



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**MODELO PARA CALCULO DE COSTOS DE PRODUCCION DE LA PLANTA  
LINEA HOGAR EN LA COMPAÑÍA “ESPUMAS PLASTICAS S.A.”**

**MARVIN MORENO MURILLO**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN**

**2021**



MODELO PARA CALCULO DE COSTOS DE PRODUCCION DE LA PLANTA  
LINEA HOGAR EN LA COMPAÑÍA “ESPUMAS PLASTICAS S.A.”

**Marvin Moreno Murillo**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar  
al título de:

**Pregrado en ingeniería industrial**

Asesores (a):

Claudia Sofía Correa Puerta

Profesional en ingeniería industrial

Andrés Monsalve Giraldo

Profesional en ingeniería industrial

Línea de Investigación:

Semestre de industria

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería industrial

Medellín, Colombia

2021

## Resumen

El presente informe de práctica profesional tuvo por objetivo dar a conocer los resultados de la implementación de un modelo para el cálculo de costos de producción de la planta línea hogar en la empresa “ESPUMAS PLASTICAS S.A.S.”

Para alcanzar el objetivo propuesto en este proyecto, se realizó un diagnóstico de la planta con el objetivo de identificar los factores involucrados en su funcionamiento y tener conocimiento de fondo sobre las actividades que componen los procesos productivos en el análisis realizado se identificó una situación problemática respecto a la tercerización de algunos procesos productivos, específicamente los procesos de confección, posteriormente se realizó un estudio de tiempos para determinar los tiempos de producción, este estudio de tiempo permitió calcular los costos de producción en términos de mano de obra para cada uno de los productos utilizando el tiempo de producción y el costo promedio de la hora de trabajo.

Luego de calcular los costos de mano de obra, se descubrió que no era rentable tercerizar la confección de los productos, al diseñar un modelo de capacidad utilizando las horas de trabajo y los recursos disponibles para cada proceso se determinó que era más rentable contratar tres operarias para cubrir este proceso, Otro hallazgo importante fue la diferencia entre los costos de mano de obra calculados con el estudio de tiempo, y los costos de mano de obra registrados en el sistema de información empresarial, lo cual abrió la posibilidad de una evaluación de los costos en todas las plantas de la empresa para redefinir los costos de los productos en un futuro

## CONTENIDO

Introducción .....	1
1 Objetivos .....	3
1.1 Objetivo general .....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
2 Planteamiento del problema .....	5
3 Marco Teórico .....	6
3.1 Costos .....	6
3.1.1 Tipos de costos .....	6
3.1.2 Costo unitario promedio .....	7
3.1.3 Costos de producción .....	7
3.1.4 Punto de equilibrio .....	8
3.1.5 Método para el cálculo de costos de producción .....	8
3.1.6 Análisis de los costos en el proceso contable .....	9
3.1.7 Distribución de los costos .....	10
3.1.8 Cálculo de los costos estándar y control presupuestario .....	11
3.1.9 Presupuesto .....	12
3.2 Estudio de tiempos .....	12

3.2.1	Formularios para el estudio de tiempos.....	12
3.2.2	Etapas del estudio de tiempos. ....	14
3.2.3	Elementos de una operación.....	15
3.2.4	Tipos de elementos.....	15
3.2.5	Delimitación de los elementos. ....	16
3.2.6	Tamaño de la muestra. ....	17
3.2.7	Cronometraje de cada elemento. ....	19
3.2.8	Valoración del ritmo de trabajo.....	20
3.3	Capacidad. ....	20
3.3.1	Tipos de procesos productivos.....	21
3.3.2	Cálculo de la capacidad productiva y eficiencia. ....	23
3.3.3	Cálculo de utilización.....	25
3.3.4	Cuellos de botella. ....	26
3.4	Optimización de procesos.....	27
3.4.1	Metodologías para la optimización de procesos. ....	28
3.4.2	Acciones para la mejora de procesos. ....	29
3.4.3	Tipos de mejora de procesos. ....	30
3.4.4	Reducción de los procesos críticos.....	31
3.4.5	Optimización de los tiempos de entrega. ....	31
3.4.6	Documentación de procesos.....	32

4	Metodología .....	34
4.1	Diagnóstico de la planta. ....	34
4.2	Estudio de tiempos .....	34
4.2.1	Clasificación de las referencias. ....	34
4.2.2	Toma de tiempos. ....	35
4.2.3	Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo.....	35
4.2.4	Cálculo de tiempos estándar por elemento.....	38
4.3	Costos de producción. ....	38
4.4	Capacidad de la planta.....	39
4.5	Análisis comparativo de costos. ....	39
4.6	Oportunidades de mejora.....	40
4.7	Evaluación del impacto de las mejoras en los costos de producción. ....	40
5	Resultados y análisis .....	41
5.1	Diagnóstico de la planta .....	41
5.1.1	Generalidades de la planta.....	41
5.1.2	Indicadores de desempeño. ....	41
5.1.3	Principales actividades o centros productivos:.....	42
5.2	Estudio de tiempos. ....	44

