



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

PROYECTO DE INVESTIGACION FASE I IDENTIFICANDO OPORTUNIDADES DE MEJORAS EN EL ÁREA DE AJUSTE A TRAVÉS DE LA HERRAMIENTA SMED

**PRESENTADO POR:
KEILA YAMILETH MENDEZ ZAVALA 21511176**

**ASESOR METODOLOGICO:
ING. ROBERTO RODRIGUEZ**

**ABRIL, 2019
SAN PEDRO SULA**

Resumen Ejecutivo

La siguiente investigación se llevó a cabo en el Área de Seteo la cual se empezará a nombrar de aquí en adelante como "Área de Ajuste" en la empresa HBI planta Confecciones Del Valle ubicada en el parque industrial de Buena Vista.

Teniendo como objetivo general Identificar oportunidades de mejora en el ajuste y reparación de máquinas malas en el área de Ajuste (Seteo) en la planta de HBI Confecciones del Valle a través de las herramientas de Lean Manufacturing.

El proceso que se maneja en la planta de costura es producción en lote; por esta situación ocurren constantemente ajustes en las máquinas para los diferentes cambios de estilo requeridos por el cliente. Una de las principales causas del Off Standard en la planta de costura es debido a la demora de entrega de las máquinas por parte del área de ajuste ya que como se mencionó anteriormente se debe cumplir con una gran demanda de máquinas ajustadas según especificaciones del cliente al momento de ingresar un nuevo requerimiento de estilo en la planta.

Se identificó que la razón principal por lo cual no se logra a tiempo el ajuste de las máquinas es la gran cantidad de máquinas malas que se presentan cada día en los equipos en arranque, por lo cual esto se considera como restricción para implementar el sistema SMED debido a que por causa de esta problemática muchos de los mecánicos que se encuentran ajustando las máquinas para los nuevos estilos son interrumpidos dejando a medias las máquinas ajustadas y por ende hacienda más largo el proceso de ajuste, ya que estos son solicitados en el piso de producción para reparar las máquinas malas en los equipos que ya comenzaron arranque.

Teniendo ya en consideración lo antes mencionado se procedió a investigar los defectos y las causas por las que se presentan tantas máquinas malas (preguntado a los mecánicos con en cada máquina que iban a reparar), la máquina que con más frecuencia tiende a presentar problemas, el tiempo de máquina mala (desde que la persona dejo de trabajar por causa de

la máquina mala hasta que el mecánico da la aprobación que ya esta buena), y el tiempo de reparación de las máquinas. Para poder obtener toda la información o datos se utilizó un formato en donde se iba registrando toda la información requerida cada vez que se reportaba una máquina mala juntamente con la técnica de observación y toma de tiempo, dicha información fue recopilada durante un mes comenzando del 18 de febrero al 14 de marzo con un total de 422 máquinas malas registradas.

Se puede mejorar el proceso de máquinas ajustadas al aplicar el sistema SMED el cual se pueden aplicar identificando las actividades de los procesos de ajuste y dividiéndolas en actividades que agregan y no agregan valor analizando estas últimas ya sea para reducir las o eliminarlas, de esta manera tomando en cuenta las actividades registradas que conllevan ajustar cada tipo de máquina se puede reducir hasta 17 min en promedio por máquina.

Al reducir los tiempos de máquina mala se tendrá más tiempo para ajustar las máquinas y aún más si se implementa la herramienta SMED lo que dará como beneficio reducir los tiempos de horas extras es decir que ayudara a disminuir los costos por sueldos en la empresa, y también se lograra cumplir a tiempo la meta de cambios de estilos en cada semana cumpliendo a la vez con la demanda de los clientes.

Índice de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
	2.1 Antecedentes	2
	2.2 Definición del problema	3
	2.3 Preguntas de investigación	4
	2.4 Objetivos	5
	2.4.1 Objetivo general	5
	2.4.2 Objetivos Específicos.....	5
	2.5 Justificación	6
III.	MARCO TEÓRICO.....	7
	3.1 Concepto de Lean Manufacturing y sus herramientas	7
	3.2 El desperdicio en la Manufactura Esbelta	8
	3.2.1 Tipos de desperdicios	8
	3.3 Valor agregado	9
	3.4 Herramienta SMED.....	10
	3.4.1 Cambio de utillaje o herramienta en una máquina	11
	3.4.2 Procedimiento para implementar SMED	13
	3.5 Trabajo estandarizado.....	21
	4.5.1 El trabajo estándar se compone de tres elementos	21
	4.5.2 ¿Para qué se implementa el trabajo estándar?	22
	4.5.3 La documentación del trabajo estándar sirve para lo siguiente	22
IV.	METODOLOGÍA.....	24
	4.1 variables de investigación	24
	4.2 Enfoque y métodos	24
	4.3 Técnicas e instrumentos aplicados	24
V.	RESULTADOS Y ANALISIS	25
	5.1 Actividades del área de Ajuste (seteo).....	26
	5.2 Análisis de los resultados obtenidos	27
	5.3 Como implementar el sistema SMED.....	28
	5.3.1 Procedimientos para Ajustar las máquinas	28
	5.4 Variables identificadas que impide la implementación del SMED.....	34

VI.	CONCLUSIONES	42
VII.	RECOMENDACIONES	43
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	47
	ANEXOS	49

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1	Ejemplo de calendario de arranque	2
Ilustración 2	Eficiencia semana cero de equipos en arranque.....	3
Ilustración 3	Eficiencia semanas 0 y 1 de equipos en arranque.....	4
Ilustración 4.	Tiempo de cambio de herramientas	12
Ilustración 5.	Capacidad con el Sistema SMED	13
Ilustración 6.	Value Stream Map.....	15
Ilustración 7.	Simbología del VSM.....	16
<i>Ilustración 8.</i>	<i>Etapas de 5's.....</i>	<i>17</i>
Ilustración 9	Diagrama de flujo del area de seteo	26
Ilustración 10	Tiempo de cambio de estilo de 12 piezas en minutos	27
Ilustración 11	Actividades para ajustar máquina Cover.....	30
Ilustración 12	Actividades para ajustar una máquina 212.....	31
Ilustración 13	Actividades de ajuste de la máquina ZZ.....	32
Ilustración 14	Actividades para ajustar una maquina Sorgete.....	33
Ilustración 15	Tiempo de cambio de 12 piezas por causa en minutos	35
Ilustración 16	Formato de máquinas malas	35
Ilustración 17	Cantidad de máquinas defectuosas	36
Ilustración 18	Defectos de maquinas.....	37
Ilustración 19	Tiempo de maquina mala.....	38
Ilustración 20	Tiempo de reparación por maquina en minutos.....	39
Ilustración 21	Tiempo de respuesta Vrs. tiempo de reparación	39
Ilustración 22	Causas que ocasionan fallas en las máquinas.....	41
Ilustración 23	Posible solución con primeros auxilios.....	43
Ilustración 24	Maquinas que conocen	44
Ilustración 25	Rack actual	46
Ilustración 26	Propuesta de rack.....	46

Glosario

1. **SMED:** sistema que permite la reducción tanto de los tiempos como de movimientos al instalar un cambio de utillaje necesario en una máquina de coser para producir de un estilo a otro.
2. **Asociado:** empleados de la empresa, personal directo que se encuentra realizando la fabricación de un producto en específico.
3. **Start-up ó Arranque:** muestra que se cose en la planta para la aprobación del estilo.
4. **Aditamentos o set:** todos los accesorios como folder, guías, prénsatelas y fruncidores que se hacen o modifican internamente en la planta.

I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se pretende identificar oportunidades de mejora en el ajuste y reparación de máquinas malas en el área de ajuste a través de la herramienta SMED una técnica japonesa con más de 50 años de antigüedad que ha tenido resultados de mejoras en los procesos a lo largo del tiempo.

El tiempo de preparación o ajuste en las máquinas para la realización de una operación es un factor que afecta tanto la eficiencia de la producción como la capacidad de llevar a cabo el cumplimiento de las metas estándares de inicio de una determinada operación debido a la influencia de diversas causas y elementos que surgen durante o antes de la preparación de maquinaria. El proceso productivo de las prendas de ropa interior en la planta de costura inicia con base a una serie de especificaciones de estilos variables constantemente según el requerimiento del cliente, para dar inicio a este proceso se debe considerar estas especificaciones al momento de ajustar una máquina de coser para que esta sea apta para cumplir con dichas especificaciones.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

El proceso que se maneja en la planta de costura es producción en lote; por esta situación ocurren constantemente ajustes en las máquinas para los diferentes cambios de estilo requeridos por el cliente. El constante cambio de modelo que se realiza en la línea hace que el tiempo de preparación sea mayor que el tiempo de producción; esto es un grave problema porque los objetivos de producción no se están cumpliendo. En la planta de costura se utilizan 6 tipos de máquinas para el proceso de confección de piezas, cada una se identifica a partir de una operación determinada según las especificaciones del estilo.

En la ilustración 1 se muestra el formato utilizado a nivel de la planta de costura en donde se muestra el trabajo planificado por semana en base a la demanda de los estilos.

Hbi HANESbrandsINC Fecha de actualización: ABRIL/20/2017 Planta: CDV Miembros presentes: Miembros ausentes: 1. ESTATUS Y PROGRAMACION DE CAMBIOS					Razones de Cambio 1-Materiales 2-Flujo de Trabajo 3-Cambio Demanda 4-Introduccion Nuevos E. 5-Limpieza de VIP					Wk17 L M M J V					Wk18 L	Wk19 L	Wk20 L
Equipo	Estilo Actual	Estilo Nuevo	Semana solicitud de set	STATUS DE MAQUINAS	Razon de Cambios	L	M	M	J	V	L	L	L				
A	4088	1032	W13		INTRODUCCION NUEVO E.	AM											
B	G308	G304	W13		CAMBIO DEMANDA	AM											
CASTILLOS BOYS	1960	1033	W13		INTRODUCCION NUEVO E.	AM											
D	6546	1032	W13		INTRODUCCION NUEVO E.		PM										
E	G199	1033	W13		INTRODUCCION NUEVO E.			AM									
F	6546	1033	W13		INTRODUCCION NUEVO E.				AM								
START UP		9428	W16		INTRODUCCION NUEVO E.												
A	8L10	1033	W13		INTRODUCCION NUEVO E.						X						
B	4910	7958	W14		CAMBIO DEMANDA						X						
C	3372	4E77	W16		CAMBIO DEMANDA						X						
D	4886	7576	W14		LIMPIEZA WIP						X						
A	4573	0455	W14		LIMPIEZA WIP							X					
EQUIPO PENDIENTE	DH HU05	6545	W11		CAMBIO DEMANDA							X					
EQUIPO PENDIENTE	DH HU08	1004	W16		CAMBIO DEMANDA							X					
EQUIPO PENDIENTE	DH HU08	3463	W16		CAMBIO DEMANDA							X					
EQUIPO PENDIENTE	G199	1960	W16		CAMBIO DEMANDA							X					
X	7576	4886	W16		CAMBIO DEMANDA								X				
EQUIPO PENDIENTE	X	D653	W16		CAMBIO DEMANDA								X				
EQUIPO PENDIENTE	X	7540	W16		CAMBIO DEMANDA								X				

Ilustración 1 Ejemplo de calendario de arranque

Fuente: (CDV HBI)

2.2 Definición del problema

Actualmente la planta de costura, Confecciones del Valle, presenta algunos problemas con el cumplimiento de la meta de producción, como también en la meta de eficiencia de los equipos en arranque. Una de las principales causas que se ha notado es debido a los paros de los equipos por maquinaria mala; generando cuellos de botella tanto en la producción como en la entrega de maquinaria de costura a los equipos de producción para comenzar a producir cuando se realiza un cambio de estilo.

Actualmente el área de ajuste solo cuenta con 12 mecánicos y la mayoría de ellos siempre se solicitan en el piso de producción para reparar las máquinas de los equipos en arranque cuando están en las semanas cero y primera; en lugar de estar ajustando las máquinas para los estilos entrantes, y es por esa razón que para poder cumplir con la demanda de máquinas ajustadas se trabajan horas extras.

