



**Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de
alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en
la ciudad de Barranquilla**

Armando José Pertuz Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

CEAD (Puerto Colombia)

Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías

Barranquilla, Colombia

2018

**Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de
alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en
la ciudad de Barranquilla**

Armando José Pertuz Rodríguez

Trabajo de grado presentado (o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director (a):

Ingeniera Vivian Alvarez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

CEAD (Puerto Colombia)

Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías

Barranquilla, Colombia

2018

(Dedicatoria o lema)

Quiero dedicarle a Dios esta oportunidad de estudio por haberme guiado en esta etapa de mi crecimiento profesional y por sostenerme y levantarme en los momentos que sentí desmayar en el transcurso de mi carrera.

A mi esposa por su gran apoyo, paciencia y acompañamiento, el cual me brindó durante este proceso de estudio.

A mis hijos por ser la motivación y el motor de mi decisión de superarme e incrementar mis conocimientos.

A mis padres por brindarme en todo momento el apoyo

Agradecimientos

A Dios por haberme dado la oportunidad de convertirme en un profesional.

A mi esposa por su gran apoyo y compañía en esta etapa de aprendizaje y formación.

A mis hijos por ser el motivo que impulso a superarme como profesional.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y a los tutores que me apoyaron y ayudaron en la consecución de este título profesional.

Resumen

Con la realización de la implementación de esta herramienta (SMED), se desea lograr minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamientos de la maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla, la operación de alistamiento para cambio de producto tiene tiempos estándar actual de 240 minutos, se pretende reducir este tiempo para aumentar la disponibilidad de la máquina y poder programarle una producción más alta.

Para lograr reducir los tiempos se debe aplicar la herramienta SMED, primero se define un equipo de trabajo para realizar las actividades propias de la herramienta SMED, dentro de estas actividades tenemos a una persona que registra cada una de las actividades que se realizan durante el alistamiento de la maquina encapsuladora, otra persona registra los tiempos de cada actividad realizada, una persona que realiza el diagrama de espagueti donde registra cada uno de los transportes realizado por el operario que realiza el alistamiento, otra persona se encarga de realizar la filmación del alistamiento, en este video deben quedar registradas todas las actividades realizadas en el alistamiento, para que luego todo el grupo de trabajo se reúna y definan los planes de acción y mejoras que se deben tomar para lograr la reducción de los tiempos invertidos en los alistamientos de la máquina actualmente. Se analiza detenidamente el video y se segregan las actividades realizadas por el operario, se dividen en actividades internas y externas; las actividades externas se pueden realizar con la máquina en marcha, se debe planificar todas las acciones a realizar. Las actividades internas se realizan con la maquina detenida, con la separación de estas actividades se realiza un plan de mejora para lograr obtener los resultados propuestos.

Para el plan de mejora que se realiza para lograr los resultados, se utiliza la herramienta 3 W, en el cual se plasma cual es la anomalía, como se soluciona y quien es el responsable de darle cumplimiento al cierre de esa actividad.

Palabras clave:

SMED

Capsula

Alistamiento

Excipientes

Principio Activo

Multidisciplinarias

Plan

Control

Productividad

Limpieza

Procesos

Abstract

With the completion of the implementation of this tool (SMED), you want to achieve to minimize waste of downtime in the processes of enlistments of the machine Capper of a pharmaceutical company in Barranquilla, the enlistment operation for change of product has a standard time of 240 minutes, aims to reduce this time to increase the availability of the machine and be able to program a production high, for this takes a video where he films all the enlistment of the machine, then is analyzes the video and segregate the activities carried out by the operator, they are divided into activities internal and external external activities can be made with the machine running, you should plan all the actions to perform. The internal activities are carried out with the machine stopped, with the separation of these activities is carried out a plan to improve to achieve the proposed results.

Keywords:

SMED

Capsule

Enlistment

Excipients

Active principle

Multidisciplinary

Plan

Control

Productivity

Cleaning

Processes

Lista de tablas

<i>Tabla 1 Progreso en tiempos de alistamientos. (2010). Estrada, Mussen, & Manyoma, (p. 12). Recuperado de:</i> <i>http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_739_16685.pdf.....</i>	18
<i>Tabla 2 Comparación tiempos antes y después de SMED. Cuc, (2004), p. 149). Recuperado de:</i>	19
<i>Tabla 3. Comparación tiempos de maquina con y sin SMED. Garcia (2008)p. 66. Recuperado de</i>	20
<i>Tabla 4 Planes de acción, formato 3w (2017). Autoría Propia</i>	30
<i>Tabla 5 Etapas de las 5 “s” (Sousa, 2013, p.40)</i>	32
<i>Tabla 6 Formato de actividades. (2017.) Autoría Propia</i>	48
<i>Tabla 7 Formato de actividades internas antes de SMED. (2017). Autoría propia.</i>	50
<i>Tabla 8 Actividades internas. (2017). Autoría propia.</i>	52
<i>Tabla 9 Actividades externas. (2017). Autoría propia.</i>	52
<i>Tabla 10 Plan de mejoramiento para el proceso de alistamiento. (2017). Autoría Propia.....</i>	56
<i>Tabla 11 Nuevo proceso de alistamiento. (2017). Autoría Propia.</i>	60

Lista de Graficas

<i>Grafico 1 (Diagrama de proceso de encapsulado). (2017). Autoría propia</i>	44
<i>Grafico 2 (Unidades encapsuladas mes a mes). (2017). Autoría Propia</i>	45
<i>Grafico 3 (Horas ineficientes mes a mes). (2017). Autoría Propia</i>	45
<i>Grafico 4 Proceso de alistamiento (Set Up). (2017). Autoría Propia</i>	46
<i>Grafico 5 Diagrama de espagueti. (2017).Autoría Propia</i>	49
<i>Grafico 6 Diagrama de Espina de Pescado demoras en tiempos Set Up. (2017). Autoría propia</i>	51
<i>Grafico 7 Tiempos Set Up mes a mes. (2017). Autoría propia</i>	53
<i>Grafico 8 Nuevo proceso de alistamiento (Set Up).(2017). Autoría Propia</i>	57
<i>Grafico 9 (Nuevo diagrama de proceso Set Up) .(2017). Autoría Propia</i>	59
<i>Grafico 10 Tiempos Set Up mes a mes. (2017). Autoría Propia</i>	65

1. Contenido

1. Introducción	13
2. Planteamiento del problema	14
2.1.1 Descripción del problema.....	14
2.1.2 Formulación del problema	14
3. Justificación	15
4. Objetivos.....	17
4.1 Objetivo General	17
4.1.1 Objetivos Específicos.....	17
5. Marco conceptual	18
5.1 Antecedentes	18
6. Marco Teórico	21
6.1 Herramienta SMED.....	21
6.2 Método De Las 5 “s”	31
7. Metodología	37
7.1 Tipo de investigación:	37
7.2 Método de investigación:.....	37
7.3 Selección de la muestra	37
7.4 Recolección de datos.	38
7.5 Metodología	39
8. Resultados.....	40
8.1 Objetivo específico 1: Analizar la situación actual del proceso de encapsulado. .40	
8.1.1 Descripción del proceso:	40
8.1.2 Descripción del material:	41
8.1.3 Procesos.....	41
8.1.4 Diagrama de procesos	44
8.1.5 Indicadores de la maquina encapsuladora.....	45
8.2 Definición de objetivos a partir de la situación actual	46
8.3 Evaluación del proceso de alistamiento.....	46
9. Objetivo 2: Determinar cada una de las actividades realizadas por el operario en la realización de cambios (alistamiento) de la máquina encapsuladora.	47

9.1	Actividades internas antes de SMED.....	50
10.	Objetivo 3: Convertir las actividades internas en actividades externas.....	51
10.1	Análisis de las actividades internas para convertirlas en externas.....	51
10.2	Actividades Externas.....	52
11.	Objetivo 4: Estandarizar el proceso de alistamiento en el proceso de encapsulado y evaluar los resultados obtenidos.....	54
11.1	Nuevo procesos de alistamiento.....	57
11.2	Nuevo diagrama de procesos.....	58
11.3	Implementación del nuevo proceso de alistamiento.....	59
12.	Conclusiones.....	64
13.	Recomendaciones.....	66
14.	Bibliografía.....	67

1. Introducción

Actualmente las empresas se enfrentan con mayor intensidad al reto de asimilar los constantes y fuertes cambios en su entorno, el cual se conforma de diferentes aspectos como es el tecnológico, comercial, el ambiente social, el económico y el cultural. Para ello deben tomar decisiones que le permitan adaptarse a tal mundo cambiante.

El éxito de la empresa dependerá en gran medida de la capacidad de adaptación a dichos cambios. Debe existir la capacidad de analizar y enfrentar el impacto que generan el mercado y que afectan a la empresa. Para ello, la empresa deberá establecer los planes adecuados para aprovechar esos cambios. Normalmente ellas enfocan sus estrategias para mejorar su rendimiento y productividad, invirtiendo en tecnologías, buenas materias primas, capacitación del talento humano, pero muy pocas se detienen en analizar la disminución de los tiempos perdidos de producción.

Hay tiempos que no son medidos y en algunos casos cuestan más que los tiempos de producción, cómo es el caso de los tiempos de alistamiento de una máquina y limpieza. (García. C, 2013)

Una de las técnicas más exitosas en la reducción de los tiempos perdidos por preparación es la metodología SMED (Single Minute Exchange Die - Cambio de matriz en un solo dígito de minuto). Esta metodología desarrollada por Shigeo Shingo es de origen japonés, y fue implementada por primera vez para Toyota en la década de los setenta. Se busca reducir los tiempos de alistamiento en la máquina encapsuladora de la empresa farmacéutica, con el fin de aumentar la productividad actual de la empresa. Se pretende aplicar la metodología, describir cada una de las etapas que la componen y evaluar los resultados más importantes de su aplicación.

2. Planteamiento del problema

2.1.1 Descripción del problema

En la actualidad uno de los desperdicios más grande en las industrias se encuentra en los tiempos de alistamientos de las máquinas de producción, el tiempo de alistamiento estándar establecido por una empresa farmacéutica en Barranquilla es de 4 horas por cambio de referencia, este tiempo es muy alto y genera sobre costo al producto.

En esta etapa el operador reporta las 4 horas estándar así haya invertido menos tiempo en el alistamiento tomando ventaja de la situación para no realizar el arranque de la máquina en el tiempo requerido.

Este tiempo mal invertido ocasiona retrasos en las entregas de los productos a los clientes y por esta causa se pueden perder los contratos, generando pérdidas significativas en la economía de la empresa.

