por ejemplo, anteriormente el cálculo del encolante a utilizar se basaba en la experiencia de los trabajadores, pese a que existen fórmulas que muestran cuanto encolante saldrá de cierta cantidad de materias primas estas no se enfocan en la cantidad necesaria a utilizar. Con la implementación del procedimiento presentado en la tabla 7 se podrá tener un mejor control sobre el encolante a utilizar de acuerdo con los metros que falten por engomar.

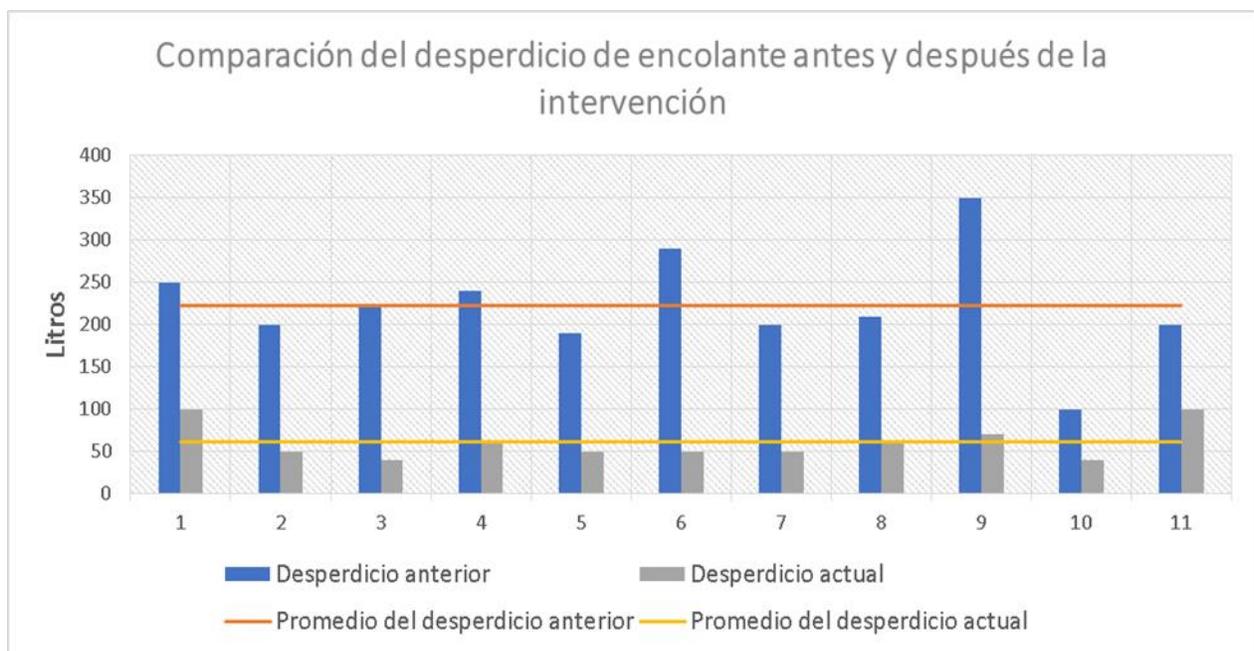


Figura 21. Gráfico comparativo del antes y después de la aplicación de la regresión lineal.

Como se observa en la Figura 19 el desperdicio promedio por día de encolante rondaba los 200 litros, con un costo de \$80, después de aplicar esta propuesta se logró reducir el desperdicio a únicamente 50 litros diarios, lo que representa una reducción del 75% y un ahorro de \$60 diariamente y \$ 21,900 al año.

Espero que el departamento de calidad y el área de producción puedan dar seguimientos a las hojas de operación estándar, así como al procedimiento de mantenimiento autónomo una vez que estos pasen por la etapa de revisión y aprobación. Considero que la correcta implementación de estos ayudara a detectar más oportunidades de mejora dentro de los procesos.

Con la realización de este proyecto me pude dar cuenta del desarrollo que se sigue durante la solución de problemas, desde la observación de los síntomas que esta causa, su diagnóstico y la implementación de propuestas de solución que ayuden a mitigar el impacto que un problema dado genere.

Así mismo, la medición del OEE es una referencia clara de las mejoras del proceso a través del tiempo por lo que también ayudara a identificar si alguna propuesta implementada está siendo de utilidad para la mejora del proceso.

Pude observar los innumerables retos que supone implementar dichas soluciones por la resistencia al cambio que estas generan, pero con la motivación correcta se pueden superar dichos obstáculos.

Considero que este proyecto ofrece grandes posibilidades de mejora para la organización en general al dar un poco más de autonomía a los encargados de realizar el proceso de producción, dando a estos la posibilidad de resolver problemas sencillos, dando pie a mejorar su eficiencia.