En los siguientes gráficos podemos apreciar la eficiencia de los equipos en arranque del mes de enero y parte del mes de febrero en su semana cero (entrenamiento) y en su primera semana y claramente podemos observar que en la mayoría de las semanas no se está cumpliendo con la meta de eficiencia.

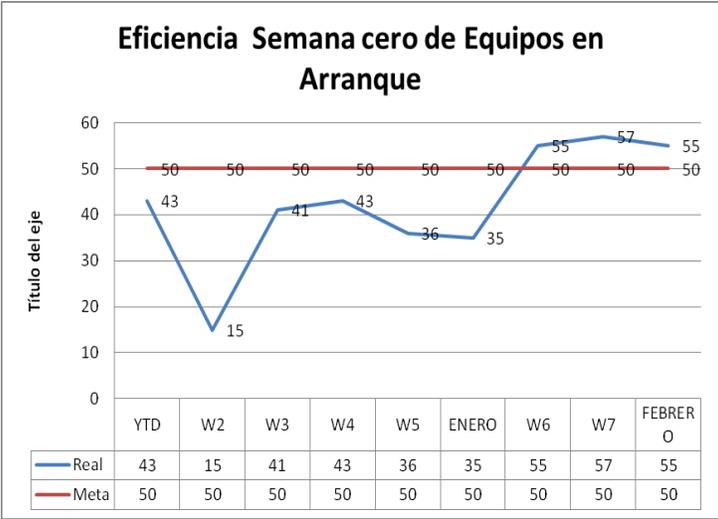


Ilustración 2 Eficiencia semana cero de equipos en arranque

Fuente: (CDV HBI)

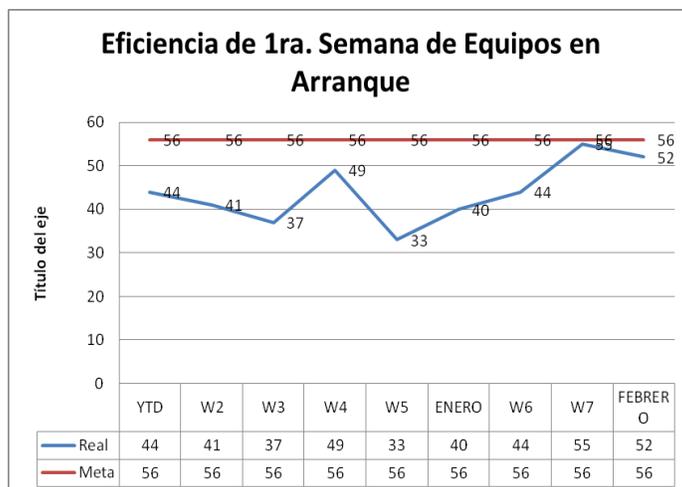


Ilustración 3 Eficiencia semanas 0 y 1 de equipos en arranque.

Fuente: (CDV HBI)

2.3 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las causas que ocasionan retrasos en el proceso de ajuste en las máquinas?
2. ¿Cómo aplicar los principios del SMED a los procesos de ajuste en las máquinas para que se logre el cumplimiento de máquinas ajustadas a tiempo?
3. ¿Cuáles son las variables o restricciones que impiden la implementación de la herramienta SMED en los procesos de ajustes en las máquinas?
4. ¿Qué beneficios se pueden obtener al reducir el tiempo de las máquinas malas de los equipos en arranque?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- ❖ Identificar oportunidades de mejora en el ajuste y reparación de máquinas malas en el área de Ajuste (Seteo) en la planta de HBI Confecciones del Valle a través de las herramientas de Lean Manufacturing.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar cuáles son las causas que ocasionan retrasos en el proceso de ajuste de las máquinas.
- Analizar cómo se pueden aplicar los principios del SMED a los procesos de ajustes en las máquinas para que se logre el cumplimiento de máquinas ajustadas a tiempo.
- Identificar cuáles son las variables o restricciones que impiden la implementación de la herramienta SMED en los procesos de ajustes en las máquinas.
- Conocer los beneficios que se pueden obtener al reducir el tiempo de máquinas malas de los equipos en arranque.

2.5 Justificación

Una de las principales causas del Off Standard en la planta de costura es debido a la demora de entrega de las máquinas por parte del área de ajuste ya que se debe cumplir una gran demanda de máquinas ajustadas según especificaciones del cliente al momento de ingresar un nuevo requerimiento de estilo en la planta.

El seteo de las máquinas requiere de una serie de actividades según el tipo de máquina y operación, debido a esto existe una gran variación del tiempo de ajuste. Una máquina específica puede requerir diversas operaciones según lo que se solicita y por lo tanto el mismo tipo de máquina puede variar en el tiempo de seteo de ésta. Debido a esto, se consideró como referencia en la etapa de documentación tipos de operaciones según los estilos requeridos actualmente por el cliente para así cubrir un registro por máquina y no por operación.

Al implantar el sistema de cambio de herramienta (SMED), disminuirá tanto tiempos como movimientos, con el fin de elevar la producción, evitar condiciones de riesgo y mejorar la calidad y eficiencia, llevándolo a un proceso más flexible, y así realizar rápidamente cambios en las máquinas de costura que formen parte de la Mejora Continua.

III.MARCO TEÓRICO

En este capítulo se pretende explicar sobre los distintos temas y conceptos que se van a discutir a lo largo de esta investigación con el propósito de facilitar la comprensión del diseño de investigación y análisis del trabajo realizado, establecer el marco teórico permitirá visualizar el desarrollo del problema de la investigación y conocer la situación que la empresa HANES *Brands* Inc (HBI) presenta respecto al cambio de ajuste y arranque de un nuevo estilo.

Partiendo del contexto que debido a que el comportamiento de los clientes en el mercado es cada vez más exigente y estos buscan satisfacer su demanda con productos cada vez más personalizados, las empresas se ven obligadas a fabricar lo que demanda el cliente en el momento oportuno, cantidad y especificaciones correctas (Gil García, 2012).

3.1 Concepto de Lean Manufacturing y sus herramientas

Lean es una palabra inglesa que traducida al español significa "sin grasa, escaso, esbelto", pero cuando es aplicada a un sistema productivo significa "ágil, flexible", es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente.

El lean manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, kan-ban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios (Rajadell, 2010).

Rajadell (2010) Afirma: "El principio fundamental de lean manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros" (p. 6).

3.2 El desperdicio en la Manufactura Esbelta

Gonzales (2007) Menciona que el concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por Frank Gilbreth (pionero del estudio de los movimientos de las personas) el cual detectó a un albañil, que en cada ocasión que necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para ello introdujo un pequeño andamio, el cual acercaba los ladrillos a la altura de la cintura del albañil, lo que permitió al albañil trabajar tres veces más rápido (eliminando movimiento) y con mucho menos esfuerzo.

También cita a Frederick Taylor, el cual a diferencia de Gilbreth, que se enfocaba a la reducción de movimientos, se enfocaba a la reducción del tiempo de los procesos. Encontrar la mejor forma de hacer las cosas ("The one best way"), él introdujo el estudio de tiempos y movimientos.

3.2.1 Tipos de desperdicios

Toyota ha encontrado 8 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura los cuales se describen a continuación:

- 1. Sobreproducción:** Hacer más de lo que el cliente ha solicitado
- 2. Inventario:** Más producto a la mano del que el cliente necesita
- 3. Transportación:** Mover el producto más de lo que es necesario

4. Espera. Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso.

5. Movimiento: Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella está realizando una secuencia de trabajo

6. Sobre procesamiento: Hacer más cosas al producto de las que el cliente pidió

7. Corrección: Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera retrabajo o inspección. Incluye scrap y asuntos de apariencia.

8. Talento Humano: La creatividad desaprovechada impacta negativamente en la empresa, ¿de qué forma aprovechan las iniciativas en tu empresa?, estoy segura que tus colaboradores tienen muchas ideas, sólo falta orientarlos (Aca, 2018).

3.3 Valor agregado

Se inicia examinando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente (tanto para el cliente del siguiente proceso dentro de la línea de producción como para el cliente externo). Ponerse del lado del cliente crea valor, es una prueba crítica de cualquier actividad. El cliente paga por las cosas que cree que tienen valor. Esto es muy diferente a pensar que ellos compran las cosas que nosotros pensamos que son valiosas.

Se considera “valor” cualquier cosa por la que un cliente estará dispuesto a pagar. Cualquier actividad que no incremente el precio que pagaría el cliente solo agrega costos al proyecto.

El flujo de valor se compone de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente. Muchas de las tareas que

emprendemos no agregan ningún valor adicional al cliente por el que estaría dispuesto a pagar.

Las tareas que no agregan valor al cliente se consideran desperdicios y podrían eliminarse de la corriente de valor. Por su parte, algunas tareas son desperdicios, pero necesarias para poder completar el proyecto en tiempo y forma (actividades que no agregan valor tipo 1). El objetivo último del pensamiento Lean será quitar tanto muda del flujo de valor como sea posible.

Actividades NAV tipo 1: actividades parcialmente sin valor agregado, pero necesarias para completar las tareas. Solo agregan costos al proyecto.

Actividades NAV tipo 2: actividades que carecen de valor agregado es decir que son desperdicios por lo tanto se tienen que eliminar.(Lledo, s. f.)

3.4 Herramienta SMED

El sistema SMED fue desarrollada por Shigeo Shingo y nace como herramienta para alcanzar una producción Lean, con el objetivo de poder fabricar lotes cada vez más pequeños y satisfacer las nuevas exigencias del mercado global.

Efectivamente, el sistema SMED, según su creador Shigeo Shingo, tiene sus orígenes en ciertos trabajos que le fueron encargados, en 1950, en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente alrededor de los años setenta del siglo pasado cuando realizaba trabajos para Toyota y esta adopto, promovida por los propios operarios, el sistema SMED como uno de los pilares básicos de su modo de fabricación. Las técnicas

SMED requieren un cambio de actitud, un método de mejora continua, de forma que cualquier empresa que las adopte debe realizar esfuerzos para conseguir tiempos de preparación cada vez más cortos (Rajadell, 2010).

Sacristán (2009) Define esta metodología de la siguiente manera "SMED (Single Minute Exchange of Die) cambio de útiles-herramientas suficientemente corto (menor a 10 minutos). SMED es un método para reducir el tiempo de cambio de pieza a fabricar (realizarlo en el tiempo más breve posible)" p. 65.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda; alcanzando en las líneas de producción un mejor rendimiento-disponibilidad y una mejora de los flujos. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir inventarios innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación (Valenzuela & Palacios, 2010).

3.4.1 Cambio de utillaje o herramienta en una máquina

Es el conjunto de operaciones que se desarrollan por los operadores desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio.

Según Minor (2014) "El tiempo de cambio de formato se define como el tiempo que transcurre desde que se produce la última pieza correcta del producto A, hasta que se produce la primera pieza correcta del producto B, a la eficiencia total". p. 7

El tiempo de un cambio de herramientas se debe medir como se muestra en la siguiente figura

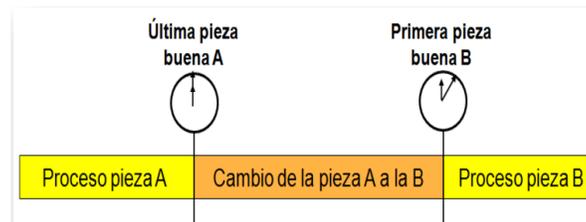


Ilustración 4. Tiempo de cambio de herramientas

Fuente: (Minor, 2014)

El tiempo de cambios de herramientas va al costo del producto, por lo que, entre más largo es este cambio de herramientas más costos absorbe el producto final.