Estos tiempos muertos afectan en los indicadores de disponibilidad, eficiencia y entrega de la planta,

A partir de este análisis surge la necesidad de implementar una estrategia para la disminución de estos tiempos los datos históricos obtenidos de estos tiempos oscilan entre 4 y 4.75 horas, entre los años 2015 2016, teniendo en cuenta esta problemática surge un interrogante, el cual se debe resolver diseñando un plan de acción bien estructurado.

2.1.2 Formulación del problema

¿Cómo aumentar la productividad de una empresa farmacéutica en Barranquilla, implementando una metodología para disminuir los tiempos de alistamiento en máquinas encapsuladoras?

3. Justificación

En la siguiente investigación se busca estudiar los tiempos muertos causados por alistamientos en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica, con el fin de aportar mejoras continuas para lograr la reducción de estos tiempos.

Este proyecto nace y se construye desde el semillero de investigación llamado Germinando Saberes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, a partir de los conocimientos adquiridos en la universidad, se propicia el desarrollo del análisis de la investigación que llevará a cabo la ejecución del plan que ayudará a dar solución a la problemática en este trabajo establecida a partir del desarrollo y la aplicación de una técnica SMED que ayudara a mejorar los procesos y minimizara los desperdicios, generando ahorros y aumentando el nivel de desempeño de la empresa. Lo anterior enmarcado en la línea de investigación de Diseño y Gestión de Redes de Suministro.

En la actualidad las organizaciones pertenecientes al sector productivo han modificado sus estilos de operar en la búsqueda de tendencias que favorezcan su productividad. Para ello, han implementado planes, metodologías, herramientas y técnicas para ajustar sus procesos de producción con el fin de optimizar recursos para aumentar dicha productividad.

Con el transcurrir de los tiempos las organizaciones también se enfrentan a cambios y exigencias del mercado, que las conducen a adoptar planes de mejora como vía para lograr la supervivencia ante sus competidores, lograr la satisfacción de sus clientes y aumentar su rentabilidad. Existen muchos escenarios susceptibles de mejora en la empresa entre esos está reducir los tiempos de alistamiento y limpieza de las máquinas entre lote de producción y otro. Estos tiempos además de generar costos muy elevados también disminuyen la disponibilidad de tiempo de las máquinas.

En la empresa farmacéutica en estudio, específicamente en la planta productora de cápsula blanda cuenta con una máquina que tiene la capacidad de producir 25.000.000 cápsulas mensuales, en la actualidad la máquina tiene un tiempo de alistamiento promedio 240 minutos (4 horas) por cambios, el cual es un tiempo demasiado alto y se puede mejorar para tener una mayor producción y una mayor utilización del equipo aumentando la productividad, la propuesta es reducir este tiempo.

El número de cambios mensuales aproximadamente es de 20 que equivalen a 4800 min (80 horas). Con la herramienta llamada SMED (Single Minute Exchange of Die) se busca ayudar a reducir los tiempos de preparación de la máquina encapsuladora, logrando que la empresa fabrique lotes más grandes en un menor tiempo al reducir los tiempos muertos en la máquina.

Este proyecto es importante ya que con su implementación se logra el aumento de la disponibilidad de la máquina generando más horas productivas, y el incremento de la producción de cápsulas aumentando la eficiencia operativa y disminución de costo de mantenimiento de los productos.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Implementar la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die), como herramienta de reducción de tiempos de alistamiento en la máquina encapsuladora para aumentar la productividad de una empresa farmacéutica en Barranquilla.

4.1.1 Objetivos Específicos

1. Analizar la situación actual del proceso de encapsulado.
2. Determinar cada una de las actividades realizadas por el operario en la realización de cambios (alistamiento) de la máquina encapsuladora.
3. Convertir las actividades internas en actividades externas.
4. Estandarizar el proceso de alistamiento en el proceso de encapsulado y evaluar los resultados obtenidos.

5. Marco conceptual

5.1 Antecedentes

Realizando una investigación de resultados obtenidos por la metodología SMED en otras empresas y máquinas de producción se encuentran los siguientes resultados:

“En una empresa farmacéutica en la ciudad de Cali, se implementó la metodología en máquinas blisteadoras, donde el ahorro total después de la implementación fue de 1.85 horas, generando un 63.79% comparándolo con el tiempo inicial, por otra parte el indicador de eficiencia global pasa del 15% al 32% esto indica que la maquina mejora en disponibilidad, eficiencia operativa y calidad de los productos, además el recurso queda con más tiempos para programarle más horas de producción”. (Estrada, Mussen, & Manyoma, 2010, p. 12).

Tabla 1 Progreso en tiempos de alistamientos

Cargo	Etapa Preliminar		Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
	No. de actividades	Tiempo (Hrs)						
Operario de equipo	43	2,9	31	1,69	16	1,13	16	1,05
Operaria de equipo	11	1,44	5	1,11	6	0,93	6	0,88
Operaria de apoyo	0	0	6	0,34	6	0,75	6	0,7
Auxiliar de alistamiento	0	0	12	1,21	12	0,9	12	0,85
Auxiliar 2 de alistamiento	0	0	0	0	14	0,63	14	0,58
Total	54	2,9	54	1,69	54	1,13	54	1,05

Tabla 1 Progreso en tiempos de alistamientos. (2010). Estrada, Mussen, & Manyoma, (p. 12).

Recuperado de:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_739_16685.pdf

Resultados obtenidos en el siguiente proyecto fueron:

“Al aplicar la técnica en la fabricación de envases aerosoles, departamento de ensamble, para los cambios de altura, se logró reducir el tiempo de cambio de altura de 50 a 20 minutos, promedios de tiempos reales, es decir, el tiempo se redujo en un 60% lo cual significó para la Compañía Crown

Cork de Guatemala S.A. un ahorro en su costo de fabricación para el año 2,005”. (Cuc, 2004, p. 149).

Tabla 2 Comparación tiempos antes y después de SMED

ANTES DE APLICAR SMED	DESPUÉS DE APLICAR SMED
Promedio tiempo de cambio altura = 60 minutos	Promedio tiempo de cambio altura = 20 minutos
El mejor tiempo de cambio = 50 minutos	El mejor tiempo de cambio = 20 minutos
Promedio de la cantidad de cambios /mes = 12	Promedio de la cantidad de cambios /mes = 12
Existen PEO para los cambios: NO EXISTEN	Existen PEO para los cambios: SI EXISTEN
Costo producción./hora (costo / hora para cambios de altura) = Q1,1190.00	Costo producción./hora = Q1,190.00
<i>Los cambios son necesarios y están considerados en los "factores de atrasos" para la velocidad estándar de las máquina que conforma la líneas del departamento de ensamble. Dichas estándares están dadas de acuerdo al tamaño del envase a fabricar (Establecidos por la Casa Matriz: Crown Holdings los cuales son considerados confidenciales), por lo tanto un ahorro en el tiempo total de cambio se considera un aumento de productividad y por ende un ahorro en el costo de fabricación..</i>	
Nuevo estándar de tiempo para los cambios de altura = 23.41 minutos.	Costo / hora para cambios de altura = Q396.67
	Ahorro obtenido / hora = Q793.33
	Ahorro mensual obtenido (en promedio se efectuarán 12 cambios) = Q9,519.96
	Ahorro anual obtenido (no se considera el mes de diciembre por mantenimientos) = Q104,719.56
	Gastos incurridos para la implementación del plan de acción = Q15,000.00
	Ahorro real obtenido para el primer año: Q 89,719.56
	Ahorro anual a partir del 2,006 = Q104,719.56

Tabla 2 Comparación tiempos antes y después de SMED . Cuc, (2004), p. 149). Recuperado de:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf

Los resultados obtenidos en la aplicación de SMED llamado “TRANSFORMACIÓN DE UNA GAMA DE MOLDES CON SISTEMA S.M.E.D” son los siguientes:

“Como podemos observar, la mejora en los tiempos está clara. Pasamos de tener un rendimiento de máquina del 80%, a mediante la aplicación del SMED del 96%. Esta mejora nos proporciona una multitud de ventajas. Poder producir más variedad de piezas en menos tiempo, reducir los stocks y un consiguiente aumento de beneficios económicos”. (Garcia, 2008, p. 66)

Tabla 3 Comparación tiempos de maquina con y sin SMED

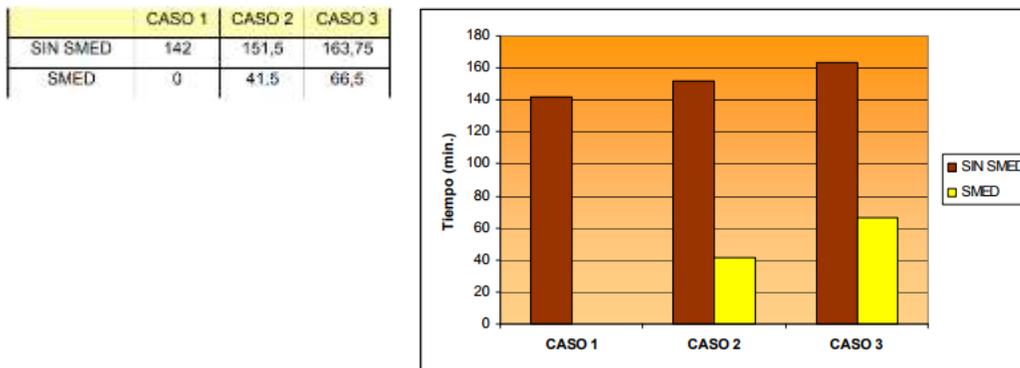


Tabla 3. Comparación tiempos de maquina con y sin SMED. Garcia (2008)p. 66. Recuperado de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5485/Mem%C3%B2ria.pdf>

6. Marco Teórico

6.1 Herramienta SMED

Técnica utilizada para la mejora continua, esta metodología tiene como objetivo buscar la reducción de tiempos en los alistamientos para cambio de referencia en procesos de producción.

SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”. (Progressa, 2017)

SMED, nació ante la necesidad de reducir tiempos de cambios de referencias en líneas de producción.

En la actualidad el SMED es aplicable en los alistamientos para cambio de productos en todo tipo de máquinas y equipos de producción.

Para la aplicación de SMED se deben tener claros una serie de conceptos estos son:

Tiempo de cambio o Alistamiento: Es el tiempo que se invierte desde el momento que se fabrica la última pieza del producto actual hasta que se produce la primera pieza del siguiente producto o lote de producción. (Progressa, 2017).

Preparación: Son todas las actividades necesarias que se realizan en el alistamiento de la máquina, este tiempo de preparación es un desperdicio, ya que no aporta ningún valor para el cliente. (Progressa, 2017).