Referencias

- A., H. L. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (efectividad global del equipo). *Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya*.
- A., S. (2018). Diseño de mejoras para la reducción del defecto "hilo roto" en los rollos de toallas en una empresa textil ubicada en Caracas, Venezuela. *Revista de la facultad de ingeniería*, 1-14. doi:1316-39630
- B., P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness* (1 ed.). Buenos Aires: Blue Eagle Group. doi:987-1223-41-2
- Beltran, E. L. (12 de 2018). Elaboración de hojas de operación estándar para el mantenimiento del servicio mayor de una empresa automotriz del Sur de Sonora. *Revista de ingeniería industrial*, 2, 1-12. Obtenido de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_1.pdf
- Carollo, M. C. (2012). Regresión lineal simple. (D. d. operativa, Ed.)
- Cole, J. H. (2002). *NOCIONES DE REGRESION LINEAL*. Universidad Francisco Marroquín.
- Cordova, H. M. (2007). *Diseño de un programa de reducción de desperdicios apoyado con manufactura esbelta*. El Salvador.
- Fraga, C. (2012). *Establecer el procedimiento e implantar las hojas de operación estándar en taller de pintura de automóviles*. Universidad Simón Bolívar. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000158123.pdf>
- Gonzalez, J. G. (2018). *Mantenimiento planificado*. Obtenido de El mantenimiento autónomo. Su implementación: <http://www.mantenimientoplanificado.com/home>
- Guillen, D. F. (2013). *Parte teórica*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1940/8/PARTE%20TEORICA.pdf>
- H., C. G. (2013). *Regresión lineal múltiple*. Recuperado el 8 de 2021, de ACADEMIA: https://www.academia.edu/download/55082644/3_Regresion_lineal_multiple_estimacion_y_propiedades.pdf
- Hector A, P. K. (03 de 2009). La función lineal obstáculo didáctico para la enseñanza de la regresión lineal. *UNIÓN Revista Iberoamericana de Educación matemática*(17), 52-61. doi:1815-0640
- I., G. C. (2015). *Optimización del proceso de blanqueo en tela toalla de algodón 100% en base de un producto con oxígeno activo*. Ibarra Ecuador: Universidad técnica del norte.
- Lavado, F. L. (2021). Urdido de la industria textil y su control de calidad. 6-8.

- Lluvia de ideas (Brainstorming). (2000). *Sociedad latinoamericana paa la calidad*. Obtenido de http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MetodoIDisMejoraDeProcesos/LluviaDelIdeas.pdf
- Lopez, J. F. (10 de 2017). *Coefficiente de determinación (R cuadrado)*. Obtenido de ECONOMIPEDIA: <https://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>
- M., A. R. (2004). *Identificacion del concepto esbelto: siete desperdicios, utilizando la herramienta administracion de la cadena de valor, en el área de servicios hoteleros, caso de estudio*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Marchante, P. H. (2005). *Sistema de control y gestión de la eficiencia de una recanteadora en una línea de producción*. Madrid.
- Optim, P. (03 de 2017). *La importancia del mapa de procesos*. Obtenido de <https://blog.pro-optim.com/noticias/la-importancia-del-mapa-de-procesos/>
- R., E. M. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*(38), 315-332. doi:1133-3677
- R., L. (2007). Regresión lineal múltiple. *ACADEMIA*, 7-9.
- Ramirez, F. E. (2017). *Identificación y reduccion de los niveles de desperdicio desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S. A. S. Cundinamarca*.
- Sierra, J. R. (2019). *Nuevo sistema de gestion de eficiencia global (OEE) en tiempo real para la industria*. Valencia.
- Spain, K. (05 de 2020). *Las 11 técnicas más utilizadas en el modelado de análisis predictivos*. Obtenido de Keyrusblog: <https://keyruspainblog.com/2020/05/05/las-11-tecnicas-mas-utilizadas-en-el-modelado-de-analisis-predictivos/>
- Stincer, J. R. (2012). *Introducción a la ingeniería industrial* (Vol. 1). Estado de México: Tercer Milenio.
- Z., M. G. (2020). *Aplicaciones de estadística básica en Microsoft Excel y R* (1 ed.). Managua, Nicaragua.
- Reyes A. P. (2003). *Curso de costos de calidad*. México.

Anexos.

Anexo 1. Hojas de operación estándar de los procesos de urdido y engomado


HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR
Hoja 1 de 2

ÁREA: PRODUCCIÓN
PROCESO: URDIDO
PUESTO: AYUDANTE URDIDOR
ACTIVIDAD: DEVOLUCIONES

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:
 Regresar el hilo en mal estado o que ya no se ocupe al almacén para su resguardo.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Bolas de seguridad
Traslado	→	2	2	Cubre bocas
Operación	●	7	3	Faja
Inspección	■	2		
Manejo de Materiales	Ⓜ			
Demora	D			

Máquina:	MC COY 1, 2, 3	Referencia de Uso:	
En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)			

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Una vez seleccionado el hilo que se debe devolver a almacén se debe revisar en qué condiciones se encuentra.	Aleatorio	■	
2	Dependiendo de la cantidad de hilo restante en los conos poner en bolsas o palets.	Aleatorio	●	
3	Llevar a pesar el total de hilos a devolver.	Aleatorio	●	
4	Apuntar peso y número de conos para reportar al supervisor.	Aleatorio	●	
5	Colocar una etiqueta en la bolsa o palet que indique el peso, el numero de conos y el motivo por el que estos son devueltos.	Aleatorio	●	
6	Colocar los conos cerca del almacén.	Aleatorio	→	
7	Reportar peso y motivo al supervisor.	Aleatorio	●	
8	Esperar a que almacén se lleve los conos.	Aleatorio	▼	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio logística,
 calidad y compras
 Liberó

CÓDIGO
04/01/18
Revisión 01

ÁREA: PRODUCCIÓN _____
 PROCESO: URDIDO _____
 PUESTO: AYUDANTE URDIDOR _____
 ACTIVIDAD: COLOCACIÓN DE HILOS _____

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Colocación de hilos para comenzar proceso de urdido.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO		ILUSTRACIÓN:
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD			
Almacén	▼		1	Botas de seguridad	
Traslado	→		2	Cubrebocas	
Operación	●	9			
Inspección	■	1			
Manejo de Materiales	■				
Demora	D				