5.2.1	Clasificación de referencias. Con el objetivo de simplificar la toma de datos, se agruparon las referencias según la similitud de los procesos necesarios para su elaboración, de esta clasificación resultaron 21 grupos. ....	44
5.2.2	Toma de tiempos. ....	46
5.2.3	Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo.....	47
5.2.4	Cálculo de tiempo estándar .....	49
5.3	Costos de producción .....	50
5.4	Capacidad de la planta.....	51
5.5	Análisis comparativo de costos .....	53
5.5.1	Costos calculados vs Costos registrados en el ERP. ....	53
5.5.2	Costo de producir internamente vs. Costos de tercerizar. ....	54
5.6	Oportunidades de mejora.....	55
5.7	Evaluación del impacto de las mejoras en los costos de producción .....	58
6	Conclusiones .....	59
7	Referencias Bibliográficas .....	61

**Lista de tablas**

Tabla 1. SIPOC de los procesos de la planta.....	43
Tabla 2. Clasificación de las referencias según sus procesos productivos.....	45
Tabla 3. Tiempo promedio observado en minutos para cada grupo. ....	47
Tabla 4. Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo para el estudio de tiempos. ....	49
Tabla 5. Tiempo estándar en minutos para cada grupo.....	50
Tabla 6. Costo de producción en términos de mano de obra. ....	51
Tabla 7. Capacidad de la planta en horas de trabajo según el escenario inicial.....	52
Tabla 8. Capacidad de la planta en el escenario de no tercerizar con los recursos actuales.....	53
Tabla 9. Capacidad de la planta en el escenario propuesto.....	57



## Lista de figuras

<i>Ilustración 1:</i> Fórmula estadística para el cálculo del número de observaciones. ..	17
<i>Ilustración 2:</i> Formato para el cálculo de tamaño de muestra .....	18
<i>Ilustración 3:</i> Método para determinar el número de observaciones del estudio de tiempos utilizado por General Electric. ....	19
<i>Ilustración 4:</i> Sistema de suplementos por descanso. ....	36
<i>Ilustración 5:</i> Tabla Westinghouse para valorar el ritmo de trabajo.....	37
<i>Ilustración 6:</i> Comparativo de costos a nivel interno.. ....	54
<i>Ilustración 7:</i> Comparativo de costos a nivel externo.....	55
<i>Ilustración 8:</i> Diagrama de flujo del proceso de tercerización.. ....	56

## **Introducción**

El estudio de tiempos es una herramienta que sirve para determinar los tiempos estándar de las operaciones que componen cualquier proceso, contemplando la fatiga y otras limitaciones que puede experimentar el operario durante su jornada de trabajo, esta herramienta es de utilidad para lograr la consecución de las actividades de un proceso de manera eficiente y eficaz, y puede ser utilizado en cualquier tipo de empresa sin importar la actividad a la que esta se dedique.

Se denominan costos a aquellos valores monetarios utilizados en un periodo de tiempo para la elaboración de bienes y servicios, estos pueden ser directos o indirectos. En el campo de la ingeniería industrial, el estudio de tiempos es una herramienta de gran poder, ya que a través de su implementación se pueden lograr variedad de resultados positivos para una organización, dando la posibilidad de alcanzar, entre otras cosas, la reducción de costos, diseño de esquemas de trabajo que permitan un mayor control sobre las operaciones.

En este proyecto se desarrolló un estudio de tiempos en la planta línea hogar, perteneciente a la empresa ESPUMAS PLASTICAS S.A.S., con el objetivo de determinar la capacidad y los costos de producción en términos de la mano de obra, y aportar criterios de decisión sobre temas estratégicos de la producción, en pro de aumentar la efectividad de la planta.

Para lograr el objetivo propuesto se analizaron los procesos productivos de la planta y se clasificaron las referencias según los procesos, luego se realizó la medición del trabajo y la determinación de tiempos estándar para calcular los costos de producción en

términos de la mano de obra y la capacidad de producción en horas por proceso, finalmente se realizó el análisis comparativo de costos y la propuesta de mejora.

Una de las principales restricciones encontradas fueron la cantidad de referencias producidas, la empresa tiene un amplio portafolio de productos, por lo cual el estudio de tiempos tomó más tiempo del estipulado, además, la demanda de algunos productos limitaba realizar suficientes observaciones en algunos procesos.