Preparación interna: Actividades del tiempo de alistamiento que solo pueden realizarse cuando la maquina se encuentre detenida.

Preparación externa: Actividades del tiempo de alistamiento que solo pueden realizarse cuando la maquina se encuentre en marcha. (Progressa, 2017).

¿Para qué sirve el SMED?

Herramienta que sirve para reducir el tiempo de alistamiento de las maquinas u aumentar la disponibilidad y utilización eficiente del equipo.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de dos maneras:

- Con la reducción de estos tiempos se incrementa la eficiencia global de la planta (OEE) y la productividad.
- Se incrementa el tiempo de producción obteniendo más piezas fabricadas y mayor utilización del equipo.
- Reduce los niveles de stock que tiene la planta.

Desde el punto de vista del Lean Manufacturing siempre interesará reducir los niveles de stock.

El incremento del OEE y Productividad quedará vinculado a lo justa que vaya nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente. (Progressa, 2017).

¿Cómo funciona el SMED?

SMED

Técnica creada por el Dr. Shigeo Shingo, conocido como el padre del SMED en el año de 1969, definió el SMED como teoría y técnica para realizar operaciones de cambio en formatos de 10 minutos

Aunque en la definición de SMED se hable de reducir los tiempos de preparación en menos de 10 minutos, esto no siempre será posible. **Paredes, (2007)**.

La realización del SMED sigue 6 pasos:

1. Preparación Previa
2. Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.
3. Separar lo interno de lo externo.
4. Organizar actividades externas.
5. Convertir lo interno en externo.
6. Realizar el seguimiento.

➤ **Preparación Previa:**

Esta etapa consta de dos partes de acuerdo **Progressa Lean (2017) dice:**

a) **Investigar:**

- Conocer de manera completa el proceso, esto implica el conocer la operación, la máquina y sus partes y el método de alistamiento.

- Conocer los resultados históricos obtenidos en los tiempos de alistamientos del equipo (estos datos serán sólo útiles si la situación en la que se tomaron es comparable a la de partida).
- Observar el alistamiento de la maquina insitu.

b) Crear un equipo:

Para medir un cambio e implementar la herramienta SMED, se debe constituir un equipo, y capacitar a los integrantes en los fundamentos del SMED, a parte proporcionar las herramientas necesarias para realizar esta labor.

El equipo deberá estar constituido por:

- Personas con experiencia en el alistamiento.
- Personas con conocimientos en realizar modificaciones técnicas (Electromecánicos)
- Personas con capacidad para hacer modificaciones organizativas (Jefes)
- Para la medición del alistamiento la persona asignada en grabar de estar dotado de videocámara con baterías y tarjetas de memoria suficientes.
- Plano de la distribución en planta con un tamaño que permita ser manejado.
- Un lugar de reunión para analizar en equipo todos los datos y que permita poder visualizar las grabaciones.

➤ **Analizar la actividad sobre la que va a centrar el taller SMED:**

Se trata de filmar en detalle todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proceso de cambio de referencia.

El inicio de la grabación se dará tras el fin de fabricación de la última pieza de la referencia saliente y el final de grabación se dará en el momento en que la máquina quede apunto para ingresar el siguiente producto.

Una vez terminada la grabación, el equipo que intervino en el taller SMED se reúne para comenzar el análisis de las grabaciones para detallar todas las actividades que se realizan en el proceso de cambio de referencia o alistamiento, indicando a su vez su duración. De esta forma se obtiene el tiempo de ciclo estándar del proceso.

➤ **Separar lo interno de lo externo**

En esta fase todos los miembros del equipo van repasando todas y cada una de las anteriores actividades para identificar aquellas que pueden ser externas.

Según lo analizado en el video del cambio, se definen y se separan las actividades internas que debe realizar el operador con la maquina detenida y que son propias de él, de igual forma se definen las actividades externas que se pueden realizar mientras la maquina se encuentra en marcha y que pueden realizar otras personas que no sean propias del operador.

➤ **Organizar las actividades externas**

Ya que las actividades externas se pueden realizar con la máquina en marcha, se debe planificar todas las acciones a realizar.

En esta etapa el equipo debe de hacer un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento vaya a comenzar el proceso de cambio o alistamiento de la máquina.

El resultado de esta etapa suele ser un CHECK-LIST a realizar en la zona donde se está haciendo el taller SMED.

Algunas de las consideraciones que suele recoger esta lista:

¿Qué preparaciones necesitan ser hechas de antemano?;

¿Qué herramientas y piezas necesitan estar a mano de los operarios que hacen el cambio?;

¿Dónde deben colocarse las herramientas y piezas?;

¿Están las herramientas y piezas en buenas condiciones?;

¿Dónde deben colocarse el elemento (útil, matriz, etc) después de desmontarse?; ¿Cómo serán transportadas las herramientas y piezas?, etc.

➤ **Convertir lo interno en externo**

El equipo SMED, debe realizar un plan de acción que permita tener éxito en la conversión de las actividades internas en externas.

De esta forma para cada actividad se debe indicar que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado.

Reducir los tiempos de las actividades internas

En esta fase el equipo debe de plantear ideas de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas.

Una vez que se ha definido una idea de mejora y esta ha sido aceptada por todos, el equipo debe definir el PLAN DE ACCIÓN a seguir para implementar esa idea de mejora.

De nuevo: que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado.

➤ Realizar el Seguimiento

Una vez terminado el taller SMED por primera vez es vital realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctivas.

De esta forma el seguimiento que se suele hacer se apoya en 2 soportes:

- Registrar todas las incidencias que se han dado durante la semana. Sobre la Check-list se puede hacer.
- Registrar todos los tiempos de cambio que se dan durante la semana para luego, en una gráfica, representar los valores máximo, mínimo y medio de cada semana. La evolución de los datos desvela las desviaciones. (Progressa, 2017).



Fotografía N° 1. Máquina encapsuladora. (2017). Autoría propia.

Después de la implementación de la herramienta SMED surgen mejoras el cual se relacionan en la siguiente tabla 3 W:

Lista de Mejoras identificadas para el proceso Maquina

Act. Propuestas	20
Act. Realizadas	0
% Avance/ejecución	0%

Item	Proceso	Herramienta	What : Que se propone	Who: Quien	When: Cuando	Puntaje Deseado	Puntaje actual	Status	Avance
1	Encapsulado	El equipo está libre de aflojamientos, vibraciones, desgaste excesivo de piezas, piezas dañadas, puntos de riesgo no protegidos.	Colocarle silicona a la bandeja de descarga	Mecánicos	2018-04-05	5	3	Abierta	50%
2	Encapsulado	Están libres de polvo, aceite, grasa o cualquier sustancia extraña los: Paneles eléctricos, Instrumentos de medición y control, Ventiladores, Filtros y Estibas de PT?	Limpieza y lavado de todas las partes del área y maquina	Operarios	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
3	Encapsulado	El conjunto está libre de aflojamiento, temblores, vibraciones, desgaste excesivo, acumulación de calor, los puntos de riesgo están protegidos?	Ajustar todas las partes de la maquina	Mecanicos	2018-04-14	5	3	Abierta	50%

4	Encapsulado	El conjunto está libre de elementos extraños como amarras, tornillos sueltos, tornillos inexistentes, trapos, cintas?	Diseñar placa enteriza para retirar cinta de las compuertas del casting	Operarios	2018-04-20	5	2	Abierta	25%
5	Encapsulado	Los puntos de lubricación y reservorios están libre de polvo, suciedad y residuos de aceite o grasas (Lubricadores, Graseras, Tuberías de suministro de grasa, aceite, filtros)	Limpieza y lavado de todas las partes del área y maquina	Operarios	2018-04-14	5	4	Abierta	75%
6	Encapsulado	Están identificados los puntos de lubricación indicando el tipo de lubricante y el nivel máximo y mínimo) de lubricación	Delimitar los límites del servoil	A. Pertuz	2018-04-20	5	4	Abierta	75%
7	Encapsulado	Nivel adecuado de lubricantes (Verificar si el aceite / grasa está contaminado o deteriorado, si hay mangueras de suministro de lubricantes sueltas)	Revisión periódica del estado del servoil	Operarios	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
8	Encapsulado	Está definido, se aplica y se registra el procedimiento para la lubricación del equipo?	Realizar el SOP de lubricación	A. Pertuz	2018-04-30	5	3	Abierta	50%
9	Encapsulado	Condiciones de limpieza de las herramientas, Instrumentos de control (Display, manómetros e instrumentos de medición)	Realizar instructivo para mantener limpias las herramientas de la planta	Operarios	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
10	Encapsulado	Las herramientas, piezas sobrantes, productos y materia prima necesaria para el proceso están bien organizadas y limpias?	Realizar instructivo para mantener en su sitio todas las herramientas.	Operarios	2018-04-14	5	4	Abierta	75%
11	Encapsulado	Están en su sitio las herramientas, equipos y accesorios?	Establecer lugar para herramientas y equipos en el área	Operarios	2018-04-14	5	2	Abierta	25%
12	Encapsulado	Están identificados y organizadas las herramientas, equipos?	Falta identificación de las puertas superiores de la caja	Operarios	2018-04-14	5	4	Abierta	75%

13	Encapsulado	Existe un calendario de limpieza e Inspección?	Actualizar el cronograma de limpieza e inspección de la maquina	A. Pertuz	2018-04-20	5	3	Abierta	50%
14	Encapsulado	Fueron atribuidas a todos los integrantes de la tripulación responsabilidades correspondientes a la Limpieza e Inspección de áreas determinadas	Asignar responsabilidades a las limpiezas	A. Pertuz	2018-04-20	5	3	Abierta	50%
15	Encapsulado	Está estandarizado el proceso de limpieza, inspección & lubricación de la máquina	Falta incluirle al estándar el proceso de lubricación	A. Pertuz	2018-04-30	5	2	Abierta	25%
16	Encapsulado	Proceso de etiquetado está siendo realizado normalmente, es continuo, se generan nuevas tarjetas y se retiran las colocadas?	Daño el Shutte Assambly	Operarios	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
17	Encapsulado	Existe un Diagrama de Habilidades definido para cada tripulante de la máquina.	Realizar Diagrama de habilidades de los integrantes de Mto Autónomo	A. Pertuz	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
18	Encapsulado	El Diagrama de Habilidades está actualizado para cada tripulante de la máquina.	Terminar el cronograma de capacitación	A. Pertuz	2018-04-30	5	3	Abierta	50%
19	Encapsulado	Cualquier operario, mecánico o analista de la tripulación está en capacidad de explicar el contenido de la cartelera?	Capacitar el personal para que sepa manejar bien el contenido del tablero	A. Pertuz	2018-04-14	5	3	Abierta	50%
20	Encapsulado	En la cartelera está disponible y actualizada la información básica de los seis pilares del TPM?	Realizar el SOP de lubricación	A. Pertuz	2018-04-21	5	3	Abierta	50%

Tabla 4 Planes de acción, formato 3w (2017). Autoría Propia

Al tener todas las mejoras identificadas y poder eliminar todos los desperdicios (elementos y materiales innecesarios, tiempos muertos), se debe implementar la herramienta 5 “S”

Las 5 S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida

“Las 5S son parte del modelo de productividad industrial creado en Japón, conocido como Kaizen, que es aplicado actualmente en empresas occidentales, ya que es un sistema básico que permite mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde vale la pena laborar plenamente”. (Sousa, 2013, p.33)

6.2 Método De Las 5 “s”

“Hiroyuki Hirano presentó por primera vez al mundo en su libro 5 Pillars of the visual Workplace (1995), comúnmente llamados: Las cinco eses” (Dounce, 2006).