Máquina: MC Coy 1,2,3 Referencia de Uso: _____
 En caso de no utilizar máquina colocar: NA (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Revisar orden de urdido y engomado.	1 vez al día	■	
2	Buscar conos con el hilo solicitado en el área de conos.	1 vez al día	●	
3	Colocar conos sobre los porta conos.	1 vez al día	●	
4	Tomar extremo inicial y pasarlo sobre el pato.	1 vez al día	●	
5	Pasar hilo sobre los platillos que ajustan la tensión.	1 vez al día	●	
6	Pasar sobre la línea de urdimbre que le corresponde.	1 vez al día	●	
7	Pasar todos los hilos sobre la peineta que le corresponde a cada uno de acuerdo con la especificación: Condiciones del proceso de urdido.	1 vez al día	●	
8	Dividir en dos partes el montón de hilos.	1 vez al día	●	
9	Amarrar sobre el Julio.	1 vez al día	●	
10	Comenzar a urdir alineando los hilos a los extremos del Julio.	1 vez al día	●	

Puesto que elabora
Elaboró

Puesto que revisa
Revisó

Líder de área de trabajo sistemas
de gestión de calidad
Validó

Puesto que autoriza
Autorizó

Líder de unidades de servicio logística,
calidad y compras
Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE URDIDOR
 ACTIVIDAD: TRANSFERENCIA

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Colocar nuevos conos para remplazar los que están por terminarse.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→		2	Cubrebocas
Operación	●	7		
Inspección	■	3		
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: MC Coy 1,2,3 Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Esperar a que los conos actuales tengan 1/4 de su volumen normal.	3-5 veces por día	■	
2	Buscar conos enteros de acuerdo con las especificaciones de urdido en el área de conos.	3-5 veces por día	■	
3	Llenar carrito transportador con conos llenos.	3-5 veces por día	●	
4	Colocar conos nuevos sobre los porta conos vacíos.	3-5 veces por día	●	
5	Tomar extremo inicial del cono nuevo y extremo final del cono por agotarse.	3-5 veces por día	●	
6	Amarrar extremos y cortar sobrantes.	3-5 veces por día	●	
7	Poner cono nuevo en posición, viendo hacia el pato.	3-5 veces por día	●	
8	Repetir con los demás pares de conos restantes.	3-5 veces por día	■	
9	Esperar a que se terminen los conos actuales y se complete la transferencia.	3-5 veces por día	■	
10	Retirar conos vacíos y llevar al lugar destinados para ellos.	3-5 veces por día	●	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio logística,
 calidad y compras
 Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE URDIDOR
 ACTIVIDAD: RECOLECCIÓN DE DESECHOS

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Llevar los residuos recolectados (conos, hilo, plásticos, etc.) al área correspondiente para su disposición final.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼	3	EQUIPO DE SEGURIDAD	1 Botas de Seguridad
Traslado	→	1		2 Cubrebocas
Operación	●	3		3 Faja
Inspección	■			
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: _____ Referencia de Uso: _____
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Preparar una bolsa transparente para cada tipo de desecho.	1 vez por semana	●	
2	Reunir los desechos generados siempre que sea posible evitando acumulaciones.	1 vez por semana	●	
3	Colocar las bolsas con los desechos en el área asignada para ello.	1 vez por semana	●	
4	Cuando las bolsas estén completamente llenas llevar los desechos de estopa, conos, cartón, plástico, flejes y borra al área junto a rats de urdido.	1 vez por semana	→	
5	En caso de la basura en general esperar a que limpieza pase por ellos.		▼	
8	En el caso de los conos el proveedor de hilo vendrá por ellos.	1 vez por semana	▼	
9	En el caso de los desperdicios de hilo, plástico, etc. Compradores externos vendrán por ellos.	1 vez por semana	▼	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio
 logística, calidad y compras
 Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: OFICIAL URDIDOR
 ACTIVIDAD: CAMBIO DE JULIO

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Se realiza el desmonte del Julio lleno con los metros solicitados para colocar uno vacío y continuar con el proceso de urdido.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→	2	2	Cubre bocas
Operación	●	7	3	Faja
Inspección	■	2		
Manejo de Materiales	☐			
Demora	D			

Máquina: MC COY 1, 2, 3
 Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Revisar ordenes de producción.	4-6 veces por turno	■	
2	Esperar a que la máquina se pare automáticamente.	4-6 veces por turno	■	
3	Cortar hilos dividiéndolos en dos partes.	4-6 veces por turno	●	
4	Desmontar Julio con ayuda de los botones de ajuste.	4-6 veces por turno	●	
5	Colocar Julio sobre patín hidráulico.	4-6 veces por turno	●	
6	Llevar Julio a pesar y colocar en Rats de engomado.	4-6 veces por turno	→	
7	Traer Julio vacío.	4-6 veces por turno	→	
8	Montar con ayuda de botones de ajuste.	4-6 veces por turno	●	
9	Amarrar las 2 partes cortadas alrededor del Julio vacío.	4-6 veces por turno	●	
10	Colocar rodillo en posición.	4-6 veces por turno	●	
11	Reiniciar proceso de urdido cuidando que los hilos estén alineados.	4-6 veces por turno	●	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio logística,
 calidad y compras
 Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE ENGOMADOR
 ACTIVIDAD: RECOLECCIÓN DE DESECHOS

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Reunir los residuos generados durante el proceso.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼	2	1	Botas de Seguridad
Traslado	→		2	Cubre bocas
Operación	●	4	3	Faja
Inspección	■			
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: N/A Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Preparar una bolsa transparente.	1 vez por turno	●	
2	Reunir los desechos generados evitando acumulaciones.	1 vez por turno	●	
3	Colocar las bolsas con los desechos en el área asignada para ello.	1 vez por turno	●	
4	El desperdicio de hilo generado debe ser pesado y registrado en la orden de urdido y engomado correspondiente.	1 vez por turno	●	
5	En el caso de la basura general esperar a que limpieza pase a recolectarla.	1 vez por turno	▼	
6	En el caso de los desperdicios de hilo, plástico, etc. Compradores externos vendrán por ellos.	1 vez por semana	▼	