Minor (2014) Afirma que una de las cosas que busca SMED es ayudar a tener un sistema de Lean Manufacturing, ya que al tener cambios de herramientas más cortos, se tendrá la posibilidad de generar más lotes de diferentes productos en el mismo tiempo que se tenía antes. Como se muestra en la ilustración 5 donde podemos observar que se producen el doble de lotes de los mismos productos en el mismo tiempo.

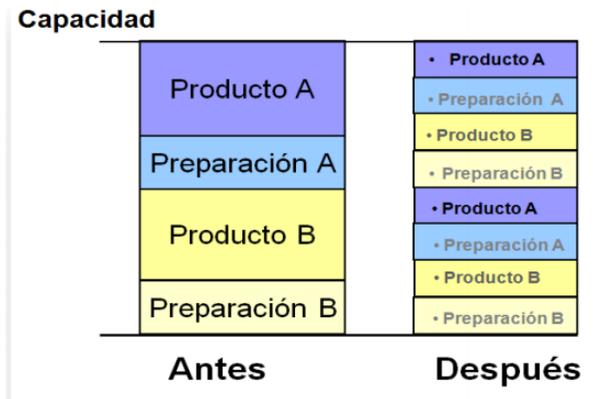


Ilustración 5. Capacidad con el Sistema SMED

Fuente: (Minor, 2014)

Según Rajadell (2010) “En las empresas japonesas, la reducción de tiempo de preparación no la promueve el personal de organización científica del trabajo, sino los propios operarios, reunidos en pequeños grupos de trabajo” (p. 125).

La aplicación de esta técnica exige la consideración de tres ideas fundamentales:

- Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta *casi* eliminarlos completamente.
- No es solo un problema técnico, sino también de organización.
- Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor coste.

3.4.2 Procedimiento para implementar SMED

❖ **Antes de la implementación**

Antes de iniciar un proceso de implementación de lean manufacturing es recomendable hacer un diagnóstico de la situación actual de la empresa por medio de un value stream map para identificar las áreas de mejora, poner en práctica las 5's ya que al tener el área de trabajo limpia y ordenado se facilita el trabajo ya que todo lo que se va a necesitar (herramienta y materiales) están a la mano y por último y no menos importante se debe de realizar el mantenimiento productivo total (TPM) ya que este es un instrumento clave para poder implementar otras herramientas dado que los equipos son un insumo básico en los procesos.

➤ **Value stream map**

Antes de iniciar un proceso de implantación de lean manufacturing, es necesario cartografiar la situación actual utilizando la herramienta value stream map, ya que este nos dará una mejor visión del flujo de material y de información con el objetivo de poder identificar actividades que no aportan valor añadido y eliminarlas para ser más eficientes (Rajadell, 2010) . También es necesario para determinar si la máquina es un cuello de botella (Diaz & Ruiz, 2003).

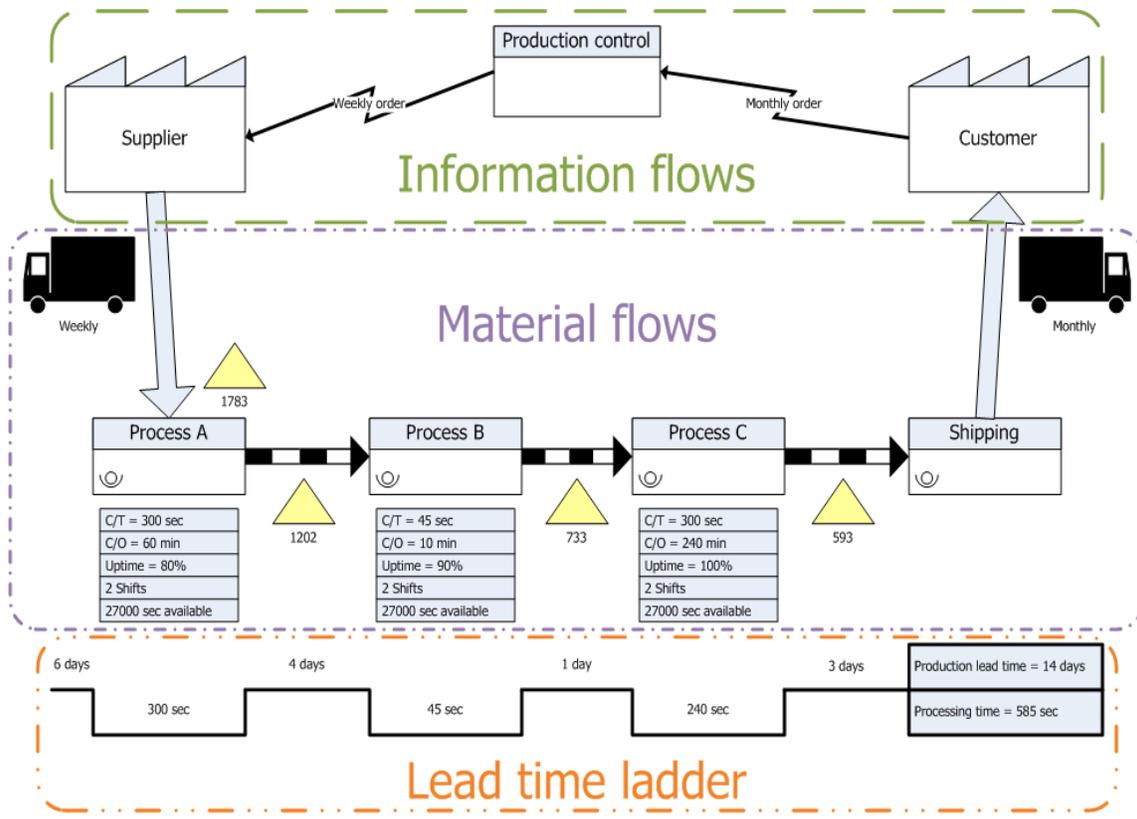
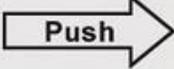


Ilustración 6. Value Stream Map

Fuente: (Rajadell, 2010)

 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado						
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="607 432 768 604"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<table border="1" data-bbox="857 453 1019 527"> <tr><td>máx. 30 Piezas</td></tr> <tr><td>—FIFO—</td></tr> </table> Flujo de Materiales en Secuencia	máx. 30 Piezas	—FIFO—	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.									
C/S: 400 seg.									
2 Turnos									
OEE: 60%									
máx. 30 Piezas									
—FIFO—									
<table border="1" data-bbox="354 667 516 779"> <tr><td>Viernes & Miércoles</td></tr> </table> Transporte por Camión	Viernes & Miércoles	 Transporte interno	 Supermercado						
Viernes & Miércoles									

 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	<table border="1" data-bbox="854 972 1011 1083"> <tr><td>Plano Diario</td></tr> </table> Plan de Producción	Plano Diario	<table border="1" data-bbox="1089 961 1268 1094"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Caja de Nivelado									
Plano Diario													
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote										
 Secuenciador	 Ajustes "Informales" del Plan de Producción												

Ilustración 7. Simbología del VSM

Fuente: (Rajadell, 2010)

➤ Metodología 5's

Las 5's constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo.

Se dice que, si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5's, cualquier otro sistema de mejoramiento de los procesos está destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, sólo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en estas Cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología y mayor inversión (Socconini, 2017).

Un programa de 5's se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:



Ilustración 8. Etapas de 5's

Fuente: (Socconini, 2017)

➤ **Herramienta TPM.**

“El mantenimiento productivo total es una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas, al introducir los conceptos de: Prevención, cero defectos ocasionados por máquinas, cero accidentes, cero defectos, participación total de las personas” (Socconini, 2017, p. 175).

Socconini (2017) Afirma que en las empresas de manufactura, el mantenimiento de las máquinas representa un problema si no es el adecuado, ya que impide la continuidad en la producción. Además, es uno de los mayores generadores de desperdicio en productos y gastos operativos debidos a reparaciones. Esto resulta crítico si los procesos dependen en gran medida de la automatización o si se trata de procesos continuos.

Socconini (2017) Afirma: “También sabemos que, en general, el costo del mantenimiento en una planta puede llegar a representar entre 10% y 40% del costo de operación; de ahí la importancia de su correcta implementación” (p. 177).

Algunos de los beneficios son:

- Reduce significativamente los gastos por mantenimiento correctivo (descomposturas no programadas).
- Da continuidad en las operaciones de la planta.
- Reduce el número de defectos y productos rechazados que son generados por máquinas en mal estado.
- Reduce los costos operativos hasta en 30%.

❖ **Durante la implementación**

Socconini (2017) Da una pauta de los pasos que se deben seguir para empezar la implementación del SMED.

➤ **Observar y medir el tiempo total de cambio.**

La observación consiste en saber seleccionar aquello que queremos analizar. Se suele decir que "Saber observar es saber seleccionar". Para la observación lo primero es plantear previamente qué es lo que interesa observar. En definitiva haber seleccionado un objetivo claro de observación (Meyers, 2009).

En esta fase el equipo kaizen observara detalladamente un cambio. Uno de los miembros del equipo grabara en video la secuencia completa, incluyendo movimientos de las personas y movimientos de las manos de los operadores o del personal que esté realizando el cambio de producto o los ajustes de las máquinas, el resto del equipo buscara oportunidades de mejora.

Si no se puede grabar el video, también es recomendable usar una de las técnicas del estudio de tiempo, que es la toma de tiempo con cronometro; la cual consiste en ir registrando cada actividad realizada con su respectiva duración de tiempo (Meyers, 2009).

➤ **Separar las actividades internas de las externas.**

Según Shingo (1993) existen dos tipos de actividades:

- Preparación interna (IED) =Preparación con máquina parada: acciones que requieren inevitablemente que la máquina se haya detenido.

- Preparación externa (OED) =Preparación con máquina en marcha: acciones que pueden efectuarse mientras la máquina opera.

➤ **Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.**

La conversión de las operaciones de preparación internas en externas es quizás el principio fundamental del SMED. En este paso se analizará cuales actividades que se realizan durante el paro se podrán simplificar o mejorar.

➤ **Reducir las operaciones internas**

La reducción de las operaciones internas se consigue mediante las siguientes acciones:

- Utilizar cambios rápidos para los componentes y soportes.
- Eliminar herramientas utilizadas (destornilladores, llaves Allen, etc.).
- Utilizar códigos de colores (para facilitar la gestión visual).
- Establecer posiciones prefijadas de utillajes a la hora de cambiar (guías, topes, paros, etc.).

➤ **Reducir las operaciones externas**

Las operaciones externas se reducen de la misma manera que se hace con las operaciones internas, integrando los movimientos de los operarios, teniendo los estándares de línea actualizados y validados y estando todos los operarios formados adecuadamente.

❖ **Después de la implementación del SMED**

➤ **Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.**

Es importante que cuando se logra conseguir una mejora en un proceso poder documentarla y estandarizarla ya que de lo contrario se obtendrá mucha variabilidad en el proceso.

3.5 Trabajo estandarizado

“El trabajo estandarizado es exclusivo de Toyota y se originó dentro de la compañía durante varias décadas. El concepto se basa en el análisis de tiempo, trabajo y movimiento para proporcionar una solución eficiente para equilibrar el trabajo con respecto a la demanda” (Kato & Smalley, 2011, p. 116).

El trabajo estandarizado hace posible aplicar los elementos de Lean Manufacturing ya que define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos. Para entender el trabajo estándar no hace falta más que observar (midiendo) el trabajo de los operadores (Socconini, 2017).

Liker & Meier (2008) afirma: “Todo el trabajo puede no ser repetible y predecible, pero todo el trabajo supone *muda* (desperdicio) y uno de los principales propósitos del trabajo estandarizado es analizar el trabajo por desperdicio y eliminarlo sistemáticamente” (p. 109).

4.5.1 El trabajo estándar se compone de tres elementos

- Tiempo takt (rapidez de la demanda).
- Secuencia estándar de las operaciones.
- Inventario estándar en proceso.

4.5.2 ¿Para qué se implementa el trabajo estándar?

Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño, lo cual será el fundamento de las mejoras.