Al concluir el proyecto se pudo comparar los costos incurridos en la actualidad con el escenario de mejora propuesto y se tomó la decisión de no tercerizar los procesos de confección, y se estableció que dicha decisión supondría un ahorro promedio de 41.5 millones de pesos anuales

# 1 Objetivos

## 1.1 Objetivo general

Implementar un modelo para el cálculo de costos de producción de la planta línea hogar en la empresa “ESPUMAS PLASTICAS S.A.S.”, ubicada en el municipio de Itagüí. Para soportar la toma de decisiones estratégicas, mejorar la productividad de la planta, cumplir con la demanda y el crecimiento de la empresa.

## 1.2 Objetivos específicos

- Conocer los procesos y la situación actual con el fin de tener un diagnóstico de la planta.
- Realizar un estudio de tiempos para conocer el tiempo de trabajo que ocupa cada proceso en la producción general de la planta.
- Identificar oportunidades de mejora en los diferentes procesos, a fin de mejorar la productividad por medio de la agregación de valor.
- Determinar los costos de producción y la capacidad de la planta con el objeto de soportar la toma de decisiones en la estrategia y planeación de la producción en la planta.
- Realizar el comparativo de costos de producción internos y los de la producción tercerizada para tomar decisiones con respecto a la tercerización de la planta.

- Evaluar el impacto de las mejoras en los costos de producción para verificar si las soluciones propuestas tienen el efecto deseado en la productividad de la planta.

## **2 Planteamiento del problema**

La empresa “ESPUMAS PLASTICAS S.A.S.”, ubicada en el municipio de Itagüí, es una compañía dedicada a la producción y comercialización de espuma flexible de poliuretano, espuma aglomerada, y productos para el descanso que se comercializan con la razón social de “COMODISIMOS”.

El sistema productivo de la empresa está compuesto por las plantas de corte y espumas, la cual se encarga de producir y cortar el poliuretano flexible y el aglomerado para clientes externos e internos; somier, donde se producen las camas base y camas eléctricas; la planta encargada de la fabricación de los colchones; línea hogar, la cual produce las almohadas, cojines, colchonetas y demás productos de lencería; además se cuenta con el área de despacho, que distribuye los productos a los diferentes puntos de venta.

Como se mencionó anteriormente, la planta de línea hogar elabora los productos que se ofrecen como acompañamiento en la venta de colchones, cada producto pasa por los procesos de corte, confección y empaque; cabe destacar que algunas referencias pasan por procesos más elaborados que otras.

### 3 Marco Teórico

#### 3.1 Costos

“Desde un punto de vista contable, el termino costo se refiere al valor monetario de los gastos de las materias primas, equipos, suministros, servicios, mano de obra, productos, entre otros que se utilizan en la fabricación del producto o servicio.” (Arias et al., 2010, p. 79)

##### 3.1.1 Tipos de costos.

Los costos pueden clasificarse en fijos o variables según su naturaleza, los costos fijos son aquellos que permanecen sin cambio en su total durante un determinado periodo a pesar de amplios cambios en la actividad o volumen total relacionados, tales como alquileres, mano de obra, depreciación, entre otros.

Los costos variables cambian en total en proporción directa a los cambios en la actividad o el volumen total relacionado, como la materia prima, pago por destajo a trabajadores y energía.

Otra manera de clasificar los costos es según su aplicación, en esta clasificación los costos son directos, si pueden ser identificados y relacionados con el objeto de costo como la materia prima y la mano de obra; y los costos indirectos, los cuales afectan la actividad pero es difícil encontrar la relación, como los servicios de agua y energía, las ventas, entre otros.(Universidad Tecnológica del Peru, 2017, pp. 13–15)

### **3.1.2 Costo unitario promedio.**

Es el costo de producción por unidad de producto, se calcula dividiendo el total de los costos fijos y los costos variables, entre el número total de unidades producidas en un periodo determinado.(Enciclopedia financiera, 2019).

### **3.1.3 Costos de producción.**

El costo de producción o costo del producto es el resultado de sumar el valor de los materiales consumidos, los salarios pagados a los operarios de producción y la suma de los pagos realizados o causados para elaborar ese producto o servicio

Los costos son inherentes a la producción, para calcularlos hay que entender los elementos que los componen:

El material directo, que es aquel que forma parte integral del producto terminado y se consideran como el elemento principal del costo de producción.

La mano de obra directa, que es la remuneración a que se hacen acreedores los trabajadores que intervienen directamente en la fabricación de los productos, por el tiempo realmente trabajado ya sea manualmente o mediante el accionamiento de máquinas encargadas de la transformación de materias primas y demás materiales en producto terminado.

El último elemento fundamental son los costos indirectos de fabricación, constituidos por los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, y



aquellas erogaciones o desembolso de valores indispensables para suplir algunos requerimientos propios del proceso productivo, tales como servicios públicos, alquiler de planta, arrendamiento de oficinas de producción, seguros de planta, entre otros.

(Arias et al., 2010).