Puesto que elabora
 Elaboró

Puesto que revisa
 Revisó

Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

Puesto que autoriza
 Autorizó

Líder de unidades de servicio
 logística, calidad y compras
 Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE ENGOMADOR
 ACTIVIDAD: REGISTRO DE PRODUCCIÓN EN AX

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Captura la producción generada en el turno en el sistema AX.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→	1	2	Cubrebocas
Operación	●	14		
Inspección	■			
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: N/A Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Reunir las ordenes de urdido y engomado a capturar.	1-2 veces por turno	●	
2	Dirigirse a la PC ubicada junto a la máquina Mc Coy 2.	1-2 veces por turno	→	
3	Abrir el programa Microsoft Dynamics AX.	1-2 veces por turno	●	
4	En el apartado "Panel de exploración" seleccionar el apartado "ordenes de producción".	1-2 veces por turno	●	
5	Seleccionar la herramienta "filtrar por cuadrícula" o presionar el comando "Ctrl+G".	1-2 veces por turno	●	
6	En la cuadrícula "Número de lote" colocar el número de lote correspondiente a la orden de urdido y engomado, ubicada en la parte superior derecha de la hoja, resaltada en color rojo.	1-2 veces por turno	●	
7	Buscar el número de Julio y cuenta a modificar entre las opciones desplegadas.	1-2 veces por turno	●	
8	Registrar el peso neto, peso de tara, peso bruto, cantidad y metros realizados, así como la combinación correspondiente al tipo de hilo y proveedor.	1-2 veces por turno	●	Colocar junto al código de hilo el número control de quien realizó el registro
9	Seleccionar "Engomado" ubicado en el apartado de "Procesos".	1-2 veces por turno	●	
10	Dentro de la nueva pestaña abierta registrar tipo de hilo, destino, porcentaje de sólidos, temperatura, hora inicial y nombre del engomador.	1-2 veces por turno	●	
11	Dar clic en el apartado "Actualizar -> Inicio".	1-2 veces por turno	●	
12	Dar clic en el apartado "Actualizar -> Notificar como terminado".	1-2 veces por turno	●	
13	Dar clic en el apartado "Actualizar -> Fin".	1-2 veces por turno	●	
14	Imprimir etiqueta de tela engomada en el apartado "Impresiones -> Etiqueta Engomado".	1-2 veces por turno	●	
15	Pegar etiqueta impresa al reverso de la papeleta de engomado.	1-2 veces por turno	●	

Puesto que elabora
 Elaboró

Puesto que revisa
 Revisó

Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: URDIDO
 PUESTO: AYUDANTE ENGOMADOR
 ACTIVIDAD: REGISTRO DEL CONSUMO EN AX

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:
 Captura el consumo de agua y sólidos utilizados para el proceso de engomado.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→	1	2	Cubrebocas
Operación	●	9		
Inspección	■			
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: N/A Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Registrar el consumo de agua y sólidos utilizados en la orden de urdido y engomado.	1-2 veces por turno	●	
2	Dirigirse a la PC ubicada junto a la máquina Mc Coy 2.	1-2 veces por turno	→	
3	Abrir el programa Microsoft Dynamics AX.	1-2 veces por turno	●	
4	En el apartado "panel de exploración" seleccionar el apartado "órdenes de producción".	1-2 veces por turno	●	
5	Seleccionar la herramienta "Nuevo" del panel de acceso rápido o presionar el comando "Ctrl+N".	1-2 veces por turno	●	
6	Una vez abierto el nuevo registro insertar el código de artículo, luego de esto aparecerá de forma automática el nombre de la fórmula utilizada y esta misma debe aparecer en "Número de L.MAT" de lo contrario escribirlo y dar clic en aceptar.	1-2 veces por turno	●	
7	En la pestaña abierta colocar el número de trama y el número de cuenta.	1-2 veces por turno	●	
8	Dar clic en actualizar, inicio, diarios, lista de selección y líneas.	1-2 veces por turno	●	
9	En la nueva pestaña abierta registrar el consumo, dar clic en "validar", "aceptar", "registrar", "actualizar" y "finalizar registro".	1-2 veces por turno	●	
10	Apuntar el número de registro arrojado por la plataforma en la orden de urdido y engomado.	1-2 veces por turno	●	

 Puesto que elabora
 Elaboró

_____ P _____
 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza
 Autorizó

 Líder de unidades de servicio logística,
 calidad y compras
 Liberó

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: ENGOMADO
 PUESTO: OFICIAL ENGOMADOR
 ACTIVIDAD: CAMBIO DE JULIO CABEZAL