“El objetivo de las 5S es mantener el orden la limpieza en el lugar de trabajo, manteniendo la disciplina implementada durante el tiempo, haciendo agradable la gestión visual y contribuyendo en la eliminación de desperdicios, minimizando el nivel de accidentalidad y aprovechando los espacios físicos. (Sousa, 2013).

Con esta herramienta lograremos que un espacio se vuelva un área limpia y ordenada y de esta manera lograr que las actividades realizadas en el lugar tengan aumento en la productividad.

Con esta herramienta se pueden definir muchas mejoras que ayudan a mejorar la ejecución de los trabajos, aumentando la calidad y competitividad de la empresa a demás fomenta el trabajo en equipo, mejorando el clima laboral y la motivación de las personas. (Sousa, 2013).

A continuación presentamos la estructura de las 5 “s”

No.	Palabra en japonés	Concepto en español	Frase en español	Objetivo
1	Seiri	* Clasificación * Selección * Preparación	Separar innecesarios	Eliminar del espacio o área de trabajo lo que no sea necesario
2	Seiton	* Orden * Organización	Situar necesarios	Organizar u ordenar el área de manera eficiente
3	Seiso	* Limpieza	Suprimir suciedad	Realizar la limpieza del lugar adecuadamente
4	Seiketsu	* Normalización * Estandarización * Sistematización * Control visual	Señalizar anomalías	Estandarizar los procesos que permitan prevenir el desorden y falta de limpieza
5	Shitsuke	* Unificación * Mantener la disciplina y compromiso	Seguir mejorando	Asegurarse de que se mantengan los cuatro pasos anteriores

Tabla 5 Etapas de las 5 “s” (Sousa, 2013, p.40)

SEIRI, Preparación

(Clasificación o selección) Desechar lo que no se necesita

Objetivo de SEIRI: Consiste en ganar espacios y separar todos los elementos de trabajos innecesarios, para utilizarlo en lugares adecuados, después de esta actividad se podrá definir qué es lo verdaderamente importante, los elementos necesarios deben permanecer en el lugar de trabajo mientras que los innecesarios deben ser reubicados para darles mejor disposición y no estorben y garantizar la seguridad de las personas. (Sousa, 2013).

“Para la realización de esta etapa es necesario:

- Es importante iniciar por el área, cajón o mueble que **más moleste** al usarse o ser observado; esto ayuda a estar motivado en esta actividad.

- No pretender que se va a poder clasificar todo en poco tiempo, por lo tanto es aconsejable iniciar por una **pequeña área o espacio**, lo más visible, para ir percibiendo los avances y sentirse motivado.
- Es necesario **ser constante**, ya que la clasificación o selección debe ser una actividad permanente, evitando caer en la acumulación de objetos innecesarios nuevamente.
- **No se debe continuar con otro lugar** hasta terminar con el que ya se empezó, debido a que entonces nunca va a quedar un espacio totalmente arreglado.
- Conviene establecer un **límite lógico de tiempo**; si se alcanza el tiempo establecido, se puede alargar, sin verlo como una obligación o compromiso.
- Si es difícil para la persona desechar cosas, conviene hacerlo sólo cuando **esté preparada** para esto”. (Sousa, 2013, p.43).

SEITON Orden

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar

Objetivo de SEITON: Después de haber realizado la primera “s Seiri”, el siguiente paso es ordenar todos los elementos necesarios en el lugar de trabajo, esto es darle un lugar específico a cada artículo, utilizando la demarcación e identificación de los elementos para facilitar la búsqueda y el acceso de cada uno de los objetos que encuentre listo para su utilización en el momento oportuno y no perder tiempo aumentando la productividad, a parte mejora la gestión visual. (Sousa, 2013).

Poniendo en práctica esta segunda “s” se mejoran las siguientes condiciones:

- **Seguridad:** que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.
- **Calidad:** Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar y que no se deterioren.

- **Eficacia:** Minimizando el tiempo perdido y elaborando procedimientos que permitan mantener el orden. (Sousa, 2013, p.45).

SEISO Limpieza

Limpiar el sitio de trabajo y los equipos, para prevenir la suciedad y el desorden

Objetivo de SEISO: En esta etapa se debe definir una metodología de limpieza que ayude a que el área de trabajo permanezca limpia y en orden, esto incluye mobiliarios, equipos, herramientas y áreas en general, en este punto se deben establecer responsables de limpieza en cada zona del lugar, esta etapa ayuda a detectar anomalías que se puedan presentar y evitar el deterioro de los equipos con esto se logra un ambiente agradable en el lugar de trabajo. (Sousa, 2013).

“Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador debe, antes y después de cada labor realizada, retirar cualquier tipo de suciedad generada”. (Sousa, 2013, p.48).

SEIKETSU Estandarizar

Normalización o estandarización: Preservar altos niveles de organización, orden y limpieza

Objetivo de Seiketsu:

“Desarrollar condiciones de trabajo que eviten retrocesos en las primeras tres S.”

“La 4° S, implica seguir procedimientos, reglas, pasos sencillos pero comunes, que permitan mantener las tres primeras S, que son consideradas operativas. Son las normas que facilitan la vida y permiten buscar la mejora continua en todas las actividades que se realizan. Estas sencillas normas permitirán identificar fácilmente una situación normal de una anormal, mediante dispositivos y/o soportes visuales. Es importante por lo tanto, que la organización

diseñe sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad de Seiri, Seiton y Seiso. (Sousa, 2013, p.50).

En esta etapa de estandarización se requiere totalmente de la gestión visual, para estandarizar se deben realizar layout para que cada persona sepa en qué lugar va cada elemento y mantener una estandarización en el cual cada uno coloque las cosas donde la encontró, estos estándares deben ofrecer toda la información necesaria para realizar el trabajo con calidad. (Sousa, 2013).

SHITSUKE Disciplina

(Mantener la disciplina y el compromiso) Mantener los hábitos basados en las 4S anteriores

Objetivo de Shitsuke: Alcanzar una calidad de “museo” en todas las áreas, resaltando la gestión visual del lugar. (Sousa, 2013, p.51).

“Ésta es la etapa más difícil, ya que es la que va a facilitar el mantener altos estándares de orden y limpieza. Este paso sólo es posible si se aplican todos los pasos anteriores de forma constante e integrada. Las 5S no son pasos aislados, son parte de un mismo proceso y se requiere trabajar permanentemente en cada uno de ellos de acuerdo con las normas establecidas previamente. Estas cinco etapas componen un todo integrado y se van realizando una tras otra, sucesivamente, para tener éxito”. (Sousa, 2013, p.51).

Esta etapa implica mantener la disciplina durante el tiempo, no queremos volver a la condición anterior o al más temible de los casos empeorar, por esto hay que establecer normas que todo el personal cumpla, la disciplina es la calve del éxito.

Consideraciones

“Las 5S representan el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora continua, y serán el fundamento para aumentar la productividad y obtener de esta manera un entorno más agradable y seguro para trabajar. (Sousa, 2013, p.52).

“La implementación de las 5S permite obtener una mayor productividad, que se traduce en: menor cantidad de productos defectuosos, inventarios, accidentes, traslados inútiles, averías y tiempos desperdiciados. Además, las tres primeras S (Selección, orden y limpieza), facilitarán el logro de un mejor lugar de trabajo, ya que habrá mayor espacio y bienestar, seguridad en las instalaciones, cooperación y trabajo en equipo, conocimiento de las diferentes tareas, compromiso y responsabilidad de cada uno de los empleados, lo que redundará en una mejor imagen ante los clientes y un verdadero orgullo por el lugar de trabajo”. (Sousa, 2013, p.52).

7. Metodología

7.1 Tipo de investigación:

- **Descriptiva:**

Se caracterizan y detallan los procesos, equipamientos y funciones ejecutados en la empresa, durante el proceso de alistamiento.

- La línea de investigación de este proyecto es enfocada en el Diseño y Gestión de Redes de Suministro, para mejorar los procesos y disminuir los desperdicios que se puedan presentar a la largo de la cadena productiva.

7.2 Método de investigación:

- **Deductivo:**

Se analiza el tiempo de alistamiento de la maquina encapsuladora y se determina que el estándar es muy alto, con base en el análisis se determina que métodos y herramientas se deben utilizar para llevar a cabo la disminución de estos tiempos.