#### **3.1.4 Punto de equilibrio.**

“El punto de equilibrio es aquel nivel de producción de bienes en que se igualan los ingresos totales y los costos totales; esto es, en donde el ingreso de operación es igual a cero.”(Universidad Tecnológica del Perú, 2017, p. 33).

El punto de equilibrio estudia la relación que existe entre costos y gastos fijos, costos y gastos variables, volumen de ventas y utilidades operacionales. Es una herramienta útil para determinar el apalancamiento operativo que puede tener una empresa en un momento determinado. El valor del punto de equilibrio se puede calcular tanto para unidades como para valores en dinero. (Grijalva, 2017, pp. 75–76).

#### **3.1.5 Método para el cálculo de costos de producción.**

Existen tres sistemas principales para determinar el costo del producto dependiendo del proceso productivo utilizado en la empresa los costos pueden ser por órdenes de producción, costos por procesos y costos basados en actividades.

El costo por órdenes de producción radica los costos en el lote específico o partida de mercancías fabricadas. Los costos se acumulan en cada orden de producción por separado y la obtención de los costos unitarios es cuestión de una simple división de los totales correspondientes a cada orden, por el número de unidades producidas en esta.

El costeo por procesos es apto para empresas cuyas condiciones de producción no sufren cambios significativos, producen una sola línea de artículos, o fabrican productos muy homogéneos, en forma masiva o continua, cumpliendo etapas sucesivas hasta su terminación total.

En este sistema, la unidad de costeo es el proceso de producción, acumulándose los costos por cada uno de estos durante un periodo determinado. el total de costos correspondientes a un proceso particular dividido por el total de unidades obtenidas en el periodo respectivo da como resultado el costo unitario de dicho proceso. Por su parte el costo total del producto terminado se obtiene de la suma de los costos unitarios de cada proceso por donde haya pasado el artículo para su fabricación.

El costeo basado en actividades es una metodología que mide el costo y el desempeño de actividades, recursos y objetos de costo. Los recursos se asignan primero a las actividades, después los costos de las actividades se asignan a los objetos de costo según el uso. (Arias et al., 2010).

### **3.1.6 Análisis de los costos en el proceso contable.**

El flujo de los costos de producción sigue el movimiento físico de las materias primas a medida que se reciben, almacenan, gastan y se convierten

en artículos terminados. El flujo de los costos de producción da lugar a estados de resultados y de costos de ventas.

La contabilidad de costos es una de las partes de la contabilidad de gestión y centra su aplicación en el cálculo de los costos de los servicios y productos intermedios y los productos terminados que ofrece a empresa.(Universidad Tecnologica del Peru, 2017).

### **3.1.7 Distribución de los costos.**

Los tres elementos fundamentales que conforman el costo de producción de un bien o servicio son el material directo, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

El material directo o materia prima es aquel que forma parte integral del producto terminado y se consideran como el elemento principal del costo de producción. La mano de obra directa es la remuneración a que se hacen acreedores los trabajadores que intervienen directamente en la fabricación de los productos por el tiempo realmente trabajado para transformar la materia prima en producto terminado.

Los costos indirectos de fabricación están constituidos por los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, y aquellas erogaciones o desembolso de valores indispensables para suplir algunos requerimientos propios del proceso productivo, tales como servicios públicos, alquiler de planta, entre otros.(Arias et al., 2010, pp. 79–80).

### **3.1.8 Cálculo de los costos estándar y control presupuestario.**

El cálculo de costos estándar es la respuesta a la necesidad de determinar el costo actual de los productos terminados durante un periodo dado, es una manera de estimar el costo de un producto para reportes financieros inmediatos, dejando paso para un futuros análisis más detallados, este costo es una forma de realizar el control presupuestario con los componentes del costo unitario, de modo que una empresa puede presupuestar la mano de obra directa y materias primas para cada unidad de productos terminados que planea producir.

El cálculo de los costos estándar es una herramienta usada para estimar el total de los costos de producción asumiendo una operación normal, el poder de esta herramienta radica en que la información que da al compararse con los costos reales es útil para tomar decisiones de manera rápida, este análisis es llamado análisis de varianza de costos y consiste en identificar, medir e investigar las causas de las diferencias significativas entre las expectativas presupuestarias y los resultados reales, la varianza puede calcularse en tiempo, volumen de producción, costos, eficiencia y precio. (Siciliano, 2003, parr. 41–42)

El costo estándar es un método mediante el cual los inductores de costos se cargan en el producto, el inductor de costo comúnmente usado es la mano de obra directa, en este sentido el costo de producir está dado en la proporción de mano de obra necesaria para lograrlo, la elección del inductor depende de la naturaleza de la empresa. (Srinivasan et al., 2014, parr. 79–80).