Villaseñor & Galindo (2007) Afirman: "El trabajo estandarizado provee las bases para tener altos niveles de producción, calidad y seguridad" (p. 59).

El objetivo no es apilar la carga de trabajo, sobrecargando al trabajador (es decir, muri). El objetivo es la eliminación de detalles de trabajo innecesarios, movimientos innecesarios u otras actividades sin valor agregado para lograr verdaderas mejoras de productividad, en otras palabras, Kaizen (Kato & Smalley, 2011).

4.5.3 La documentación del trabajo estándar sirve para lo siguiente

- Asegura que la secuencia de las acciones del operador sea repetible.
- Apoya el control visual, creando así un ambiente para detectar anomalías fácilmente.
- Ofrece una ayuda para comparar la documentación con los procesos actuales.
- Es una herramienta para iniciar acciones de mejora.
- Facilita el método de documentación de las mejoras.
- Establece un banco invaluable de información que se puede consultar cuando es necesario,
- Ayuda a mantener un alto nivel en repetitividad,
- Asegura operaciones más seguras y efectivas.
- Mejora la productividad.

- Ayuda al balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el ciclo del tiempo takt.
- Reduce la curva de aprendizaje de los operadores.

Muchos asociados por no decir todos al escuchar que la empresa quiere estandarizar el método de trabajo lo primero que piensan es que el trabajo estandarizado es tenerlos como robots y que estrictamente todos tienen que realizar en su totalidad su trabajo de la misma manera y con el mismo ritmo; de manera que no puedan utilizar su creatividad, y pues es fácil entender porque la gente llega a esta conclusión ya que "El término *estandarizado*, después de todo, significa hacer lo mismo, y ciertamente algunas empresas han utilizado la estandarización como una manera de controlar y sofocar la creatividad del empleado" (Liker & Meier, 2008, p. 112). Esta pues no es la intención de Toyota desarrollar empleados mecánicos que no sean más creativos que un robot y tampoco tiene que ser la nuestra.

Lo que los líderes de Toyota hacen es identificar los aspectos más críticos y comúnmente repetidos de cada trabajo, aprenden cómo puede ser desempeñado impecablemente, documentan estas prácticas y luego con diligencia capacitan a la gente para seguir los procedimientos estándar. Existen otras partes en la mayoría de los trabajos que son menos críticas y que tienen un rango más amplio de aceptabilidad o que se realizan muy rara vez y por lo mismo no necesitan un estricto control (Liker & Meier, 2008, p. 113).

IV.METODOLOGÍA

4.1 variables de investigación

Las variables a investigar y analizar son las siguientes:

- Tiempo de cambio de estilo.
- Procesos de ajustes de máquinas.
- Tiempo de maquinaria mala en los equipos en arranque.
- Defectos de máquinas malas.

4.2 Enfoque y métodos

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo mixto, su método es de carácter descriptivo; ya que se pretende analizar las variables antes mencionadas de forma individual. (Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2010).

4.3 Técnicas e instrumentos aplicados

Las técnicas e instrumentos aplicados para la obtención de datos e información fueron los siguientes

- **Observación y toma de tiempo:** Esta técnica fue aplicada con la ayuda de un cronometro para medir el tiempo (segundos) que los mecánicos se tardan en ajustar una máquina, se observó y registro a detalle cada proceso que lleva el ajuste de las diferentes máquinas (Zigzag, cover, plana de una aguja, plana de doble aguja y taker), se eligió a un mecánico diferente por máquina.
- **Formato:** Para dar seguimiento y llevar un registro de las máquinas mala en el arranque se hizo un formato en el cual especificaba el tipo de máquina, defecto,

tiempo de respuesta de los mecánicos y tiempo de reparación, la corrección que se hizo; entre otros datos.

- **Consulta a expertos y datos secundarios:** Para medir los tiempos de cambio de estilo se obtuvo información por medio de los encargados del área de Ajuste; los cuales a la vez proveyeron los registros actuales de los mismos.

V. RESULTADOS Y ANALISIS

En esta sección se dará a conocer los hallazgos encontrados a través de las técnicas e instrumentos aplicados en esta investigación los cuales nos darán información sobre la situación actual que presenta la empresa HANES *brands* INC respecto al Tiempo de ajuste de las máquinas y arranque de un nuevo estilo.

Para comenzar con el análisis de la situación actual, es preciso resumir el funcionamiento del proceso actual para determinar el arranque de los nuevos estilos; lo cual se lleva a cabo por los líderes del área de Ajuste.

En planta Confecciones del Valle Hbl se fabrican diversos estilos de brassier, los cuales varían en especificaciones según los requerimientos del cliente. Semanalmente se lleva a cabo una reunión a nivel corporativo en la cual se reúnen por medio de conferencia todos los coordinadores de las áreas de Ingeniería, Planeación, Producción y Logística para hacer un despliegue de los nuevos estilos que van a entrar a producción requeridos por el cliente. El objetivo es conocer las especificaciones de los nuevos estilos para su preparación en el caso del área de Ajuste por parte de la planta de Costura, se definen los estilos que serán asignados a los próximos equipos de arranque y así comenzar a asignar el trabajo de ajuste de maquinaria el cual consiste en realizar un procedimiento de ajuste de la maquinaria que se utilizará según la operación a realizar para cuando estos estilos entren a status de arranque. Para iniciar la producción de los nuevos estilos entrantes se debe contar con los

equipos de arranque, los cuales se enfocan en dar inicio a la fabricación de las primeras 12 piezas para luego ser aprobadas y comenzar la producción de dichos estilos nuevos.

5.1 Actividades del área de Ajuste (seteo)

Para tener una mejor comprensión en este diagrama de flujo se muestran las actividades que el área de Ajuste tiene que llevar a cabo.

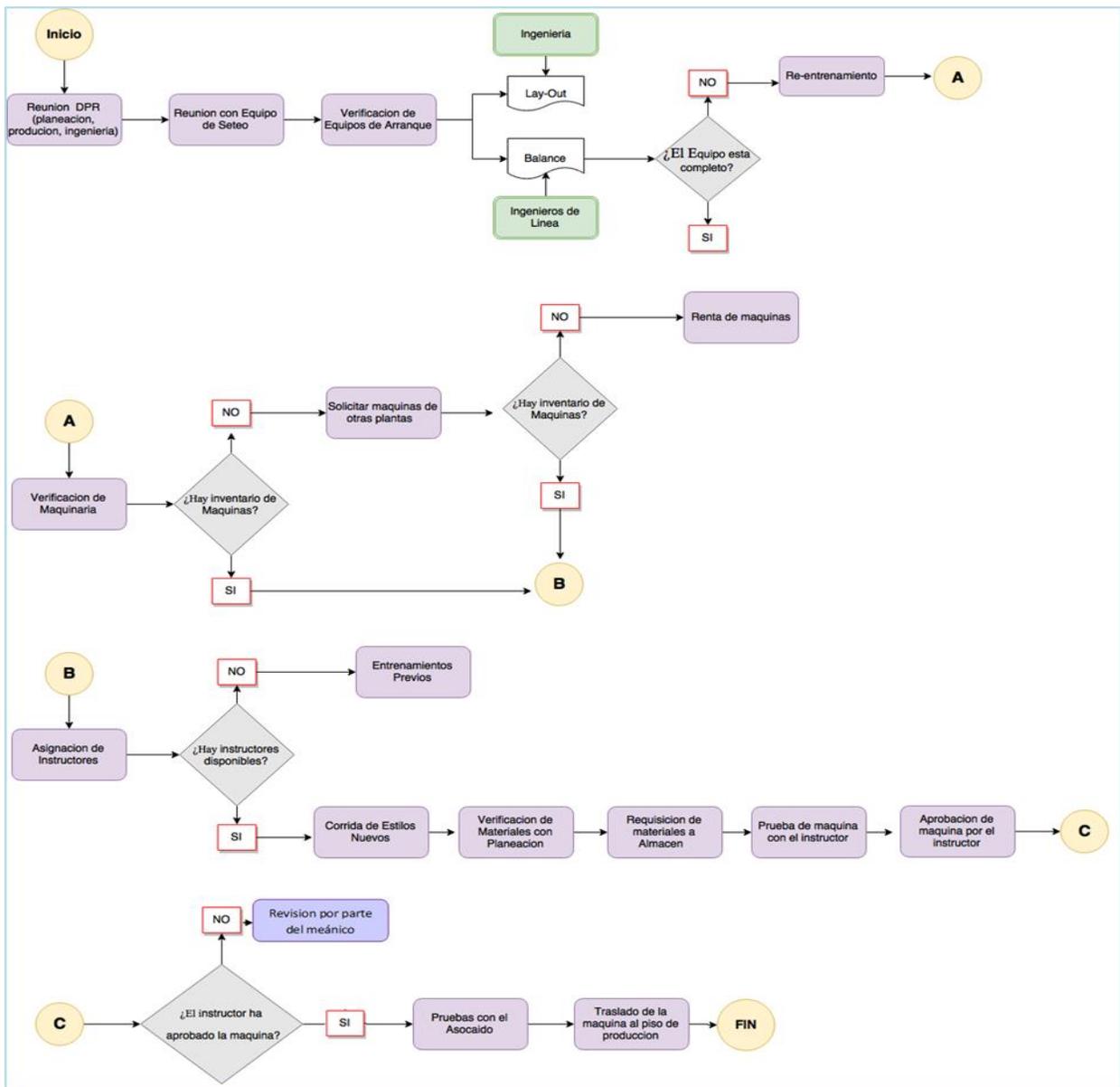


Ilustración 9 Diagrama de flujo del área de Ajuste

Fuente: (CDV HBI)

5.2 Análisis de los resultados obtenidos

Una de las principales causas del Off Standard en la planta de costura es debido a la gran cantidad de máquinas malas que se presentan cada día, dando como resultados cuellos de botella que hacen que el tiempo de cambio de estilo sea más largo tanto en la producción como en la demanda de maquinarias ajustadas para los nuevos arranques por parte del área de Ajuste

En la siguiente grafica podemos ver que la meta que se persigue para el tiempo de cambio de un estilo a otro es de 60 min o menos, pero claramente se puede observar que en la realidad este tiempo de cambio dura 135 min aproximadamente. Esta grafica fue proporcionada por el líder del área de Ajuste.

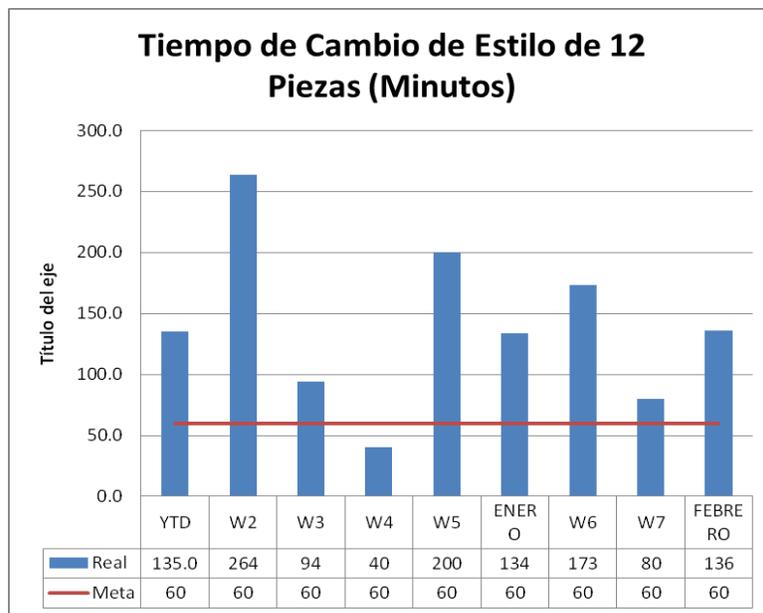


Ilustración 10 Tiempo de cambio de estilo de 12 piezas en minutos

Fuente: (CDV HBI)

5.3 Como implementar el sistema SMED

En esta investigación no se pretende dejar implementada la herramienta SMED, solo analizar y dejar documentada la manera en la cual se puede implementar y mostrar que al hacerlo se puede lograr mejoras en el cumplimiento de las máquinas ajustadas para los nuevos estilos de los equipos que entran en arranque.