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Se realiza el desmonte del Julio lleno con los metros solicitados para colocar una vacío y continuar con el proceso de engomado.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→	3	2	Cubre bocas
Operación	●	16	3	Faja
Inspección	■	2		
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina: WEST POINT 1, 2, 3. Referencia de Uso:
 En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Tomar Julio vacío de Rats de engomado con carrito transportador.	4-6 veces por turno	●	
2	Llevar a máquina West Point.	4-6 veces por turno	→	
3	Colocar piezas de arrastre en cada extremo de Julio con ayuda de llave Allen.	4-6 veces por turno	●	Usar llave Allen #10 o #14 según sea el
4	Esperar a que el Julio actual complete los metros solicitados.	4-6 veces por turno	■	
5	Esperar paro automático de máquina West Point.	4-6 veces por turno	■	
6	Colocar cinta gris donde terminen los metros solicitados.	4-6 veces por turno	●	
7	Colocar indicador de medida dejando un metro de la cinta gris.	4-6 veces por turno	●	
8	Cortar hilos en 6 tramos a la altura del indicador de medida.	4-6 veces por turno	●	
9	Sujetar partes cortadas en Julio con ayuda de cinta de papel.	4-6 veces por turno	●	
10	Emplayar Julio.	4-6 veces por turno	●	
11	Colocar la grúa sobre el Julio.	4-6 veces por turno	●	
12	Sujetar el Julio a la grúa por los extremos.	4-6 veces por turno	●	
13	Desmontar Julio.	4-6 veces por turno	●	
14	Colocar Julio sobre patín hidráulico.	4-6 veces por turno	●	
15	Embalar con cartón sobre emplaye.	4-6 veces por turno	●	
16	Llevar Julio a Rats de tejido.	4-6 veces por turno	→	
17	Traer Julio vacío de Rats de engomado.	4-6 veces por turno	→	
18	Montar con ayuda de la grúa en el cabezal de la máquina.	4-6 veces por turno	●	
19	Hacer nudos a las trenzas cortadas y colocarlas sobre las ranuras del Julio, 15 ranuras.	4-6 veces por turno	●	
20	Colocar rodillo inferior en posición.	4-6 veces por turno	●	
21	Operar cuidando que los hilos se encuentren alineados.	4-6 veces por turno	●	

Puesto que elabora
Elaboró

Puesto que revisa
Revisó

Líder de área de trabajo sistemas
de gestión de calidad

ÁREA: PRODUCCIÓN PROCESO: ENGOMADO PUESTO: AUXILIAR MUDADOR/AYUDANTE ENGOMADOR ACTIVIDAD: CAMBIO DE JULIOS EN FILETA	EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno
---	--

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Se realiza el desmonte del Julio lleno con los metros solicitados para colocar uno vacío y continuar con el proceso de engomado.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de Seguridad
Traslado	→		2	Cubre bocas
Operación	●	25	3	Faja
Inspección	■			
Manejo de Materiales	■			
Demora	D			

Máquina:	WEST POINT 1, 2, 3.	Referencia de Uso:
En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)		

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Tomar Julios provenientes del área de urdido en Rats con ayuda del carrito transportador.	2-3 veces por turno	●	
2	Con ayuda de la grúa ir colocando uno por uno sobre la fileta.	2-3 veces por turno	●	
3	Ajustar con ayuda de la llave de tensión.	2-3 veces por turno	●	
4	Tomar las puntas de los 8 Julios y unirlos cuidando que todas estén alineadas.	2-3 veces por turno	●	
5	Tirar de las puntas con ayuda de un lazo hasta donde se unirán con las puntas restantes de los Julios actuales.	2-3 veces por turno	●	
6	Alojar llaves de tensión de fileta en los 8 Julios.	2-3 veces por turno	●	
7	Enjuagar pozos de engomado.	2-3 veces por turno	●	
8	Cerrar llave de paso de los tanques de encolado.	2-3 veces por turno	●	
9	Desechar residuos. Agua utilizada para enjuagar.	2-3 veces por turno	●	
10	Dividir la tela por terminar en 8 partes.	2-3 veces por turno	●	
11	Cortar.	2-3 veces por turno	●	
12	Tirar de la tela restante en los Julios por terminarse hasta terminarla.	2-3 veces por turno	●	
13	Dividir la tela de los nuevos Julios en 8 partes.	2-3 veces por turno	●	
14	Amarrar ambas telas entre sí, respetando las 8 divisiones.	2-3 veces por turno	●	
15	Cortar sobrantes.	2-3 veces por turno	●	
16	Abrir la llave de paso del encolante para volver a llenar el tanque de engomado.	2-3 veces por turno	●	
17	Operar hasta que el nudo haya atravesado los tanques de engomado.	2-3 veces por turno	●	
18	Ajustar Julios.	2-3 veces por turno	●	El hilo debe quedar al ras de los extremos del Julio.
19	Encuartillar (realizar el conteo de hilos de acuerdo con modelo).	2-3 veces por turno	●	
20	Realizar separación de hilos por Julio con ayuda de lazos horizontales.	2-3 veces por turno	●	
21	Operar dejando que el encuartillado llegue al cabezal.	2-3 veces por turno	●	
22	Pepenar (de acuerdo con el conteo pasar los hilos sobre la peinetas).	2-3 veces por turno	●	
23	Dividir el conjunto de todos los hilos en 8 partes.	2-3 veces por turno	●	

ÁREA: PRODUCCIÓN
 PROCESO: ENGOMADO
 PUESTO: AYUDANTE ENGOMADOR
 ACTIVIDAD: PREPARACIÓN DE ENCOLANTE

EN CASO DE UN PROBLEMA MAYOR AVISAR A: Supervisor en turno

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

Preparación de la fórmula de engomado con la cual se dará tratamiento a la tela.