### **3.1.9 Presupuesto.**

El presupuesto es una herramienta administrativa de planeación y control financiero donde se presentan ordenadamente y en términos monetarios, los resultados previstos de un plan, un proyecto, una estrategia, es el desarrollo eficaz del proceso gerencial.

“El presupuesto de operaciones es el plan financiero principal para una empresa, es una guía para la gerencia durante el periodo presupuestado, para adquirir y distribuir los recursos para producir el nivel de servicio objetivo(Water Environment Federation, 2010, parr. 1)

El control presupuestario es el proceso de preparar el presupuesto para un periodo futuro, comparando los estándares propuestos con el desempeño actual, encontrando las causas de las variaciones y tomando las respectivas acciones correctivas, es una manera de evaluar las operaciones e identificar las fortalezas y debilidades en las diferentes áreas de una compañía.

## **3.2 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (Kanawaty, 1996, p. 273)

### **3.2.1 Formularios para el estudio de tiempos.**

Los estudios de tiempos exigen el registro de numerosos datos. Los apuntes se pueden tomar en hojas en blanco, pero es mucho más cómodo emplear

formularios impresos, todos en el mismo formato, lo que además permite colocarlos en ficheros fáciles de consultar después. Por otra parte, los formularios impresos fijan un método y no dejan omitir ningún dato esencial.

Los principales modelos caen en dos categorías: los que se utilizan mientras se realizan las observaciones, y los que sirven después, en la oficina, cuando se han reunido ya los datos.

los formularios para reunir los datos tienen una primera hoja en la cual figuran los datos esenciales sobre el estudio, los elementos en que fue descompuesta la operación y los “cortes” que los separan entre ellos. En las hojas siguientes se registran los demás ciclos del estudio.

También existen los formularios para ciclo breve, que son formularios con columnas especiales y son empleados cuando el ciclo es relativamente breve y por ende la fila puede contener todas las observaciones de un elemento.

Dentro de los formularios para estudiar los datos reunidos está la hoja de trabajo, la cual se usa para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación, también se usa una hoja resumen del estudio, donde se transcriben los tiempos seleccionados o deducidos, de todos los elementos, con indicaciones de su respectiva frecuencia.

Por último, está la hoja de análisis de los estudios, donde se transcriben, a partir de las hojas de resumen, los datos de todos los estudios efectuados sobre la operación del caso. Esta hoja sirve para computar los tiempos

básicos de los respectivos elementos de la operación. (Kanawaty, 1996, pp. 278–280)

### **3.2.2 Etapas del estudio de tiempos.**

Un estudio de tiempos se lleva a cabo mediante las siguientes etapas:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método, descomponiendo la operación en elementos.
3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronometro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el tiempo tipo de la operación.

(Kanawaty, 1996, pp. 293–294)

### 3.2.3 Elementos de una operación.

Un elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis, la sucesión de elementos necesarios para efectuar u obtener una unidad de producción se denomina ciclo de trabajo.

El ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo.

Es necesario detallar los elementos para poder entre otras cosas detallar el tiempo productivo del tiempo improductivo, reconocer y distinguir los tipos de elementos para ocuparse de cada uno según su tipo, aislar los elementos que causan especial fatiga y fijar con mayor exactitud los tiempos de descanso, y hacer una especificación detallada del trabajo.(Kanawaty, 1996)

### 3.2.4 Tipos de elementos.

**Elementos repetitivos:** aquellos que reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.

**Elementos casuales:** son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.

**Elementos constantes:** el tiempo básico de ejecución de estos elementos es siempre igual.

**Elementos variables:** son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.

**Elementos manuales:** los que son realizados por el trabajador.



Elementos mecánicos: son realizados automáticamente por una maquina o proceso a base de fuerza motriz.

**Elementos dominantes:** son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.

**Elementos extraños:** son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

(Kanawaty, 1996, pp. 297–298)

### 3.2.5 Delimitación de los elementos.

Existen algunas reglas generales para delimitar los elementos de una operación, entre las cuales las siguientes:

Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez.

Los elementos deberán ser todo lo breves que sea posible.

Los elementos manuales deberían elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea.

Los elementos manuales deberían separarse de los mecánicos.

Los elementos constantes deberían separarse de los variables.

Los elementos que no aparecen en todos los ciclos deben cronometrarse aparte de los que si aparecen.

Los elementos deben comprobarse durante varios ciclos y consignarse por escrito antes de cronometrarlos. (Kanawaty, 1996, pp. 298–299).

### 3.2.6 Tamaño de la muestra.

Para calcular el tamaño de la muestra se puede utilizar un método estadístico o un método tradicional, según el nivel de confianza y el margen de exactitud deseados.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ .

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

*Ilustración 1:* Fórmula estadística para el cálculo del número de observaciones. (Kanawaty, 1996, p. 300)

Dónde:

n: Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones);

n': Número de observaciones del estudio preliminar;

x: valor de las observaciones.