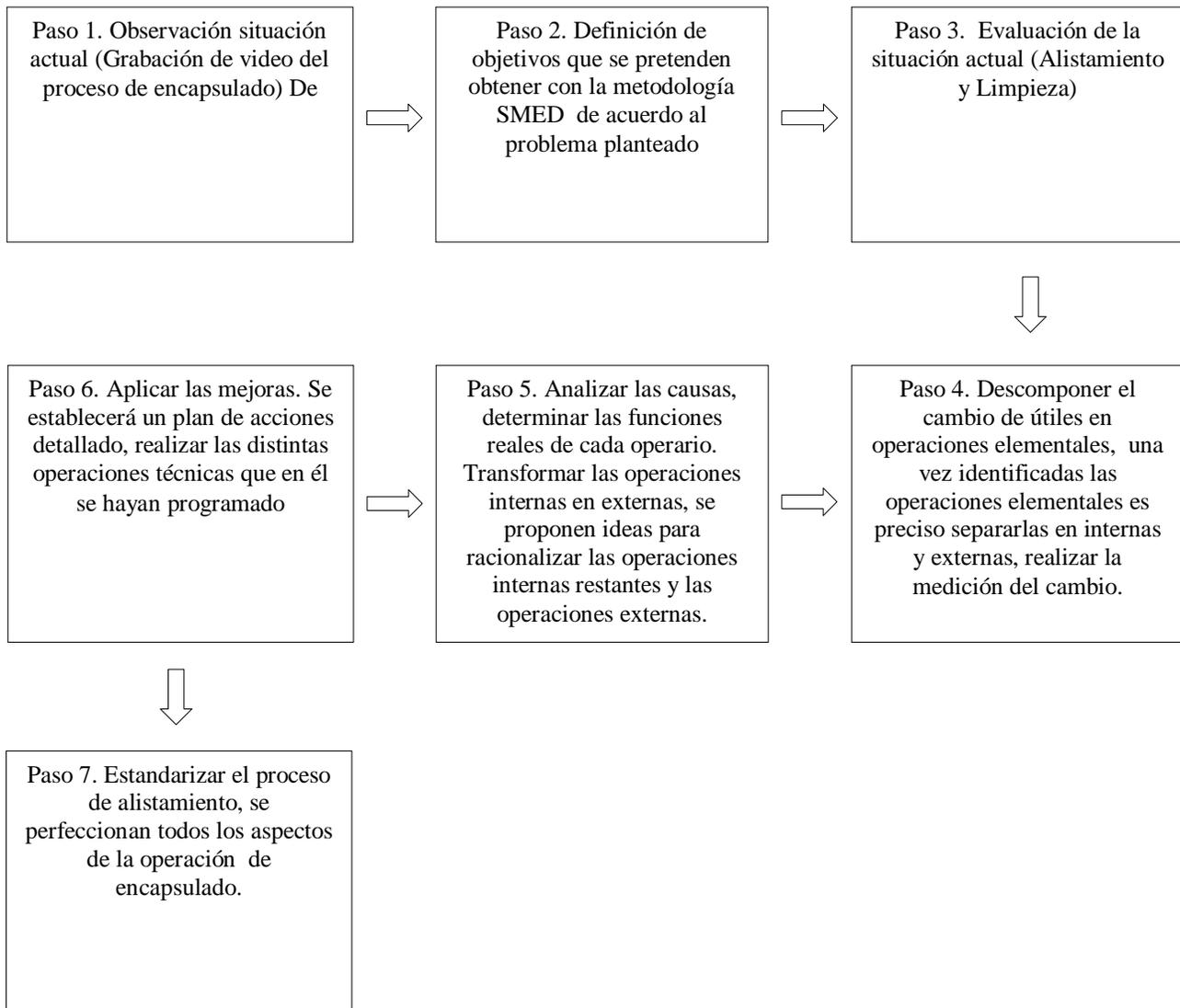
7.3 Selección de la muestra

- Se tomarán los datos existentes actualmente de los tiempos de alistamiento de la máquina encapsuladora, estos datos son recolectados por medio de un software donde se ingresan todos los tiempos generados por la máquina, estos son: horas productivas y horas ineficientes que se presentan turno a turno, dentro de estos tiempos se captan también los tiempos de alistamiento que son los que tenemos en cuenta en esta investigación, se toman los datos históricos desde noviembre de 2016 hasta octubre 2017.

7.4 Recolección de datos.

- Se realizarán a través de observación directa del proceso de alistamiento de las cápsulas de gelatina, en un formato en Excel se listan todas las actividades realizadas por el operario, con el respectivo tiempo de ejecución, se utiliza una herramienta Diagrama de Espaguetti para determinar todas las demoras y transportes que realiza el operador durante el proceso, estas actividades son resultantes del análisis hecho al video tomado durante el momento que se realiza el proceso, Se utilizó esta técnica, examinando con atención y directamente el lugar de la problemática en el desarrollo integral de las labores ejecutadas por los trabajadores de la empresa, para así obtener una visión más amplia y acertada del proceso de alistamiento de la máquina encapsuladora.

7.5 Metodología



8. Resultados

8.1 Objetivo específico 1: Analizar la situación actual del proceso de encapsulado.

8.1.1 Descripción del proceso:



Fotografía No 2 (Maquina Encapsuladora). , (2017). Autoría propia.

Maquina Encapsuladora:

Está compuesta por:

1. Sistema de corte (es el que forma la capsula)
2. Sistema de dosificación (es el que inyecta la medicina a la capsula)
3. Sistema de pre-secado (es el que le retira el 5% de agua a la capsula)
4. Sistema eléctrico (es el que energiza la máquina para ponerla en función)
5. Motores (son los que ponen a funcionar todos los sistemas de la maquina)

8.1.2 Descripción del material:

Capsula:

La capsula blanda es un material cuya cubierta está hecha de gelatina farmacéutica y un líquido en su interior que contiene el principio activo y excipientes.

Componentes de la Cápsula

Las cápsulas de gelatina blanda están constituidas por:

Gelatina:

Proteína de origen animal principalmente de los huesos bovinos y de cerdo.

Medicina:

La solución o el contenido de las capsulas está compuesto por un principio activo y excipientes.

8.1.3 Procesos

Fabricación de la gelatina

En este proceso de fabricación de gelatina se utilizan tanque reactores, donde se adicionan todas las materias primas antes mencionadas y se mezclan por espacio de 60 minutos a una temperatura de 60° C, para descargar la solución se miden dos parámetros viscosidad y temperatura están deben estar en 11.000 centipoint \pm 2.000 y 60°C \pm 5, después de preparada la gelatina se descarga en tanques de almacenamiento previamente calentados a 60°C para mantener la gelatina líquida.

Fabricación de la Medicina

En este proceso de fabricación de medicina se utilizan tanque reactores, donde se adicionan todas las materias primas antes mencionadas y se mezclan por espacio de tiempo establecidos en el método de fabricación a una temperatura ambiente, después de la mezcla de todas las materias primas se procede a la molienda del producto para mitigar los grumos que pueda tener la solución, después de la molienda se pasa la solución por un proceso de filtrado por malla 80 micras para retirar el grumo más pequeño que el molino no pudo sacar, posteriormente el producto pasa por el proceso de desaire, para retirar todo el aire que adquirió la medicina durante el proceso de molienda y filtrado, cuando la medicina ha cumplido con todos los parámetros de fabricación es en tanques de almacenamiento y queda a de ser encapsulado.

Encapsulado

Está compuesta por:

Sistema de corte (es el que forma la capsula)

Sistema de dosificación (es el que inyecta la medicina a la capsula)

Sistema de pre-secado (es el que le retira el 5% de agua a la capsula)

Sistema eléctrico (es el que energiza la máquina para ponerla en función)

Motores (son los que ponen a funcionar todos los sistemas de la maquina)

El proceso de encapsulado se realiza después de tener la medicina y la gelatina lista para encapsular, por medio de bombas peristáltica tanto la medicina como la gelatina son trasportadas a la máquina, utilizando de un sistema de enfriamiento la gelatina es solidificada formando una película que más adelante se convierte en la cobertura de la capsula, la medicina es inyectada dentro de la película de gelatina por medio de un sistema de dosificación y es sellada la película de gelatina con un sistema de corte formándose así la capsula.

Después de formada la cápsula, se someten a un proceso de pre-secado en el cual se proporciona aire frio y movimiento constante para retirar por lo menos el 5% de agua de las capsulas, luego son almacenada en carros portadores de cápsulas y son ingresadas en hornos de secado donde permanecen 4 días con aire frio para secar las cápsulas y poder tener la dureza para poder ser inspeccionadas y posteriormente ser empacadas, por ultimo son embaladas.

8.1.4 Diagrama de procesos

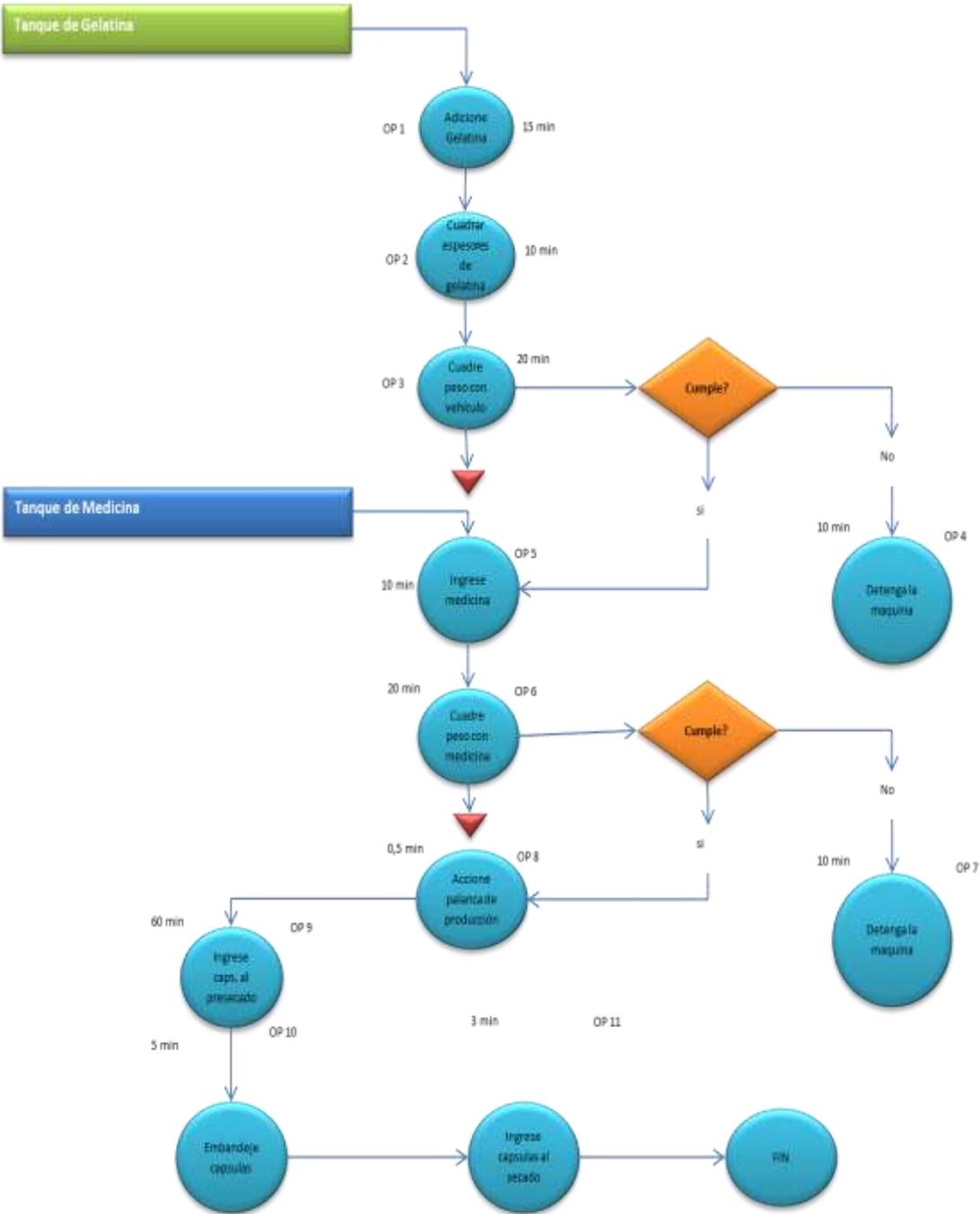


Grafico 1 (Diagrama de proceso de encapsulado). (2017). Autoría propia.