Es necesario que la planta Confecciones del Valle Costura implemente el Sistema SMED pues una de las cosas que busca SMED es ayudar a tener un sistema de Lean Manufacturing, ya que al tener cambios de herramientas más cortos, se tendrá la posibilidad de generar más lotes de diferentes productos en el mismo tiempo que se tenía antes y es justamente lo que se quiere en la planta de Confecciones del valle ya que como se mencionó anteriormente no se logran ajustar todas las máquinas de los nuevos estilos entrantes cada semana y el tiempo de cambio es muy largo.

Ya que el objetivo general de la herramienta SMED es reducir drásticamente el tiempo que se tarda en realizar los cambios de maquinaria o equipos, se planteó implementar este sistema dividiendo las actividades para ajustar las máquinas en actividades que agregan valor (AV) y actividades que no agregan valor (NAV); se planteó de esta manera debido a que todas las actividades son internas y manuales, y estas no son complicadas ni exhaustas sino que hay demoras debido a las actividades de preparar las herramientas y materiales complementarios de la máquina previo a la puesta en marcha.

5.3.1 Procedimientos para Ajustar las máquinas

A continuación, se muestra el mapeo o actividades que se llevan a cabo para ajustar los diferentes tipos de máquinas con sus respectivos tiempos en segundos, a la vez se incorporaron las columnas "Reducir tiempo y Eliminar" las cuales se pueden tomar en cuenta como parte de la metodología SMED ya que al aplicarlas se logra disminuir el tiempo de ajuste de las máquinas.

Las actividades a las cuales se le redujeron el tiempo son de tipo NAV al igual que las que se plantea eliminar. Se plantea reducir el tiempo de aquellas actividades que se comprobó que se pueden hacer en menos tiempo tomando el promedio de este, también se observó que no es por falta de experiencia o conocimiento que los mecánicos se tardan más de lo debido en ciertas actividades, sino que se distraen con facilidad. Las actividades que se planean eliminar son aquellas que los mecánicos muchas veces realizan pero no les corresponde a ellos hacerlas (limpieza de las mesas) sino a los utilitys y en horas extras también a los instructores, también otras actividades que no son parte del proceso de ajuste (favores o interrupciones para realizar otra actividad), y otras las cuales no se pretenden eliminar pero si delegar esas actividades a un mecánico específico (misceláneos) el cual ayudara a todos los mecánicos del área de ajuste encargándose de actividades tales como: Buscar hilos, agujas, carreteles, cinta, látex y bobinas los cuales debe de tener preparados antes de que el mecánico empiece ajustar la máquina; además, revisar las torres de hilos, poner los hilos, y la instalación del sistema de aire comprimido a las máquinas que lo necesitan; estas son actividades que pueden hacerse antes o durante el ajuste de las máquinas tomando un tiempo promedio de 28 min por máquina si se realizan todas las actividades antes mencionadas. Todo esto con el propósito de reducir el tiempo de ajuste de máquinas y cumplir con el objetivo de reducir el tiempo de cambio de estilo.

Actividades para ajustar una máquina Cover

En la Siguiete ilustración podemos ver que el tiempo que toma ajustar esta máquina fue de 110.9 min de los cuales se invirtió 50 min en actividades que no agregan valor pero que son necesarias; reduciendo ese tiempo de valor no agregado a 33.2 min, dando como resultado un nuevo tiempo de ajuste de 94 min.

MAPEO DE SETEO						
MAQUINA	Cover	Set ya hecho solo falta modificar el folder				
OPERACION	67BC					
ESTILO						
#	Actividad	Tiempo en Seg	Tipo de actividad	Reducir tiempo	Eliminar	Comentario
1	Revisión rápida de la máquina	116	NAV			
2	Revisar y ajustar la torre	183	NAV		183	Mecánico de apoyo
3	Quitar protector de dedos	43	NAV			
4	Quitar prensatela	42	NAV			
5	Quitar folder	41	NAV			
6	Quitar plate	80	NAV			
7	Quitar dientes	119	NAV			
8	Sopletear y limpiar máquina	772	NAV			
9	Buscar agujas	179	NAV		179	Mecánico de apoyo
10	Cambiar agujas y verificar ajustes	238	AV			
11	Pulir looper	141	NAV			
13	Poner y verificar looper	158	AV			
14	Poner guarda aguja	123	AV			
15	Traer hilos y poner	322	NAV		322	Mecánico de apoyo
16	Henebrar	242	AV			
17	Poner dientes	126	AV			
18	Poner plate	153	AV			
19	Poner prensatela y tapadera	245	AV			
20	Soldar folder	487	NAV			
21	Lavar y secar folder	84	NAV			
22	Colocar folder	600	AV			
23	Bucar herramienta	114	NAV	35		Deben de andar en su porta herramientas
24	Poner cinta y latex	230	AV			
25	Probar máquina (vacío y pesta;as)	1461	AV			
26	Poner protector de dedos	49	AV			
27	Limpiar mesa	288	NAV		288	Utility e instructores se encargan de eso.
28	Poner banderín anaranjado	16	AV			
Total seteo		6652	1.85 hr	35	972	
Total NAV		3011	0.84 hr			
Total AV		3641	1.01 hr			
Tiempo total con reducción y eliminación		5645	1.57 hr			

Ilustración 11 Actividades para ajustar máquina Cover

Fuente: Propia

Actividades para ajustar máquina 212

En la siguiente ilustración 12 podemos ver que el tiempo que toma ajustar esta máquina fue de 73.2 min de los cuales se invirtió 48.35 min en actividades que no agregan valor pero que son necesarias; reduciendo ese tiempo de valor no agregado a 28.4 min, dando como resultado un nuevo tiempo de ajuste de 53.25 min.

MAPEO DE AJUSTE						
MAQUINA	212	CON CINTA, set ya hecho solo falta cambiar protector de ojos				
OPERACION	53					
ESTILO	1004					
#	Actividad	Tiempo en Seg.	Tipo de actividad	Reducir tiempo	Eliminar	Comentario
1	Quitar prensatela y guia	90	NAV			
2	Quitar plate	120	NAV	36		Se hizo una observacion de 10 muestras y 36 seg fue el tiempo promedio.
3	Quitar diente	80	NAV	55		Se hizo una observacion de 10 muestras y 55 seg fue el tiempo promedio.
4	Revisar ajuste	85	AV			
5	Ajustar de hook a la aguja	62	AV			
6	Revisar carcasa	180	NAV			
7	Traer tela y basurero para limpiar	116	NAV	30		Los basureros estan cerca y ellos siempre deben de andar un pedazo de tela para hacer pruebas de ajustes
8	Limpiar carcasa (demasiado sucia y llena de aceite)	604	NAV			
9	Sopletear maquina	40	NAV			
10	Limpiar exteriormente toda la maquina	165	NAV		165	Utility e instructores se encargan de eso
11	Poner diente	160	AV			
12	poner plate	55	AV			
13	Poner rotulo (estilo)	170	NAV	50		Las vi;etas estan cerca y a la mano
14	Poner prensatela	75	AV			
15	Buscar martillo	65	NAV		50	No ocupo esta herramienta y si asi fuera debe de andarla a la mano en su porta herramienta
16	Poner folder	55	AV			
17	Buscar hilos	130	NAV		130	Mecanico de apoyo
18	Conecta y enrollar carreteles (3)	345	AV			
19	Poner carreteles	84	AV		84	Mecanico de apoyo
20	Ayudo a llevar una maquina	76	NAV		76	No es parte del proceso de ajuste.
21	henebrar aguja	97	AV			
22	Poner cinta	125	AV			
23	Probar maquina	250	AV			
24	Traer quimico y limpiar mesa	350	NAV		350	Utility e instructores se encargan de eso
25	Traer tela	58	NAV		58	Era para limpiar la mesa
26	Ayudo a limpiar otra mesa	65	NAV		65	No es parte del proceso de ajuste.
27	Quitar protector de ojos	118	NAV			
29	calcar medidas del protector	59	NAV			
30	cortar plastico	93	NAV			
32	Lijar plastico	167	NAV			
33	Hacer hoyos	57	NAV			
34	se limpio la persona	48	NAV		48	No es parte del proceso de ajuste.
36	Poner protector	120	AV			
37	Poner banderín anaranjado	28	AV			
Total Seteo		4392	1.22 hr	171	1026	
Total VA		1491	0.41 hr			
Total NAV		2901	0.81 hr			
Tiempo total con reduccion y eliminacion		3195	0.89 hr			

Ilustración 12 Actividades para ajustar una máquina 212.

Fuente: Propia

Actividades para ajustar máquina Zig Zag

En la Siguiete ilustración 13 podemos ver que el tiempo que toma ajustar esta máquina fue de 157.11 min de los cuales se invirtió 137.4 min en actividades que no agregan valor pero que son necesarias, teniendo una actividad atípica lo cual fue en que se tuvo que esperar hasta que consiguieran una bobina original ya que en ese momento no había la cual llevo un tiempo de 93 min (se realizaron varias actividades en ese tiempo), eliminando esta actividad atípica y reduciendo el tiempo de valor no agregado a 11.78 min, dando como resultado un nuevo tiempo de ajuste de 31.5 min.

MAPEO DE SETEO						
MAQUINA	zz	Set ya hecho solo falta modificar el prensatela				
OPERACION	67-2					
ESTILO						
#	Actividad	Tiempo en Seg	Tipo de actividad	Reducir tiempo	Eliminar	Comentario
1	Preparando Herramientas	169	NAV		169	Deben de tener todas sus herramientas listas.
2	Quitar prensatela	23	NAV			
3	traer cinta	62	NAV		62	Mecanico de apoyo
4	Quitar plate	119	NAV			
5	Traer llave	82	NAV		82	Debe andarla en su porta herramientas.
6	Quitar dientes	120	NAV			
7	Le pidieron ayuda	359	NAV		359	No es parte del proceso,
9	Pulir o limpiar piezas	87	NAV			
10	Pedir pasta para soldar	84	NAV			
11	Quitar a;adidura al prensatela y so	74	NAV			
12	Pulir prensatela	21	NAV			
13	Lavar piezas	71	NAV			
14	Secar piezas	54	NAV			
15	Caminar hacia la maquina	92	NAV	38		Se puede llegar en 38 seg.
16	Traer alambre	945	NAV		945	No es parte del proceso,
17	traer aguja	55	NAV		55	Mecanico de apoyo
18	cambiar aguja	50	AV			
19	poner dientes	173	AV			
20	poner plate	65	AV			
21	centrar dientes	208	AV			
22	poner dientes y la tapadera del pr	227	AV			
23	traer tela, hilo y bobina	247	NAV		247	Mecanico de apoyo
24	Poner hilos y henebrar	197	AV			
25	Esperar bobina original	5580	NAV		5580	Mecanico de apoyo y asegurarse de que no falte nunguna pieza
26	Poner bobina y probar maquina	251	AV			
27	Poner banderín	12	AV			
Total seteo		9427	2.62 hr	38	7499	
Total NAV		8244	2.29 hr			
Total AV		1183	0.35 hr			
Tiempo total con reduccion y eliminacion		1890	0.53 hr			

Ilustración 13 Actividades de ajuste de la máquina ZZ.

Fuente: Propia

Actividades para ajustar Sorgete

En la ilustración 13 podemos ver que el tiempo que toma ajustar esta máquina fue de 58.15 min de los cuales se invirtió 44.35 min en actividades que no agregan valor pero que son necesarias; reduciendo ese tiempo de valor no agregado a 28.79 min, dando como resultado un nuevo tiempo de ajuste de 42.58 min.