(Kanawaty, 1996, p. 300)

El método tradicional consiste en un procedimiento sistemático que empieza tomando un número de lecturas preliminares, 10 lecturas si los ciclos son menores a 2 minutos, y 5 lecturas si los ciclos son mayores a 2 minutos, luego se calcula el rango y la media aritmética de estas lecturas. El paso siguiente es hallar el cociente entre el rango y la media, para finalmente determinar el número de observaciones ubicando este cociente en la siguiente ilustración:

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

**Ilustración 2:** Formato para el cálculo de tamaño de muestra mediante el método tradicional. (Salazar L, 2019).

Este método asegura un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$ .

(Salazar L, 2019a).

Por otra parte, algunos autores y ciertas empresas como la General Electric han adoptado una guía convencional para determinar el número de ciclos que se

cronometrarán, esta guía se basa en el número total de minutos por ciclo, como se puede ver en la siguiente ilustración

Minutos por ciclo	Hasta 0.10	Hasta 0.25	Hasta 0.50	Hasta 0.75	Hasta 1.0	Hasta 2.0	Hasta 5.0	Hasta 10.0	Hasta 20.0	Hasta 40.0	Más de 40
Número de ciclos recomendado	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Fuente: A. E. Shaw: «Stop-watch time study», en H. B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook*, Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª edición, 1971. Reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

**Ilustración 3:** Método para determinar el número de observaciones del estudio de tiempos utilizado por General Electric. (Kanawaty, 1996, p. 301)

### 3.2.7 Cronometraje de cada elemento.

Una vez delimitados y descritos los elementos se puede empezar el cronometraje.

Existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo cronometrado:

Cronometraje acumulativo, en el cual el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al inicio del primer elemento del primer ciclo y no se lo detiene hasta acabar el estudio.

Cronometraje con vuelta a cero, mediante este procedimiento los tiempos se toman directamente: al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente.

Es importante en el estudio de tiempos anotar la hora en la que se realizan las mediciones, ya que el momento de la jornada puede afectar el rendimiento del trabajador y es importante tener en cuenta este factor a la hora de valorar el ritmo de trabajo.

(Kanawaty, 1996).

### **3.2.8 Valoración del ritmo de trabajo.**

Para valorar el ritmo de trabajo de un trabajador, primero hay que entender el concepto de “trabajador calificado”, ya que con este tipo de trabajadores deben realizarse los estudios de tiempos, “un trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”.(Kanawaty, 1996, p. 306)

Valorar el ritmo de trabajo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que el evaluador se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde, el ritmo o desempeño tipo es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse. (Kanawaty, 1996).

### **3.3 Capacidad.**

La capacidad es la máxima velocidad de producción de una operación, la operación puede ser una estación de trabajo o una organización entera, la planificación de la capacidad es fundamental para el éxito de una empresa, ya que esta no debe ser ni excesiva ni insuficiente.

La planificación de la capacidad es fundamental para el éxito a largo plazo de una organización y la medición de esta depende del tipo de empresa y del objetivo que esta se plantee. En general, la capacidad se expresa en cualquiera de estas dos formas: como mediciones de salida de producto o como mediciones de insumos.

Para planificar la capacidad requiere se requiere el conocimiento de la capacidad actual y su utilización, esta última se la relación entre la tasa de producción promedio y la capacidad máxima; la tasa de producción promedio y la capacidad se deben de medir en los mismos términos, ya sea en tiempo, clientes, unidades o dinero. Conocer la tasa de utilización indica la necesidad de conseguir capacidad adicional o eliminar aquella que es innecesaria.

A la máxima producción que se puede lograr en un proceso o instalación, bajo condiciones ideales, se le llama capacidad pico, para alcanzar esta capacidad las empresas usualmente utilizan métodos de producción marginales. La máxima salida de producción que un proceso o que una empresa es capaz de sostener económicamente, en condiciones normales, es su capacidad efectiva, es el más alto nivel de producción que una empresa puede sostener con horarios realistas de trabajo para sus empleados y el equipo que ya tiene instalado.(Carro & Daniel, 2000).

### **3.3.1 Tipos de procesos productivos.**

Los procesos productivos pueden clasificarse utilizando como criterio la continuidad en la obtención del producto, así, la configuración productiva puede ser por proyecto, por lotes, talleres, en línea o continúa.

La configuración por proyectos se utiliza cuando se elaboran productos o servicios que presentan características singulares y son de cierta complejidad, lo que cada vez que se realiza el proceso la secuencia de operaciones puede ser diferente.

En este tipo de producción no se habla propiamente de flujo de productos, sino de secuencia de operaciones, ya que muchas veces el producto queda fijo en un punto y son los equipo y el personal los que se trasladan al lugar donde se elabora.