RESUMEN			EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD		
Almacén	▼		1	Botas de seguridad
Traslado	→		2	Cubrebocas
Operación	●	7	3	Faja
Inspección	■	2		
Manejo de Materiales	☐			
Demora	D			

Máquina: WEST POINT 2 Y 3 Referencia de Uso:

En caso de no utilizar máquina colocar: N/A (No aplica)

No.	Detalle del Método	Frecuencia de la actividad	Act.	Observaciones
1	Revisar las indicaciones para la preparación del encolante. En base al número de cuenta buscar en la especificación de condiciones del proceso de engomado el código de la fórmula a utilizar.	2-3 veces por día	■	
2	Buscar la especificación para el preparado de encolante de acuerdo con el código señalado.	2-3 veces por día	●	
3	Tomar sólidos necesarios del área de almacenamiento.	2-3 veces por día	●	
4	Vaciar la cantidad de agua requerida en los tanques para posteriormente vaciar los sólidos.	2-3 veces por día	●	
5	Comenzar a calentar mientras se revuelve la mezcla hasta que esta esté lo más homogénea posible.	2-3 veces por día	●	
6	Pasados unos minutos se debe revisar el porcentaje de grados brix presentes en la mezcla con ayuda de un refractómetro.	2-3 veces por día	■	Si los grados brix presentes sobrepasa especificaciones corregir agregando agua a la mezcla. La capacidad máxima de los tanques para la preparación de encolantes es de 1000 litros.
7	Posterior a esto medir la viscosidad de la mezcla con ayuda de una copa de viscosidad. Esto se hace sumiendo la copa en la mezcla para posteriormente retirarla mientras se cuentan los segundos que el líquido tarda en salir por el orificio inferior de la copa.	2-3 veces por día	●	
8	Por último se revisa la temperatura, esta no debe sobrepasar los 85 grados centígrados.	2-3 veces por día	●	El tiempo promedio que pasa para que la mezcla alcance esta temperatura varía 20-30 minutos
9	Una vez que la fórmula actual se termine cerrar la llave de paso y abrir la llave de la fórmula actual.	2-3 veces por día	●	

 Puesto que elabora
 Elaboró

 Puesto que revisa
 Revisó

 Líder de área de trabajo sistemas
 de gestión de calidad
 Validó

 Puesto que autoriza

 Líder de unidades de servicio logística,

Anexo 2. Procedimiento de mantenimiento autónomo de limpieza.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE LIMPIEZA	15/06/2021	
	CÓDIGO	VERSIÓN
	TD-PMA-01	01



PROCEDIMIENTO

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE LIMPIEZA

_____ Puesto que realiza Realizó	_____ Puesto que revisa Revisó	_____ LAT Sistema de Gestión de Calidad Validó
_____ Puesto que autoriza Autorizó	_____ LUS Logística, Calidad y compras Liberó	



**MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
DE LIMPIEZA**

15/06/21

1. OBJETIVO

Describir las actividades realizadas por el personal del área de producción en relación con el mantenimiento de las máquinas, herramientas y/o instrumentos que utilizan para el desarrollo de sus actividades cotidianas.

2. ALCANCE

Todo el personal del área de producción que tenga bajo su resguardo alguna máquina, herramienta y/o instrumento.

3. RESPONSABILIDADES

Los responsables de llevar a cabo el presente documento son:

Jefe de producción.

Gerente de urdido

Gerentes de tejido

4. REFERENCIAS

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

(Se describe la definición del término que se utilizan en el texto del documento y que pueden prestarse a diferentes interpretaciones. Esto con la finalidad de facilitar la comprensión por parte de quienes aplicarán o ejecutarán las diferentes actividades descritas en el documento).

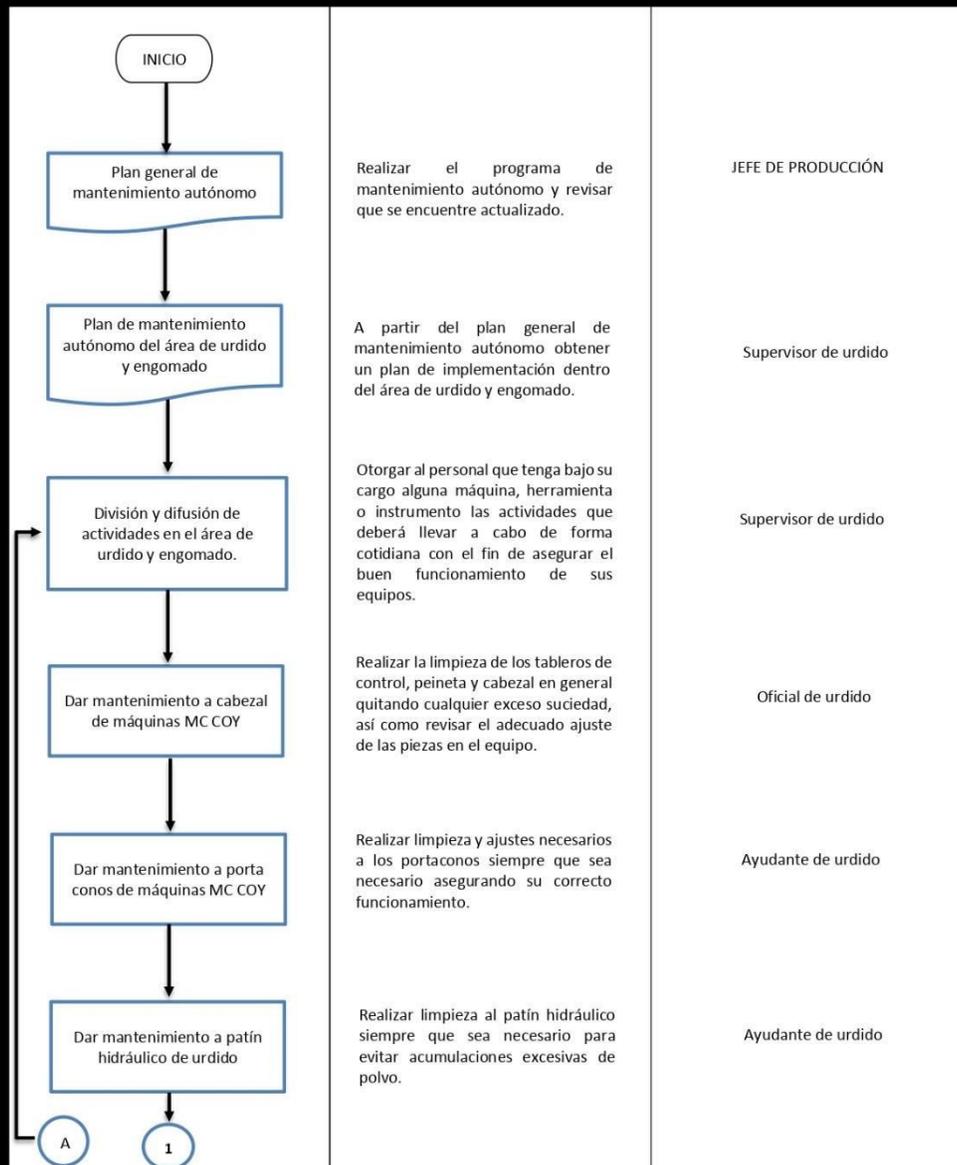
- ❖ Término: Definición del término. (Se pueden agregar todas las que sean necesarias para el buen entendimiento del contexto).