MAPEO DE SETEO						
MAQUINA	Sorgete	Set ya hecho solo falta modificar el looper				
OPERACION						
ESTILO	4S73					
#	Actividad	Tiempo en Seg.	Tipo de actividad	Reducir tiempo	Eliminar	Comentario
1	Poner hilos	67	AV		67	Mecanico de apoyo
2	Quitar plate	36	NAV			
3	Quitar dinete	53	NAV			
4	Quitar prensatela	22	NAV			
5	Ir a pulir la pieza	25	NAV			
6	Pulir piezas (dientes y plate)	317	NAV			
7	Lavar piezas	130	NAV			
8	Secar piezas	37	NAV			
9	Ir a la maquina	37	NAV			
10	Revisar looper	28	AV			
11	Conseguir teflon	37	NAV			Mecanico de apoyo
12	Lijar looper (esta malo)	165	NAV			
13	Pulir looper	20	NAV			
14	Lavar looper	20	NAV			
15	Secar looper	18	NAV			
16	Quitar teflon viejo al prensatela	92	NAV			
17	Limpia prensatela	195	NAV	120		Se observo que puede hacerse en un maximo de 2 min
18	Pulir prensatela	90	NAV			
19	Pedir super Glue (hay fila)	112	NAV			
20	Pegar teflon	195	NAV			
21	lavar y secar prensatela	75	NAV			
22	recordar y dar forma	80	NAV			
23	lavar nuevamente	20	NAV			
24	secar nuevamente	55	NAV			
26	Limpia maquina	83	NAV			
27	Ajustar looper	128	AV			
28	Poner diente	155	AV			
29	Henebrar	70	AV			
30	Poner plate	66	AV			
31	Poner prensatela	77	AV			
32	Traer manguera	229	NAV		229	Mecanico de apoyo
33	Agregar una T entre la manguera y maquina	112	NAV		112	Mecanico de apoyo
34	Busco otra T para unir (muy corta)	130	NAV		130	Mecanico de apoyo
35	Conectar manguera a maquina	276	NAV		276	Mecanico de apoyo
36	Probar maquina y regular el marg	167	AV			
37	Revisar las puntadas	60	AV			
38	Poner banderín anaranjado	10	AV			
Total seteo		3489	0.97 hr	120	814	
Total NAV		2661	0.74 hr			
Total AV		828	0.23 hr			
Tiempo total con reduccion y eliminacion		2555	0.71 hr			

Ilustración 14 Actividades para ajustar una máquina Sorgete

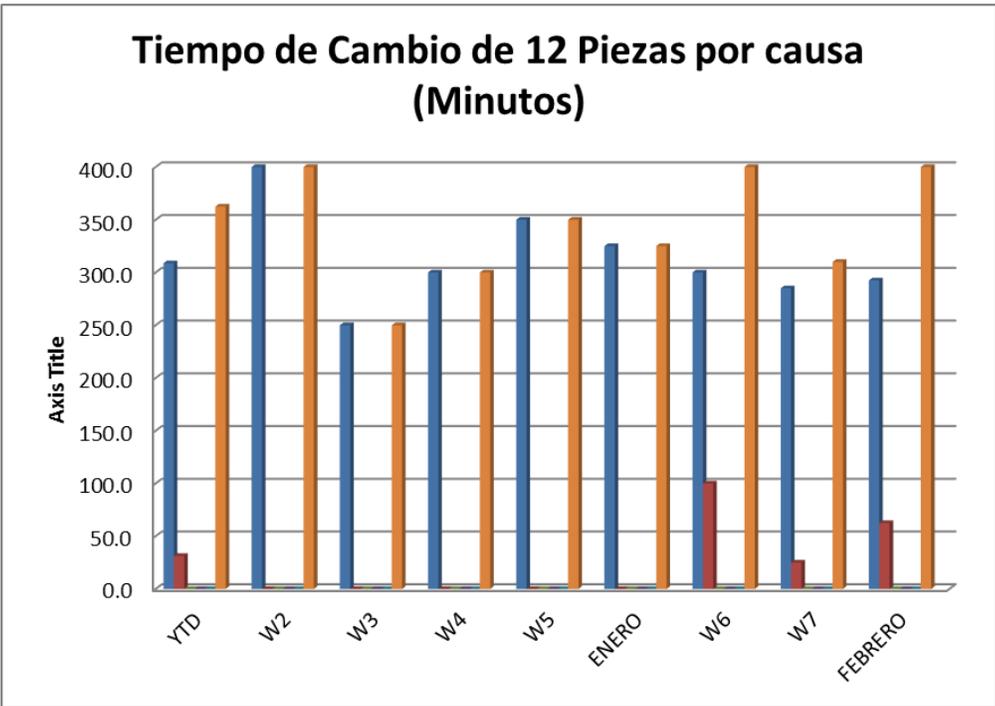
Fuente: Propia

El tiempo de ajuste de estas máquinas varía según el mecánico ya que no tienen un tiempo límite establecido y la forma de trabajar de cada uno es diferente; razón por la cual no se hizo un diagrama de flujo para cada máquina.

5.4 Variables identificadas que impide la implementación del SMED

Una de las variable que hace ver un poco difícil pero no imposible la implementación del Sistema SMED es la gran cantidad de máquinas malas que se presentan cada día en los equipos en arranque, y se toma como restricción debido a que por causa de esta problemática muchos de los mecánicos que se encuentran ajustando las máquinas para los nuevos estilos son interrumpidos dejando a medias las máquinas ajustadas y por ende hacienda más largo el proceso de ajuste, ya que estos son solicitados en el piso de producción para reparar las máquinas malas en los equipos que ya comenzaron arranque.

La siguiente grafica muestra los diferentes factores por los cuales el tiempo de cambio de estilo tiende a ser más grande; figurando como el más crítico el tiempo de máquina mala.



	YTD	W2	W3	W4	W5	ENE RO	W6	W7	FEBR ERO
■ MAQUINA MALA (CALIDAD SET)	308.8	400	250	300	350	325.0	300	285	292.5
■ FALTA DE MATERIALES	31.3	0	0	0	0	0.0	100	25	62.5
■ ENTRENAMIENTO	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0
■ CALIDAD DE FITTING	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0
■ FLUJO	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0
■ TOTAL	362.5	400	250	300	350	325.0	400	310	400
■									

Ilustración 15 Tiempo de cambio de 12 piezas por causa en minutos

Fuente: (CDV HBI)

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se procedió a investigar los defectos y las causas por las que se presentan tantas máquinas malas, la máquina que más con más frecuencia tiende a presentar problemas, el tiempo de máquina mala (desde que la persona dejó de trabajar por causa de la máquina mala hasta que el mecánico da la aprobación que ya está buena), y el tiempo de reparación de las máquinas. Para poder obtener la información o datos que se mostraran en los siguientes gráficos de Pareto de las máquinas malas en los equipos en arranque se utilizó este formato juntamente con la técnica de observación y toma de tiempo, recopilando datos de 4 semanas.

OPERACION	TIPO DE MAQUINA	DEFECTO	SE DIO P.A	SE RESOLVIO CON P.A	POR QUE?	POR QUE?	CORRECCION	TIEMPO DE MAQUINA MALA	TIEMPO DE RESPUESTA EN MIN	TIEMPO DE REPARACION	MECANICO

Ilustración 16 Formato de máquinas malas

Fuente: (CDV HBI)

Se realizó un Pareto de máquinas defectuosas de los equipos en arranque para identificar las máquinas que más tienden a presentar problemas.

En el Pareto de máquinas defectuosas podemos observar que el tipo de máquina con más tendencia a presentar problemas según los datos recopilados las últimas 4 semanas abarcando los meses de febrero y parte de marzo, es la zig zag con un 26%, seguida de la máquina Cover con un 24% y las máquinas 212 con un 19%, dando como resultado el 69% de las máquinas que causan más problemas.

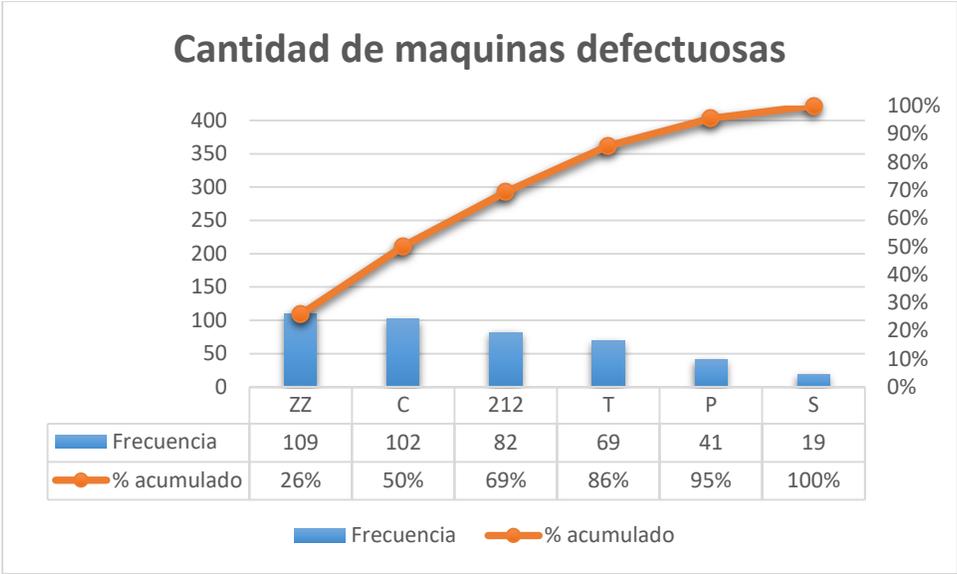


Ilustración 17 Cantidad de máquinas defectuosas

Fuente: (CDV HBI)

El Pareto de defectos de máquinas se realizó con el propósito de descubrir cuáles son los defectos que tienen a darse con más frecuencia.

Según la gráfica de Pareto "defectos de máquina" los defectos que tienden a presentarse con más frecuencia en las piezas son que revientan, puntadas mal formadas, salto, margen variado, patitas, duerme, puntada incompleta, representando el 77.3% de los problemas que dan las máquinas.

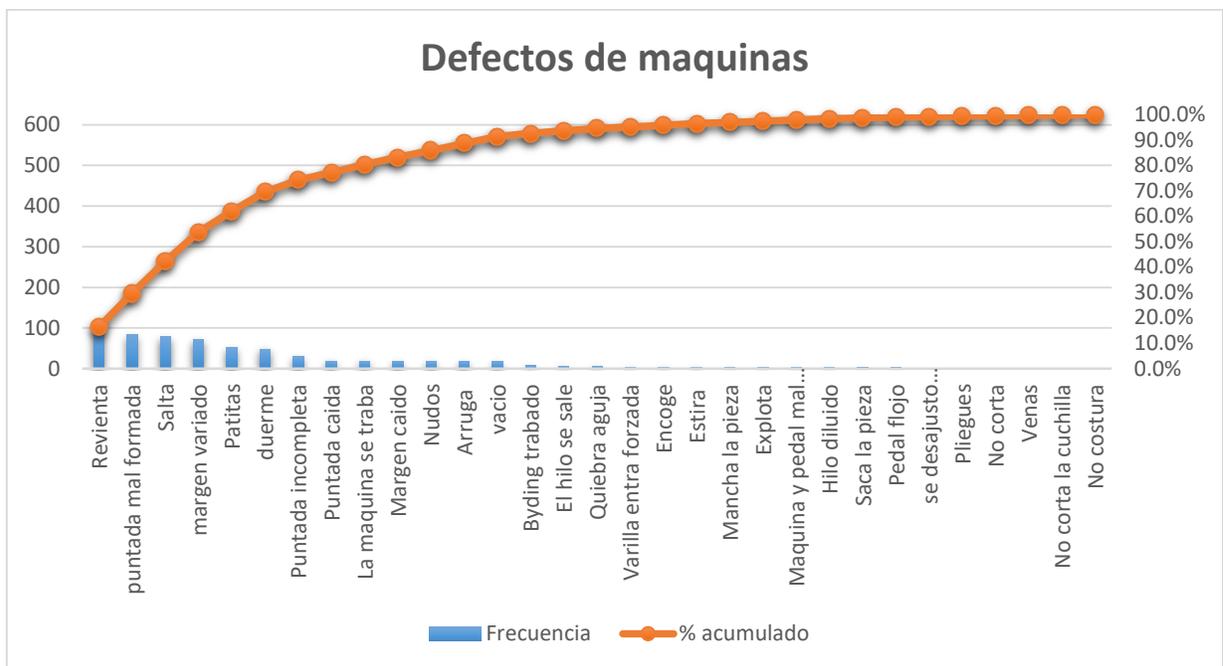


Ilustración 18 Defectos de máquinas

Fuente: (CDV HBI)

El tiempo de máquinas mala comprende lo que es el tiempo desde que la persona dejen de trabajar por causa de la máquina mala hasta que el mecánico da la aprobación que ya está buena. En este Pareto no se presenta el tiempo de las 422 máquinas registradas en las cuatro semanas debido a que no se dio el tiempo suficiente para abarcar todas las máquinas; así que en el siguiente Pareto solo se muestran el tiempo recolectado de 52 máquinas.