8.1.5 Indicadores de la maquina encapsuladora

Unidades encapsuladas mes a mes



Grafico 2 (Unidades encapsuladas mes a mes). (2017). Autoría Propia.

Horas ineficientes de la máquina mes a mes

Total horas 3633



Grafico 3 (Horas ineficientes mes a mes). (2017). Autoría Propia.

8.2 Definición de objetivos a partir de la situación actual

1. Disminuir el tiempo de alistamiento de la maquina encapsuladora de 240 minutos a un tiempo menor.
2. Reducir los costos de producción por alistamiento de la máquina.
3. Aumentar la disponibilidad de la máquina.
4. Reducir las horas ineficientes por concepto de alistamientos de la máquina.

8.3 Evaluación del proceso de alistamiento.

En la actualidad el proceso de alistamiento de la maquina encapsuladora, lo realiza un solo operario, el cual debe realizar los procesos de desmonte de tanques, desmonte de piezas removibles de la máquina, trasportarlos al área de lavado de utensilios, lavarlos, devolverlos al área, realizar el montaje del herramental, hacer la limpieza de la máquina y diligenciar la documentación.

En este proceso se invierten 240 minutos, tiempo estándar dispuesto por la empresa.

Proceso del alistamiento



Grafico 4 Proceso de alistamiento (Set Up). (2017). Autoría Propia.

9. Objetivo 2: Determinar cada una de las actividades realizadas por el operario en la realización de cambios (alistamiento) de la máquina encapsuladora.

Para el levantamiento de la información para identificar el número de actividades internas y externas del proceso se realizan las siguientes actividades:

- Se graba un video del alistamiento de la maquina encapsuladora 1 de una de las plantas de una empresa farmacéutica en Barranquilla.

Para la toma de este video se asigna a una persona para que grabe todo el alistamiento de la máquina, el cual con cámara en mano sigue todas las actividades realizadas por el operador de la máquina, la grabación inicia al momento de que la maquina deja de producir la última capsula y termina justo antes de iniciar la producción del siguiente lote.



- Se mide con un cronómetro los tiempos de cada una de las actividades realizados por el operario encargado de realizar el alistamiento.

Para esta actividad se asigna a una persona que este al pie del operador escribiendo cada una de las actividades y otra persona con un cronometro tomando el tiempo de cada una de las actividades escritas en el formato listado de actividades.

Tabla 4

Formato de actividades.

Actividades Cambio de presentación/Cambio de Producto/Limpieza/cambio de OP o ajuste o Mantenimiento Equipo				
Maquina:	1			
Tipo de Cambio:	Largo	Personas que participaron en la medición		
Operario:		_____		
Fecha:		_____		
Hora inicial:		_____		
Hora Final:		_____		
Tiempo:		_____		

Ítem	Descripción o detalle de la Actividad	Tiempo (min)	Tipo	Observación Mejora
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabla 6 Formato de actividades. (2017.) Autoría Propia

Se realiza un diagrama de espagueti para trazar todos los transportes que realiza el operario durante el alistamiento.

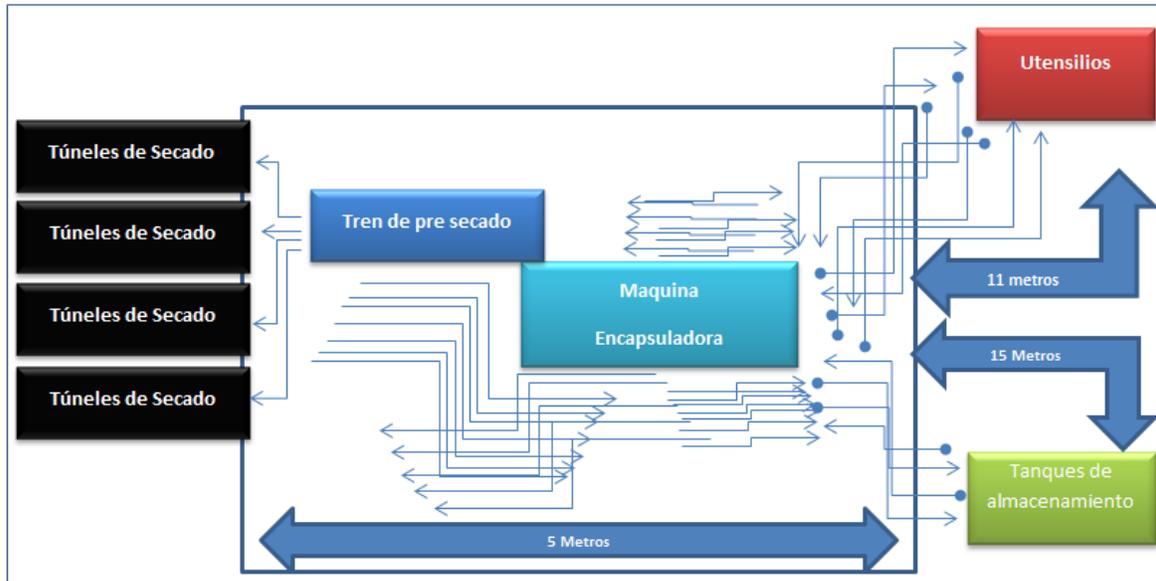


Grafico 5 Diagrama de espagueti. (2017).Autoría Propia.

- Se analiza el video por los integrantes del SMED para segregar las actividades.

En esta fase todos los miembros del equipo van repasando todas y cada una de las anteriores actividades para identificar aquellas que pueden ser externas o internas.

Según lo analizado en el video del cambio, se definen y se separan las actividades internas que debe realizar el operador con la maquina detenida y que son propias de él, de igual forma se definen las actividades externas que se pueden realizar mientras la maquina se encuentra en marcha y que pueden realizar otras personas que no sean propias del operador.

9.1 Actividades internas antes de SMED.

Tabla 5

Formato de actividades internas antes de SMED

Ítem	Descripción o detalle de la Actividad	Tiempo (min)	Tipo
1	Sacar Bombeo y Corte de película	0,5	Interna
2	Apagar el Criotermostato	0,17	Interna
3	Apagar bomba de Medicina	0,17	Interna
4	Desconectar bomba de medicina	1	Interna
5	Trasladar y conectar bomba de medicina al área de utensilios	2	Interna
6	Desconectar tubería de gelatina y apagar bomba	1,17	Interna
7	Trasladar y conectar tubería de gelatina al área de utensilios	2	Interna
8	Embandejar producto	7	Interna
9	Apagar cajas de gelatina y retirara resistencias	1,17	Interna
10	Desmontar las cajas de gelatina	4	Interna
11	Buscar y adicionar aceite para barrido de la tolva	4	Interna
12	Realizar barrido de la tolva	5	Interna
13	Retirara película de gelatina de los casting	6	Interna
14	Retirar las cucharas, banda transportadora	1,5	Interna
15	Retirar y limpiar las canastas del tren	6	Interna
16	Recoger malla	2	Interna
17	Aflojar Yoke y retirar los moldes	8	Interna
18	Desconectar Julabo	2	Interna
19	Desmonte y desarme de segmento	8,5	Interna
20	Trasladar las canastas, cajas de gelatina, cucharas y banda trasportadora y segmento al área de utensilios	4	Interna
21	Lavado de cajas de gelatina	9	Interna
22	Lavado, enjuague y secado de canastas del tren de presecado	28	Interna
23	Lavado, enjuague y secado de tuberías de gelatina y medicina, moldes segmento y sus partes, cucharas, chaza, banda transportadora abrazaderas y empaques	38	Interna
24	Montar todas las piezas lavadas al carro transportador	5	Interna
25	Transportar todas las piezas montadas en carro al área de encapsulado	4	Interna
26	Transportar tanque de medicina y gelatina vacíos a utensilios	3	Interna
27	Limpiar el cuerpo de la maquina en general	15	Interna
28	Desmonte, lavado, enjuague y secado del Shutte Assambly y Mangle Roll	10	Interna
29	Montaje y verificación de todos equipos alternos de la maquina encapsuladora	25	Interna
30	Recolección de la malla	2	Interna
31	Diligenciar la documentación del producto que termino	5	Interna
32	Limpieza del área	15	Interna
33	Alineación de moldes	5	Interna
34	Sincronización de la maquina	5	Interna
35	Diligenciamiento de la documentación del próximo producto (Bitácoras)	5	Interna
	Total minutos de actividades internas en el alistamiento	240,18	

Tabla 7 Formato de actividades internas antes de SMED. (2017). Autoría propia.

10. Objetivo 3: Convertir las actividades internas en actividades externas.

10.1 Análisis de las actividades internas para convertirlas en externas

Para este análisis todos miembros del equipo se reunieron para revisar detalladamente todas y cada una de las actividades realizadas por el operador para identificar aquellas que pueden ser externas, estas se realizan observando el video del cambio, se planteó un diagrama de causa efecto (espina de pescado) para determinar cuáles son las posibles causas en la demora en los alistamientos

ALISTAMIENTO EN MAQUINA ENCAPSULADORA

Armando | November 28, 2017



Grafico 6 Diagrama de Espina de Pescado demoras en tiempos Set Up. (2017). Autoría propia.

De las 35 actividades que resultaron internas en el análisis, quedaron 26 actividades.