La configuración por lotes o producción intermitente es aquella de ritmo de fabricación variable. En función del tamaño de los lotes de productos obtenidos, de la variedad de estos productos y de las características de los procesos, la configuración por lotes puede ser por talleres o en línea.

Si se producen lotes más o menos pequeños de una amplia variedad de productos, entonces hablamos de configuración por talleres, en estos procesos hay poca o nula estandarización.

Esta configuración se plantea cuando es necesario un pequeño número de operaciones que pueden ser realizadas por el mismo trabajador o grupo de trabajadores. Estos pueden llegar a hacerse cargo de todo el proceso de obtención de un pedido y utilizan los diferentes centros de trabajo para desarrollar todas las operaciones necesarias.

En este tipo de producción los equipos y el personal se agrupan por similitud de habilidades o funciones formando lo que llamamos talleres, es decir, las operaciones se agrupan según su semejanza. Cada lote exige una secuencia distinta de operaciones, de manera que los materiales y productos pasarán sólo por aquellos centros de trabajo que requieran y se saltarán los demás.

La producción en línea se utiliza cuando se producen grandes lotes de una pequeña variedad de productos, aparentemente diferentes, pero técnicamente homogéneos, es decir, requieren el mismo tipo de operaciones.

Los puestos de trabajo se colocarán en línea, uno tras otro, siguiendo el orden de estas operaciones. En este caso sí que hablamos propiamente de flujo de productos, ya que estos van pasando de un lugar a otro según la secuencia preestablecida.

Se habla de producción continua cuando existe un flujo de materiales sin pausa alguna y sin transición entre operación y operación. El producto va pasando por una serie de operaciones distintas de forma continua, sin apenas paradas en el proceso de producción. A diferencia de la línea de ensamblaje, donde el flujo de producción era discreto, en este caso es continuo. (Núñez C et al., 2014, Chapter 2.2)

### 3.3.2 Cálculo de la capacidad productiva y eficiencia.

Para calcular la capacidad de una planta, es necesario saber que existen diferentes tipos de capacidad y cada una de estas tiene una forma de ser calculada:

La capacidad teórica es la capacidad máxima de producción y que está prevista desde la construcción y conformación de los sitios de trabajo; este nivel de capacidad nunca se trabaja y se utiliza para fronteras de análisis.

$$CT = \sum_{i=1}^n CTi = \sum_{i=1}^n (365 \times 24) ni$$

Dónde:

CTi: Capacidad teórica del sitio de trabajo i = 365(día/año) x 24(horas/día) x ni

Ni: Número de sitios de trabajo del tipo i



Para n sitios de trabajo.

La capacidad disponible es la capacidad con la que realmente trabaja una empresa ya que reconoce las deficiencias con que normalmente labora la organización. Adicionalmente se establecen las condiciones de producción que dependen de la política interna de la administración de recursos de manufactura, así como las normas de trabajo y la jurisprudencia.

$$CD = \sum_{i=1}^n CDi = \sum_{i=1}^n (Dh \times Nti \times Dti) \times ni - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Dónde:

CDi: capacidad disponible del sitio de trabajo i

Dh: días hábiles que labora la empresa en el año

Nti: número de turnos diarios que se trabajan en el sitio de trabajo i

Dti: duración de los turnos de trabajo del sitio de trabajo i

G1: pérdidas totales por mantenimiento de todos los sitios de trabajo

G2: perdidas por no existencia del personal productivo, expresada en horas/año

G3: perdidas por factores organizacionales

G4: perdidas por factores aleatorios no previsibles

Para n sitios de trabajo distintos

Para calcular la capacidad que se requiere para cumplir con un programa o plan de producción determinado. Utilizamos la siguiente formula:

$$CN = \sum_{j=1}^n CNi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Qpj \times Tpj$$

Dónde:

CNi: capacidad necesaria del sitio de trabajo i

Qpj: cantidad planeada de producto tipo j, medido en unidades al año

Tpji tiempo planeado de ejecución de una unidad de producto j en el sitio de trabajo i. Este tiempo es el tiempo estándar de manufactura medido en horas por unidad.

Para n sitios de trabajo distintos y p tipos diferentes de productos.

(Caba Villalobos et al., 2011).

Las tasas de utilización promedio no deberían acercarse demasiado al 100%.

Cuando lo hace, dan la señal de que es necesario incrementar la capacidad o disminuir la aceptación de pedidos a fin de evitar un descenso en la productividad, usualmente las empresas definen algo denominado “colchón” de capacidad, que es la capacidad que una empresa mantiene como reserva para afrontar los incrementos repentinos de la demanda o las pérdidas temporales de su capacidad de producción. Es una medida de la cantidad por la cual la utilización promedio es inferior al 100%

Colchón de capacidad= 100% - porcentaje de utilización (%).