El tiempo de máquina mala se calculó preguntando al asociado que está operando en dicha máquina, desde que hora se paró de trabajar por máquina mala hasta que el mecánico concluye que la máquina quedó en perfectas condiciones. Algunos de las máquinas tienen un tiempo bastante elevado porque en muchos casos las máquinas se reportan con el instructor o supervisor y ellos vienen reportando las máquinas hasta 30 min después, en otros casos pues no hay mecánicos disponibles o los empleados esperan al mecánico que está ya en el equipo revisando otra máquina. según el Pareto el tiempo de paro en los equipos en arranque en primer lugar se dio por las máquinas ZZ con un 38%, seguido de la Tacker con 27% y las Covers con un 18%, dando el 83% de los problemas.

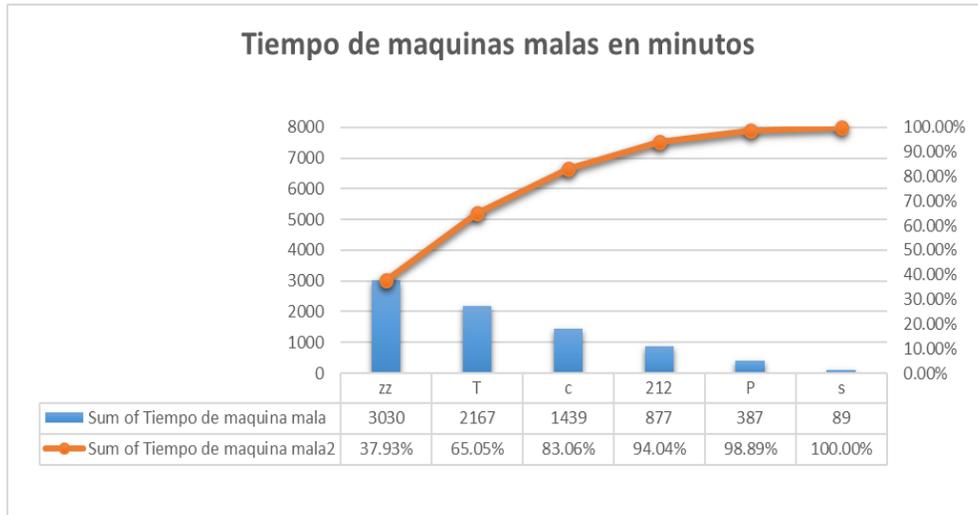


Ilustración 19 Tiempo de máquina mala

Fuente: Propia

En el siguiente Pareto se puede ver que de las 52 máquinas registradas a detalle el 37.6% del tiempo en los equipos en arranque se invirtió en las máquinas zig zags esto debido a que son las que más problemas presentan, en segundo lugar se encuentra la Tacker con un 26% y según las investigaciones realizadas y observaciones estas son las que más cuesta reparar debido a que no se ajustan y en tercer lugar tenemos las covers con un 19.4% formando un porcentaje acumulativo de 83% del tiempo invertido en la reparación de las máquinas.

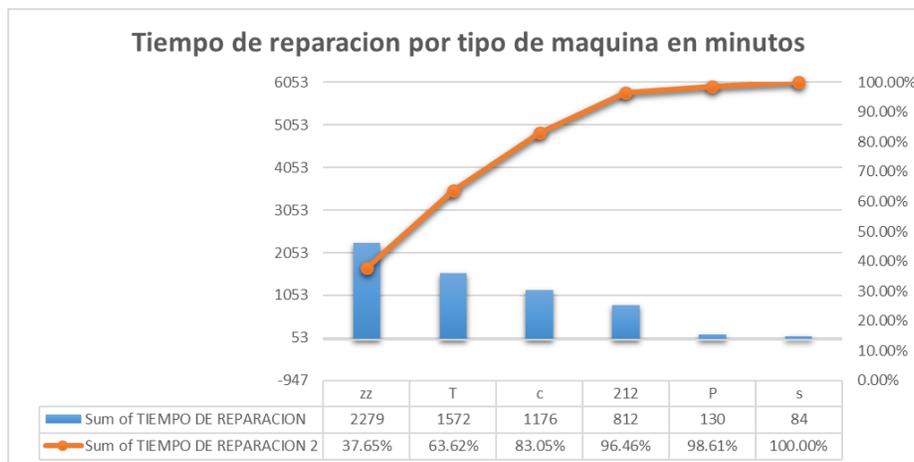


Ilustración 20 Tiempo de reparación por máquina en minutos

Fuente: (CDV HBI)

En la gráfica podemos observar que el tiempo de reparación es mayor que el tiempo de respuesta y aunque parezca lo mejor podemos observar que aun así el tiempo de respuesta es muy elevado ya que estamos hablando de 1722 minutos para dar respuesta a 52 máquinas. Según observaciones e investigación es debido a que en su mayoría las máquinas vienen siendo reportadas unos 30 min después de que el asociado dejo de trabajar y parte porque no hay mecánicos disponibles.

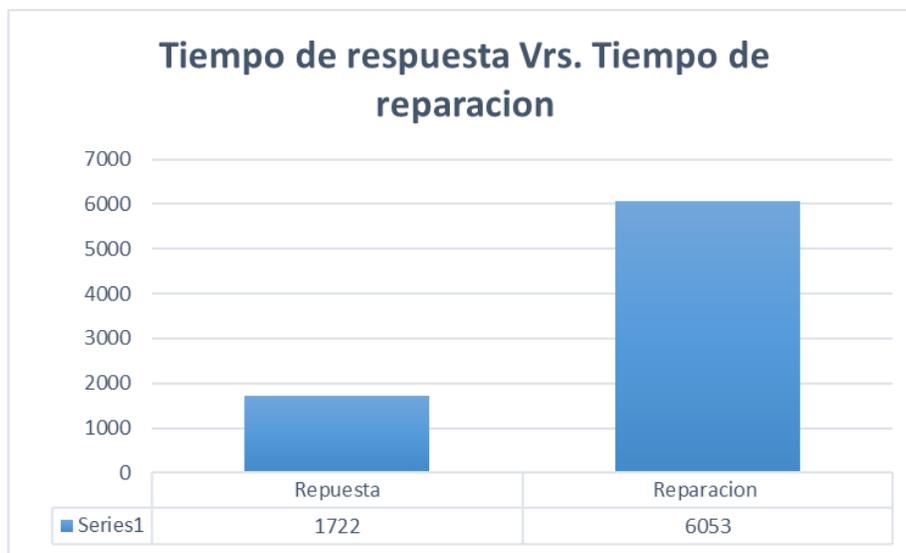


Ilustración 21 Tiempo de respuesta Vrs. tiempo de reparación

Fuente: Propia

Para poder tener una idea de cuáles son las causas que hacen que las máquinas presenten tantas fallas se generalizaron los términos, pero siempre manteniendo la idea de la causa original; se hizo de esta manera debido a que cada máquina presentaba una causa diferente por la cual se generó la falla en la máquina.

Explicación de términos generalizados

Componente de máquina mal ajustado: Hace referencia a ya sea uno a mas componentes del set de piezas que lleva una máquina y que no tiene las medidas o ajustes adecuados al

estilo. Ejemplos de ellos son: El prénsatela era más largo que de lo que debía de ser, boquilla del folder muy cerrada, tuerca del pedal floja, no está bien regulada la pretensión de la cuchilla, etc.

Componente de máquina mal posicionado: Hace referencia a ya sea uno a mas componentes del set de piezas que lleva una máquina y que no están en el lugar donde deben de estar. Ejemplos: Guía de prénsatela alta, diente rosando con aguja y prénsatela, el diente se bajó, etc.

Componente de máquina defectuosos: Hace referencia a ya sea uno a mas componentes del set de piezas que lleva una máquina y que se encuentra en mal estado. Ejemplo: Laina de la bobina desgastada, dientes no pulidos, hook golpeado, plate y prénsatela dañados.

Cambio de material: Hace referencia cuando se termina un material y se inicia otro siempre teniendo un margen de tolerancia. Ejemplo: Cambio de cinta, cambio de tela, cambio de color.

Mal manejo de operario: Se refiere a que los defectos en las piezas o en la máquina son causadas por el mal manejo del operario. Ejemplo: Enhebro mal la aguja, metía mucha tela y se enrollaba, Se le trabo la pieza.

En el siguiente Pareto se muestra que las causas principales por las cuales se presentan tantas máquinas malas en un 23% es debido a los componentes de las máquinas mal posicionados, 17.3% es debido a los componentes de las máquinas ajustados, 13.47% es debido a los componentes de máquinas defectuosos y un 11.53% son causados por el mal manejo de los operarios.

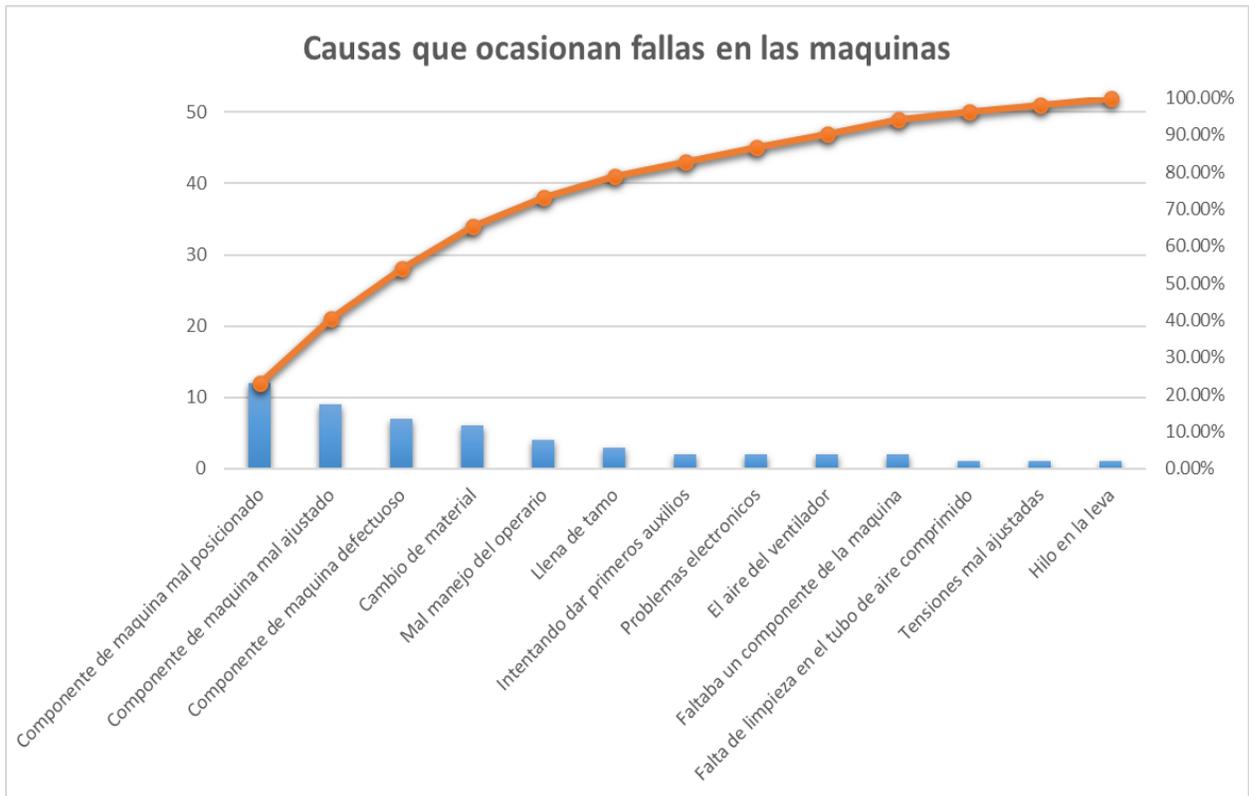


Ilustración 22 Causas que ocasionan fallas en las máquinas.