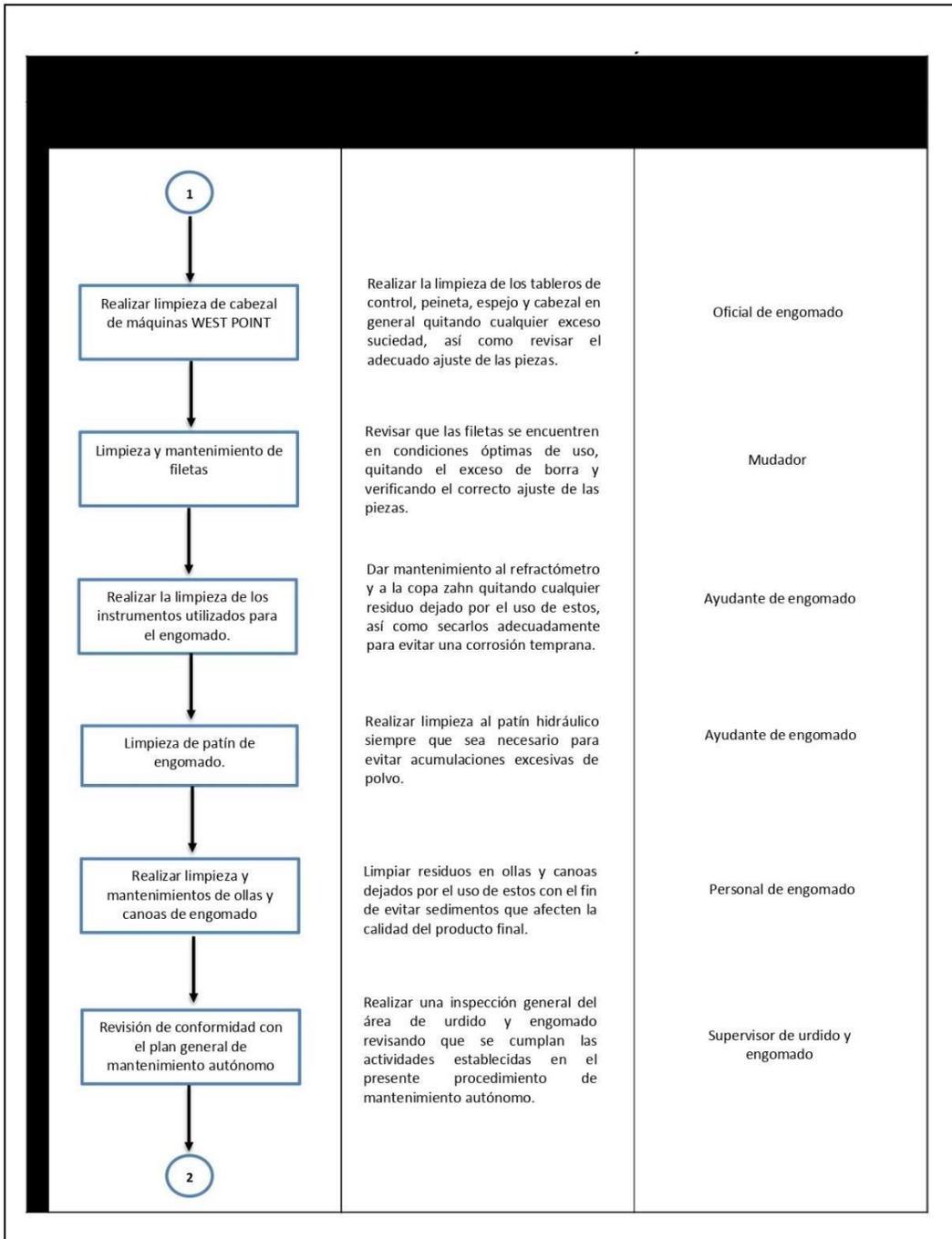
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE LIMPIEZA