Actividad	Tiempo	Actividad
Sacar Bombeo y Corte de película	0,5	Interna
Apagar el Criotermostato	0,17	Interna
Apagar bomba de Medicina	0,17	Interna
Desconectar bomba de medicina	1	Interna
Desconectar tubería de gelatina y apagar bomba	1,17	Interna
Embandejar producto	8	Interna
Apagar cajas de gelatina y retirara resistencias	1,17	Interna
Desmontar las cajas de gelatina	8	Interna
Buscar y adicionar aceite para barrido de la tolva	4	Interna
Realizar barrido de la tolva	5	Interna
Retirara película de gelatina de los casting	6	Interna
Retirar las cucharas, banda transportadora	1,5	Interna
Retirar y limpiar las canastas del tren	6	Interna
Recoger malla	2	Interna
Aflojar Yoke y retirar los moldes	8	Interna
Desconectar Julabo	2	Interna
Desmante y desarme de segmento	8,5	Interna
Limpiar el cuerpo de la maquina en general	15	Interna
Desmante, lavado, enjuague y secado del Shutte Assambly y Mangle Roll	10	Interna
Montaje y verificación de todos equipos alternos de la maquina encapsuladora	25	Interna
Recolección de la malla	2	Interna
Diligenciar la documentación del producto que termino	5	Interna
Limpieza del área	15	Interna
Alineación de moldes	5	Interna
Sincronización de la maquina	5	Interna
Diligenciamiento de la documentación del próximo producto (Bitácoras)	5	Interna

Tabla 8 Actividades internas. (2017). Autoría propia.

Del análisis realizado nos dio como resultado, que el tiempo que debe invertir el operador en las actividades internas es: **150 min.**

10.2 Actividades Externas

Actividad	Tiempo	Actividad
Trasladar y conectar bomba de medicina al área de utensilios	2	Externa
Trasladar y conectar tubería de gelatina al área de utensilios	2	Externa
Trasladar las canastas, cajas de gelatina, cucharas y banda trasportadora y segme	4	Externa
Lavado de cajas de gelatina	5	Externa
Lavado, enjuague y secado de canastas del tren de presecado	28	Externa
Lavado, enjuague y secado de tuberías de gelatina y medicina, moldes segmento	38	Externa
Montar todas las piezas lavadas al carro transportador	5	Externa
Trasportar todas las piezas montadas en carro al área de encapsulado	4	Externa
Transportar tanque de medicina y gelatina vacíos a utensilios	3	Externa

Tabla 9 Actividades externas. (2017). Autoría propia.

Del análisis realizado nos arrojó como resultado, que las actividades externas son 9 y que el tiempo que debe invertir el operador alterno y los mecánicos: **91 min.**

Grafica de tiempos de alistamiento



Grafico 7 Tiempos Set Up mes a mes. (2017). Autoría propia.

Esta grafica nos muestra el seguimiento mes a mes de los tiempos de alistamiento de la maquina encapsuladora, el tiempo estándar de alistamiento establecido por la empresa es de 240 minutos (4 horas) según estudios realizado determinaron que este es el tiempo estimado en el cual se debe realizar el alistamiento por cambio de producto o referencia, en la gráfica lo determinamos con la línea roja (Tiempo STD), el tiempo real lo determinamos en la gráfica con la línea azul y esta muestra la tendencia a la baja desde que se implementó la herramienta SMED, después de la implementación el tiempo mejor alcanzado es el de 150 minutos (2.5 horas), que es el tiempo que se estableció como meta después de los estudios, este lo representamos con la línea verde.

11. Objetivo 4: Estandarizar el proceso de alistamiento en el proceso de encapsulado y evaluar los resultados obtenidos.

Según la metodología se debe realizar primero lo siguiente:

- Aplicar las mejoras. Se establecerá un plan de acciones detallado, realizar las distintas operaciones técnicas que en él se hayan programado.
- Proponer el nuevo proceso de alistamiento con las mejoras realizadas, disminuyendo los tiempos para realización de las actividades.
- Presentar un nuevo diagrama de procesos.
- Implementación del nuevo proceso de alistamiento, en el cual se verificará si en realidad reduce los tiempos que actualmente se están desarrollando.

Plan de mejoramiento para el proceso de alistamiento								
No	Acciones de mejora	Tarea	Proceso	Responsable	Plazo	Recursos	Indicador seguimiento	Responsable del seguimiento
1	Kit de recambio	Conformar un Kit de recambio de todos los Sub equipos de la maquina	Encapsulado	Jefe de Mantenimiento	Corto	Financiero	$\frac{\text{Cantidad de sub equipos existentes}}{\text{Cantidad de Sub equipos requeridos}}$	<ul style="list-style-type: none"> Operadores Supervisores Jefe de planta
2	Bomba de dosificación	Coordinar un cronograma de rectificación de bombas de dosificación.	Llenado de capsulas	Jefe de Mantenimiento	Largo	Financiero	$\frac{\text{No de Bombas rectificadas}}{\text{No de bombas totales}}$	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de Mantenimiento Electromecánicos
3	Base Bomba	Comprar bases bombas para recambio y evitar horas ineficientes por espera de este equipo.	Llenado de capsulas	Jefe de Mantenimiento	Mediano	Financiero	$\frac{\text{No de bases bombas existentes}}{\text{No de bases requeridas}}$	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de Mantenimiento Electromecánicos
4	Cajas de gelatina	Repuesto de las cajas de gelatina para recambio	Encapsulado	* Jefe de Mantenimiento * Jefe de planta	Corto	Financiero	$\frac{\text{Cantidad de cajas existentes}}{\text{Cantidad de cajas requeridas}}$	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de Mantenimiento Electromecánicos
5	Entrenamiento del personal	Realizar un plan de entrenamiento al personal operativo para aumentar sus conocimientos en la operación.	Encapsulado	Supervisores	Corto	Humano	$\frac{\text{No de entrenamientos realizadas}}{\text{No de entrenamientos programadas}}$	<ul style="list-style-type: none"> Supervisores Jefe de planta
6	Mantenimientos preventivos	Coordinar un programa de mantenimiento preventivo mensual de las maquinas encapsuladoras	Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	Mediano	Tecnológicos Humano Financiero	$\frac{\text{No de mantenimientos realizados}}{\text{No de mantenimientos programadas}}$	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de Mantenimiento Electromecánicos Jefe de planta

Plan de mejoramiento para el proceso de alistamiento								
No	Acciones de mejora	Tarea	Proceso	Responsable	Plazo	Recursos	Indicador seguimiento	Responsable del seguimiento
7	Capacitaciones	Realizar capacitaciones al personal operativo y de mantenimiento en herramientas Lean para el mejoramiento de los procesos.	Producción	Supervisores	Corto	Humano	$\frac{\text{No de capacitaciones realizadas}}{\text{No de capacitaciones programadas}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Electromecánicos • Jefe de planta
8	Carro transportador	Adquirir un carro transportador, para desplazar todo el herramental de la maquina al área de utensilios para lavarlos.	Encapsulado	Jefe de Mantenimiento	Corto	Financiero	$\frac{\text{Tiempo invertido en tralado actual}}{\text{Tiempo invertido en tralado standar}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Electromecánicos • Jefe de planta • Operarios
9	Operador adicional	Adicionar un operador más en la realización del Set Up que se encargue del traslado, lavado de los sub equipos y limpieza del área para poder lograr el objetivo de bajar el tiempo de alistamiento	Encapsulado	Jefe de Planta	Corto	Financiero Humano	$\frac{\text{Tiempo invertido en Set Up actual}}{\text{Tiempo invertido en Set Up estandar}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisores • Operario líder • Jefe de planta

Tabla 10 Plan de mejoramiento para el proceso de alistamiento. (2017). Autoría Propia.

11.1 Nuevo procesos de alistamiento



Grafico 8 Nuevo proceso de alistamiento (Set Up).(2017). Autoría Propia.

11.2 Nuevo diagrama de procesos.

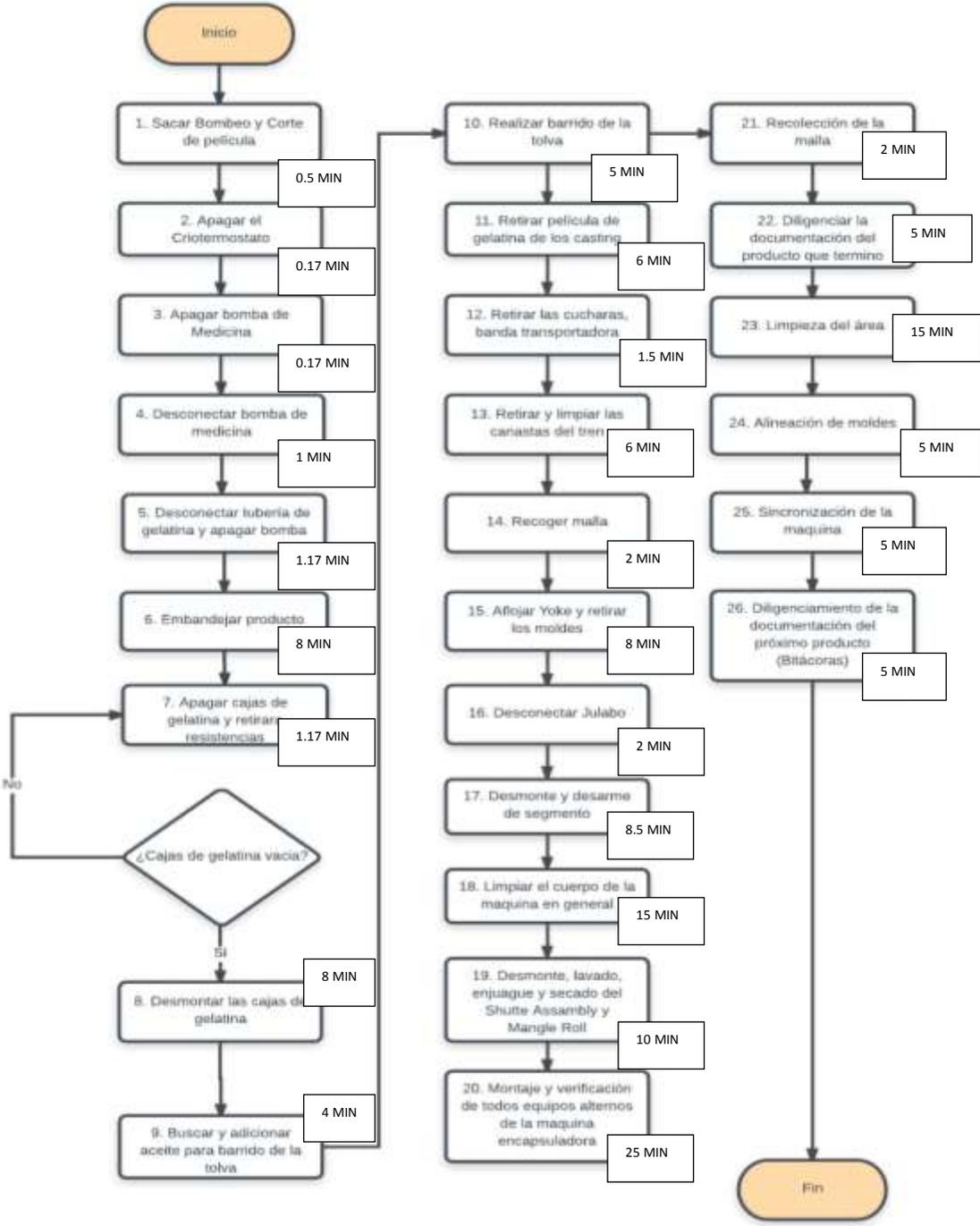


Grafico 9 (Nuevo diagrama de proceso Set Up) .(2017). Autoría Propia.