Fuente: Propia

No se pudo llegar a la causa raíz de estos problemas debido a que, al momento de preguntarles a los mecánicos, ellos no estaban seguros del porque pasaba tales casos. Lo que sí se pudo observar es que cuando las máquinas no se ajustan es decir que ni siquiera se les da una revisión rápido presentan una gran cantidad de problemas; esto pasa cuando un equipo anteriormente estaba trabajando con el mismo estilo y las máquinas se guardan por unos días ya que se sabe que otro equipo pronto empezara con el mismo estilo y lo único que a veces cambia es el color. También se observó que otra de las razones por las cuales se originan problemas en las máquinas es cuando se tienen puntadas incompletas y los instructores o supervisores intentan aumentar o disminuir las puntadas por medio de primeros auxilios y muchos de ellos lo que provocan es que la máquina se descontrola.

VI.CONCLUSIONES

- Se observó que las causas que ocasionan retrasos en el proceso de ajuste de las máquinas son la gran cantidad de máquinas malas que se presentan cada día en los equipos en arranque ya que en 4 semanas con un horario de lunes a jueves se registraron 422 máquinas malas solo en los equipos en arranque que en promedio son 5 equipos por semana, esto debido porque no se da un mantenimiento preventivo en las máquinas ni en sus aditamentos.
- Se pueden aplicar los principios del SMED identificando las actividades de los procesos de ajuste y dividiéndolas en actividades que agregan y no agregan valor analizando estas últimas ya sea para reducir las o eliminarlas, de esta manera tomando en cuenta las actividades registradas que conllevan ajustar cada tipo de máquina se puede reducir hasta 17 min en promedio por máquina.
- La principal variable o restricción que se identificó para implementar la herramienta SMED como ya antes mencionado son la gran cantidad de máquinas malas, por lo tanto, se tiene que tratar este asunto primero para que la implementación del SMED tenga éxito.
- Al reducir los tiempos de máquina mala se tendrá más tiempo para ajustar las máquinas y aún más si se implementa la herramienta SMED lo que dará como beneficio reducir los tiempos de horas extras es decir que ayudara a disminuir los costos por sueldos en la empresa, y también se lograra cumplir a tiempo la meta de cambios de estilos en cada semana cumpliendo a la vez con la demanda de los clientes.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Con el propósito de poder disminuir el tiempo que los mecánicos emplean en la reparación de las máquinas malas se consultó con el líder de los mecánicos cuales de los problemas que se presentaron se podían resolver con primeros auxilios (P.A.); y de esta manera brindar capacitaciones a los instructores y supervisores para que puedan encargarse de estos problemas y que los mecánicos se puedan encargar de los problemas más críticos.

A continuación, se muestran los problemas que se pueden resolver con primeros auxilios

Defecto	Posible solución con primeros auxilios		
	Si	No	Comentario
Revienta		X	
Explota	X		
Salta		X	
Encoge	X		
Se desajusto completamente		X	
Margen variado	X	X	Depende del tipo de operacion
Puntada mal formada	X		Podria ser enhebrado incorrecto, ventilador.
Patitas	X		Ajuste de bobina
Puntada caída	X		Podria ser manejo, o regulacion de puntada
Arruga		X	
Maquina y pedal mal adaptado		X	
Quiebra aguja		X	Puede ser que la aguja este mal puesta
La maquina se trava		X	
Hilo diluido		X	
Puntadas incompletas		X	
Vacio	X		Podria ser manejo de la persona o oportunidad del trabajo
No corta la cuchilla		X	
Pliegues		X	
Venas	X		Pueden ser las tensiones.
Estira	X		Mala regulacion de tensiones de los elasticos
Binding trabado		X	
Pedal flojo		X	
%	41%		

Ilustración 23 Posible solución con primeros auxilios

Fuente: Propia

- ❖ Se observó que los mecánicos del área de ajuste son asignados específicamente solo a tres o cuatro tipos de máquinas debido a que la mayoría de ellos no dominan o conocen todas las máquinas en su totalidad; lo que muchas veces puede causar largas espera. Así que es recomendable dar capacitaciones o reforzar los conocimientos básicos de los mecánicos según sea lo necesitado para cada uno de ellos.

En la siguiente tabla se muestra cuáles son las máquinas en las cuales los mecánicos tienen más experiencia.

Nombre de mecanico	Maquinas que conocen							
	Cover	Sorgete	212	Tacker	Zig zag	Plana	Flat seamer	Chonguera (81C)
Elias	X	x	X	x	X	x		x
Oscar Cardona	x	x	x			x	x	x
Geovany Sanchez		x		x		x		x
Pablo Perez		x	x		x	x		
Maycol Meraz	x	x		x	x	x		x
Grosbyn Padilla	x	x			x	x		
Jose Sabillon	x	x	x		x	x		
Julio Castañeda		x	x		x	x		
Luis Vargas	x	x	x	x	x	x	x	x
Ramon		x	x		x	x		

Ilustración 24 Máquinas que conocen

Fuente: Propia

- ❖ Debido a que un 13.47% de las máquinas malas es provocada por la mala calidad del set o aditamentos defectuosas es necesario implementar un sistema de mantenimiento preventivo y de esta manera disminuir el mantenimiento correctivo (Chavez & Adnan, 2016).
- ❖ Implementar el sistema SMED y motivar a los instructores y mecánicos que siempre usen la plataforma creada en Access para llevar un mejor registro de la cantidad de máquina mala, los tiempos de respuesta (cuando el mecánico llega a reparar la máquina), y tiempos de reparación; de esta manera se podrá hacer una comparación

del antes y después de la implementación del sistema SMED y ver si realmente se da una mejora significativa en el área de ajuste.

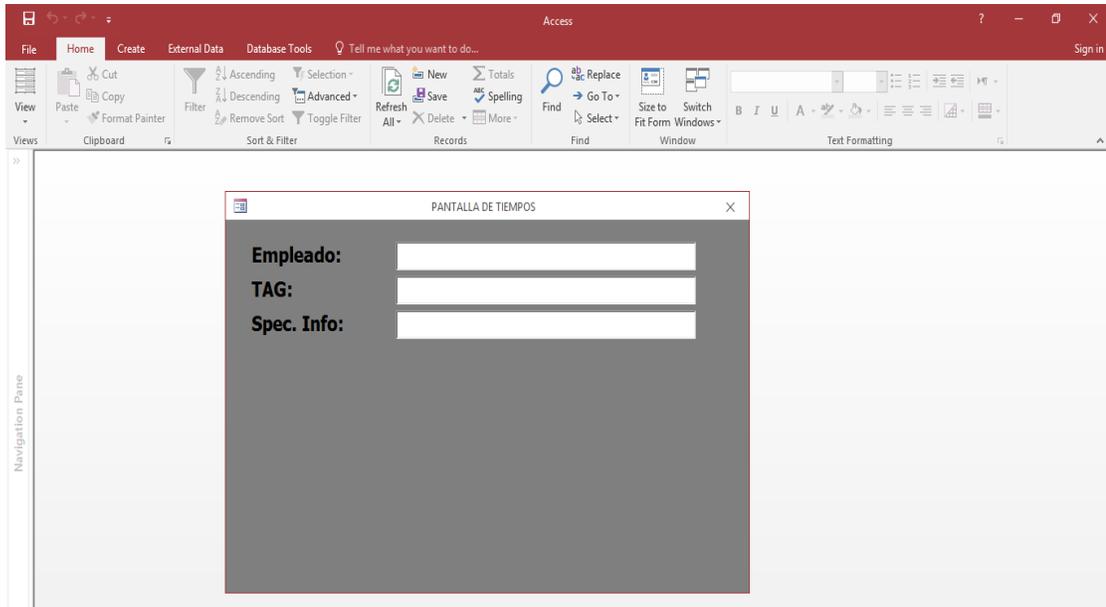


Ilustración 25 sistema de medición

Fuente: Propia

- ❖ Implementar las 5'S en el rack que está en la bodeguita del área de Ajuste que es el lugar donde se colocan los materiales y trabajo para los diferentes estilos que entran en arranque cada semana. Se recomienda hacer tres o cuatro divisiones verticalmente tanto en la parte de arriba como abajo y rotular cada división conforme a los estilos entrantes cada semana, de esta manera se logrará encontrar con más facilidad los materiales requeridos.

Actual



Ilustración 26 Rack actual

Fuente: Propia

Propuesta



Ilustración 27 Propuesta de rack

Fuente: Propia

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Gil García, M. Á. (2012). *Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED*. (Técnica Industrial, junio 2012, 298: 46-54).
- Rajadell, M. (2010). *LEAN MANUFACTURING. La evidencia de una necesidad*. Recuperado de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789671.pdf>
- Gonzales, F. (2007, junio). MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS. *enero-junio 2007, 1*(Revista Panorama Administrativo). Recuperado de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/raites/article/view/77>
- Aca, N. (2018, septiembre). 8 Desperdicios en las empresas: Lean Manufacturing. Recuperado de <https://nelliocablog.wordpress.com/2018/09/11/8-desperdicios-en-las-empresas-lean-manufacturing/>
- Lledo, P. (s. f.). *Los principios de Lean Thinking*. (Mas Consulting). Recuperado de <http://pablolledo.com/content/articulos/05-10-26-Lean-Thinking-Lledo.pdf>
- Valenzuela, J., & Palacios, J. (2010, marzo). *MEMORIASDEL CUARTO CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA VERTICE 2010*
- Sacristan, F. (2009). Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción. *Noviembre-Diciembre*.
- Minor, O. (2014). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED EN UNA LÍNEA DE EMPAQUE DE FARMACOS*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, MÉXICO D.F.

Diaz, P., & Ruiz, P. (2003). *El value stream mapping – una herramienta basica para hacer progresos hacia la producción ajustada*. (V Congreso de Ingeniería de Organización).

Socconini, L. (2017). *Lean Manufacturing paso a paso* (Primera). Mexico..

Meyers, F. (2009). *Estudio de tiempo y movimientos para la manufactura agil* (Segunda). Pearson Education.

Shingo, S. (1993). *Una revolucion en la produccion, el sistema SMED* (Tercera edicion).

Kato, I., & Smalley, A. (2011). *Toyota Kaizen Methods*. New York: CRC Press.

Liker, J., & Meier, D. (2008). *El talento TOYOTA*. MÉXICO D.F.: McGraw-Hill.

Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing guia basica*. Mexico: Limusa S,A de C.V.

Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodologia de la investigacion* (Quinta). McGraw-Hill.

Chavez, E., & Adnan, A. (2016). *PROPUESTA DE UN PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA PRODUCTOS INDUSTRIALES DEL CUERO S.A.C." - TRUJILLO* (UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11110/Escudero%20Chávez%20André%20Adnan%20Aarón.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Máquina Plana



Máquina Sorgete



Máquina Cover



Máquina 212



Máquina Zig Zag



Máquina Tacker