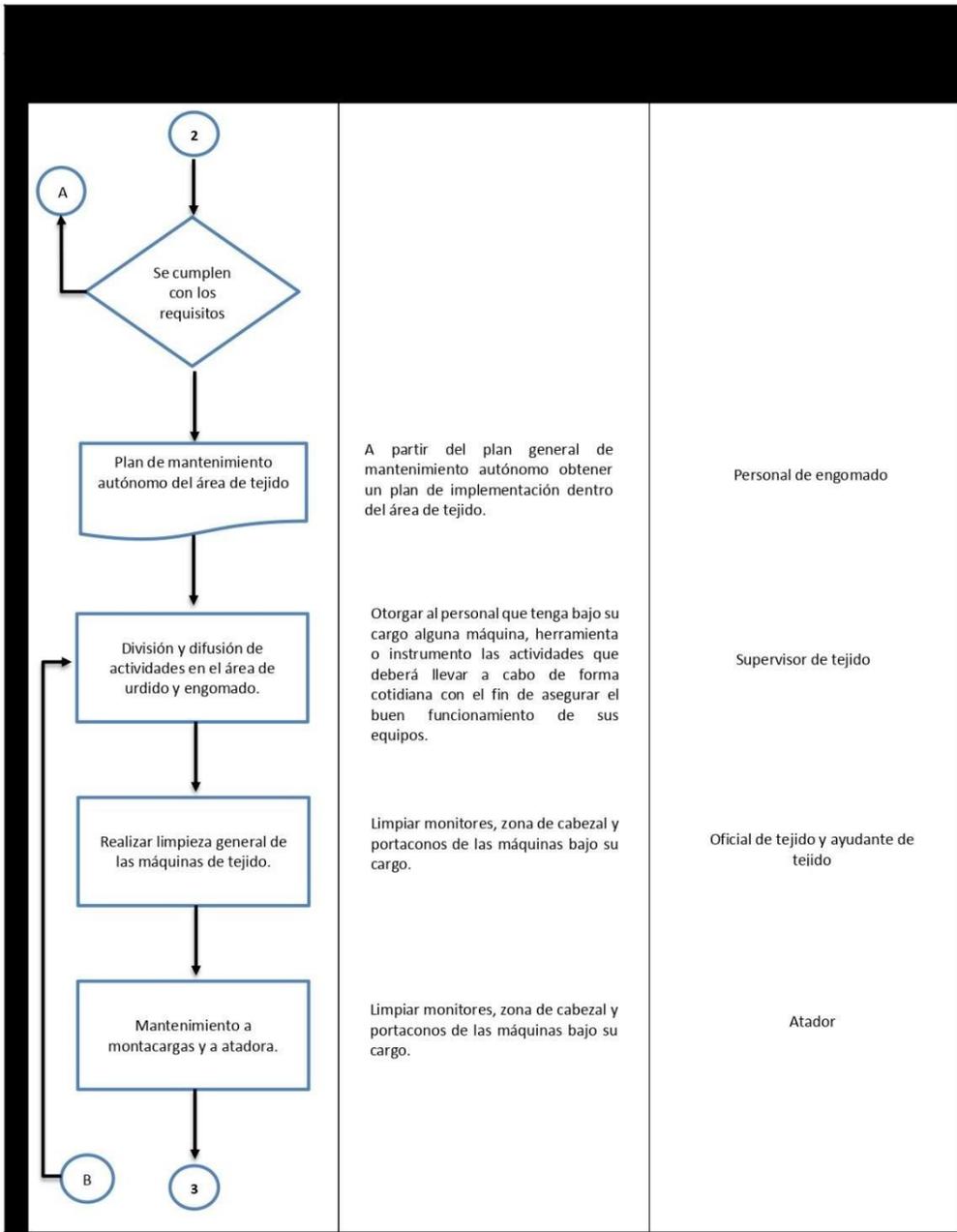
FLUJOGRAMA

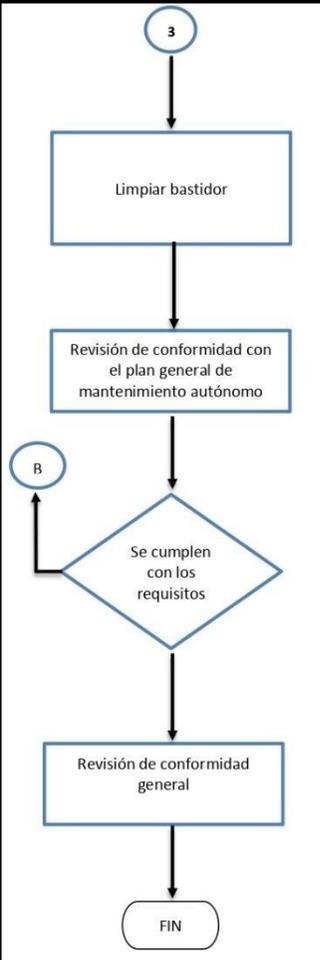
DESCRIPCIÓN

RESPONSABLE









Quitar exceso de borra del bastidor y revisar correcto ajuste de piezas.

Ayudante de atador

Realizar una inspección general del área de tejido revisando que se cumplan las actividades establecidas en el presente procedimiento de mantenimiento autónomo.

Supervisor de tejido

Realizar una inspección general del área de urdido y engomado revisando que se cumplan las actividades establecidas en el presente procedimiento de mantenimiento autónomo.

Jefe de producción

7. CONTROL DE CAMBIOS

Clave	No. De Pág. afectadas	Cambio	Fecha

8. ANEXOS

No hay anexos.

Glosario.

MC*: Máquina Mc Coy utilizada para realizar la urdimbre.

WP*: Máquinas West Point utilizadas para realizar el engomado de las telas.

Julio: cilindro metálico con bordes redondos en sus bases utilizado para enrollar hilos.

Cuenta: término utilizado para referirse al número de hilos ordenados paralelamente en un julio.

Orden: este término hace referencia a un número de folio asignado a cada orden de producción.

Fileta: conjunto de soportes donde se colocan y preparan los julios urdidos para ser engomados.

Canoa: es una parte de la máquina de engomado donde se deposita el encolante preparado para aplicarlo sobre los hilos.

Olla: parte externa de la máquina de engomado donde el encolante es preparado, cuenta con una capacidad de 1000 litros.

Calibre: término utilizado para referirse al número o calibre de un hilo.

Paraurdimbre: Sensor utilizado para detener la máquina en caso de que un hilo llegue a romperse.