11.4 Implementación del nuevo proceso de alistamiento

No	Actividad	Tiempo
1	 Sacar Bombeo y Corte de película	0.5
2	 Apagar el Criotermostato	0.17
3	 Apagar bomba de Medicina	0.17
4	 Desconectar bomba de medicina	1
5	 Desconectar tubería de gelatina y apagar bomba	1.17
6	 Embandejar producto	8
7	 Apagar cajas de gelatina y retirara resistencias	1.17
8	 Desmontar las cajas de gelatina	8
9	 Buscar y adicionar aceite para barrido de la tolva	4
10	 Realizar barrido de la tolva	5
11	 Retirara película de gelatina de los casting	6
12	 Retirar las cucharas, banda transportadora	1.5
13	 Retirar y limpiar las canastas del tren	6

14		Recoger malla	2
15		Aflojar Yoke y retirar los moldes	8
16		Desconectar Julabo	2
17		Desmonte y desarme de segmento	8.5
18		Limpiar el cuerpo de la maquina en general	15
19		Desmonte, lavado, enjuague y secado del Shutte Assambly y Mangle Roll	10
20		Montaje y verificación de todos equipos alternos de la maquina encapsuladora	25
21		Transportar de la malla	2
22		Diligenciar la documentación del producto que termino	5
23		Limpieza del área	15
24		Alineación de moldes	5
25		Sincronización de la maquina	5
26		Diligenciamiento de la documentación del próximo producto (Bitácoras)	5
Tiempo total			150.18

Tabla 11 Nuevo proceso de alistamiento. (2017). Autoría Propia.

12. Discusión

La metodología SMED aplicada en la reducción de los tiempos de alistamiento de la maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla, mostró una mejora en éste proceso, ya que los tiempos durante el desmonte de tanques, desmonte de piezas y traslados, disminuyeron considerablemente mes a mes durante su aplicación. Se tiene una proyección de continuar con la reducción de tiempos si se mantiene la técnica.

Para dar solución a la problemática presentada, en la que se destacan la presencia de desperdicios durante las horas de alistamiento de la máquina encapsuladora, se estudian diferentes métodos y herramientas utilizadas en otras industrias para éste tipo de problemáticas y así para lograr de minimizar estos tiempos y aumentar la disponibilidad del equipo para producir más capsulas. De acuerdo a lo anterior la herramienta que más se adapta para la solución de este problema es SMED, el método es implementado y a continuación presentamos lo obtenido:

Con la aplicación de la técnica SMED se comprueba la disminución de los tiempos de alistamiento en un 40% haciendo que la disponibilidad de la maquina aumente, el trabajo realizado fue el ideal, cabe resaltar el excelente trabajo en equipo de todos los integrantes del grupo SMED que se conformó para realizar esta labor.

Como todo cambio, al principio causó controversia entre el personal operativo, ya que para implementar dicha metodología; las actividades usuales para el proceso de alistamiento deben reducir su tiempo de ejecución luego de analizar cada una de ellas, al convertir actividades internas a externas. Dicho equipo está conformado por operarios con

experiencia en alistamiento y con capacidad de realizar modificaciones técnicas, supervisores y jefes de producción con capacidad de hacer modificaciones organizativas.

Cabe mencionar que aún hay personas que no han tomado muy agradable el ajuste y se sienten amenazados, sin embargo deben continuar las sesiones de capacitación para lograr sintonía con el cambio a nivel general.

Para corroborar lo expuesto anteriormente, en la gráfica 10 podemos ver los resultados obtenidos antes y después de la implementación, la parte más satisfactoria y por la cual se dieron los resultados fue el trabajo en equipo y la pro actividad de cada persona participante, esto demuestra el éxito que se obtuvo después de aplicar la herramienta, disminuyendo los tiempos muertos por concepto de alistamientos que eran muy altos; esto hizo que se redujeran los desperdicios en dinero invertidos en Set Up.

La mayor satisfacción la arroja la actitud de las personas que han logrado demostrar que este proceso si es el ideal, el compromiso con ellos mismos y la sana competencia por obtener el menor tiempo en los alistamiento hace que los operadores estén motivados y generando mejoras que los ayude a realizar las actividades en menor tiempo, para conseguir ser los mejores mes a mes.

Cabe destacar que la empresa farmacéutica en la que se realizó el ejercicio se encuentra compuesta por muchas áreas e innumerables equipos, el cual hace que la supervisión en toda la planta al mismo tiempo sea poca y es difícil realizar seguimiento personalizado.

Para conseguir la reducción de los tiempos de alistamiento se debió principalmente a los siguientes aspectos:

- Se realiza capacitación masiva a todas las personas involucradas en la actividad y se logra una disciplina de auto control, auto gestión y auto motivación en todas las personas, esto permite que la herramienta planteada sea un éxito.
- Haberles facilitado todas las herramientas y el apoyo que cada uno de los operarios necesitaba para cumplir con las metas propuestas.
- Después que se publicara mes a mes los resultados obtenidos y mirar que fueron satisfactorios se logra que las personas que se encontraban con resistencia al cambio se unieran y de esta manera se replicara la herramienta en otras máquinas similares.
- Un detalle importante, es resaltar es que todos los integrantes del equipo siempre se encuentran motivados por el reconocimiento que se le hace mes a mes si cumplen con las metas propuestas, esto genera compromiso y dinamismo en el grupo.
- El apoyo de los altos mandos tanto emocional como económico fue determinante.

13. Conclusiones

La metodología SMED es una herramienta que se hace muy esencial en las empresas de hoy ya que para poder sobrevivir en el mercado que va evolucionando rápidamente debe tener un nivel de competitividad muy alto, y se debe tener en cuenta que para los clientes la calidad y la capacidad de entrega es lo más importante.

Para poder cumplir con las fechas de entrega a los clientes, la empresa debe tener un nivel de desperdicio de tiempos muertos bastante bajos, contando que los alistamientos son uno de los desperdicios más comunes y grandes que se presentan en la actualidad, esta es una de las limitantes más frecuentes en las empresas.

El primer objetivo que se pretende cumplir con la implementación de SMED es reducir los tiempos de alistamientos de una maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en barranquilla, el cual se analiza la situación actual del proceso para poder conocer la máquina y las funciones que se realizan con ella, para esto se crea un diagrama de proceso en el cual se encuentran cada una de las actividades realizadas, se revisa un histórico de tiempos de alistamientos, producción mensual y horas ineficientes de la máquina, con esta información tendremos un panorama completo del equipo.

En el segundo objetivo se determinó cada una de las actividades realizadas por el operario en la realización del cambio o alistamiento por cambio de producto, para el levantamiento de esta información se procedió a la grabación de un video donde se contemplan todas las actividades que realiza el operario durante la realización de la actividad de alistamiento con el tiempo que se invierte en cada paso tiempo tomado con cronometro en mano, con la realización de un diagrama de espagueti se determinan todos los transportes que realiza el operario en el proceso de alistamiento, realizado el levantamiento de la información se procedió a analizar el video para segreggar las actividades internas de las externas.

El tercer objetivo es la segregación de las actividades internas de las externas, se plantea un diagrama de espina de pescado donde se definió cuáles son las posibles anomalías que se estarían presentando en la maquina encapsuladora para que se produzcan los desperdicios o demoras en tiempos de alistamiento, después del análisis realizado se definieron cuáles son las actividades internas y cuales pasaron de internas a externas, según los datos obtenidos de este estudio surge el nuevo tiempo meta a conseguir con cada alistamiento de máquina.

En el cuarto objetivo se estandarizo el proceso de alistamiento esto se logró aplicando un plan de acción donde se implementan las mejoras resultante del estudio realizado, se propuso un nuevo proceso de alistamiento con las mejoras realizadas y evidenciando la disminución de los tiempos, se establece un nuevo diagrama de procesos y aplicando esta herramienta se verifico que los tiempos de alistamiento en realidad disminuyeran y se propone que el tiempo de alistamiento disminuya de 240 minutos (4 horas) a 150 minutos (2.5 horas).

Los resultados obtenidos se relacionan a continuación:



Grafico 10 Tiempos Set Up mes a mes. (2017). Autoría Propia.

14. Recomendaciones

Una vez concluido este proyecto de grado, se recomienda indagar e investigar otras herramientas relacionadas con la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad en plantas de producción, tal como:

- TPM (Mantenimiento Productivo Total), eliminación de desperdicios por horas ineficientes en los equipos.
- OEE (eficiencia global de la planta), que es un indicador que mide la eficiencia productiva de los equipos de producción.

Se recomienda realizar mediciones en tiempos de alistamiento en otros equipos de la planta para replicar la metodología SMED

Otra recomendación es medir los alistamientos de las maquina donde se aplicó SMED para sostener en el tiempo la mejora aplicada.

15. Bibliografía

Lista de referencias.

Estrada, F, Mussen, j, & Manyoma, P. (2010). *Desarrollo de la Metodología SMED para reducir los tiempos generados por cambios de referencia en el área de empaque de una empresa del sector farmacéutico. Cali, Colombia.*

Recuperado

de: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_739_16685.pdf

(Cuc, 2004, p. 149). **Aplicación de la Técnica Smed en la fabricación de Envases Aerosoles.** *Recuperado de* http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf

(Garcia, (2008, p. 66), Transformación de una Gama de Moldes con Sistema S.M.E.D

Recuperado de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5485/Mem%C3%B2ria.pdf>

Progressa lean (2017) Expertos en Lean Manufacturing, Kaizen Y Mejora Continua.

Recuperado de <http://www.progressalean.com/que-es-smed/>

Paredes, F, (2007). Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED

Recuperado de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>

Sousa, L, (2013) Eficiencia con las 5'S Limpieza y orden eficientes, clave del desarrollo japonés. (Spanish).

Recuperado de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=6b3c2451-32d6-499d-bf3f-6ae9ccdf5cbb%40sessionmgr120>