(Carro & Daniel, 2000, p. 6)

### 3.3.3 Cálculo de utilización.

Existen diversas maneras de calcular la capacidad que realmente se consumió en la producción, una de ellas es la siguiente formula

$$CU = \sum_{i=1}^n Cui = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Qrj x Trij$$

Dónde:

Cui: capacidad utilizada en el sitio de trabajo i

Qrj: cantidad elaborada de producto j en el periodo considerado

Trij: tiempo gastado en el sitio de trabajo i para la manufactura del producto j.

Para n sitios de trabajo distintos y p tipos diferentes de productos.

Esta fórmula se utiliza después del ejercicio contable y sirve como medida de efectividad y control.

(Caba Villalobos et al., 2011)

La capacidad también puede expresarse como un porcentaje, utilizando la tasa de producción promedio y la capacidad máxima, como se puede ver en la siguiente formula:

$$Utilización = \frac{Tasa\ de\ producción\ promedio}{Capacidad\ maxima} \times 100$$

La tasa de producción promedio y la capacidad se deben medir en los mismos términos, ya sea tiempo, clientes, unidades o dinero. La tasa de utilización indica la necesidad de conseguir capacidad adicional o eliminar aquella que es innecesaria. Es conveniente que en la capacidad máxima se use la capacidad efectiva, ya que esta es la que una empresa es capaz de sostener económicamente en condiciones normales.

(Carro & Daniel, 2000, p. 2)

### 3.3.4 Cuellos de botella.

La mayoría de las instalaciones tienen múltiples operaciones, con frecuencia sus capacidades efectivas no son idénticas. Se le llama cuello de botella a la operación que tiene la capacidad efectiva más baja entre todas las de la instalación y que, por lo tanto,

limita la salida de productos del sistema, la capacidad del sistema es el inverso del tiempo del cuello de botella.

El cuello de botella es una restricción fundamental en cualquier sistema, por eso para su manejo se plantean cuatro principios:

Liberar ordenes de trabajo para el sistema al ritmo marcado por la capacidad del cuello de botella.

El tiempo perdido en el cuello de botella es una pérdida de capacidad para todo el sistema, el cuello de botella debe de estar siempre ocupado con trabajo.

El aumento de la capacidad de una estación que no es cuello de botella es un espejismo, este aumento no tiene impacto sobre la capacidad del sistema y solo creará inventario extra.

El aumento de la capacidad de los cuellos de botella incrementa la capacidad de todo el sistema. (Render & Heizer, 2014).

### **3.4 Optimización de procesos**

La optimización de procesos es una metodología que permite a las empresas desarrollar productos y procesos cada vez mejores con costos más bajos, es un proceso de búsqueda de mejoras más preciso ya que usa un método científico basado en algoritmos matemáticos. (Paredes, 2013).

La optimización puede ser aplicada en diferentes tareas, es empleada para encontrar la mejor solución disponible para un problema o situación determinados. Optimizar un proceso requiere el uso de una función objetivo, un criterio de desempeño que debe de ser maximizado o minimizado. (Klemes, 2011).

La mejora continua implica aplicar la creatividad e innovación con el objetivo de reducir los tiempos de preparación de las máquinas-herramientas, sistematizar la capacitación del personal, ampliando sus conocimientos y experiencias mediante el incremento del desarrollo científico-técnico. Significa cambiar la forma de ver y producir la calidad. (Lescay C & Pérez V, 2009, p. 1)

### **3.4.1 Metodologías para la optimización de procesos.**

#### **3.4.1.1 *Administración de la calidad total.***

TQM es un sistema para crear una ventaja competitiva enfocando a la organización en lo que es importante para el cliente. Se apoya en dos creencias fundamentales: que la calidad es lo que el cliente dice que es, y que debe estar completamente integrada en la estructura de la misma organización, incluyendo sus estrategias básicas, la cultura y los sistemas de gestión. (Santamaría Rendón, 2013, p. 12)

#### **3.4.1.2 *Seis sigmas.***

Seis sigmas es un método de control de calidad, centrado en la reducción de la variabilidad de los procesos productivos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.

La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Se basa en herramientas estadísticas, ya que Sigma, se refiere a la desviación estándar de una población que da la idea de la variabilidad de un proceso. Esta metodología ha sido

ampliamente empleada principalmente en las empresas de manufactura. La pionera en emplearla fue la compañía Motorola a inicios de los años 80. (Santamaría Rendón, 2013)

#### 3.4.1.3 *Lean manufacturing.*

Es una metodología de mejora que proporciona un camino a seguir para mejorar continuamente la eficiencia en los procesos de fabricación o prestación del servicio. Para ello se apoya en la supresión dentro del proceso productivo de todo aquello que no aporta valor, permitiendo trabajar de una forma más eficiente y con un menor consumo de recursos. (Robledo, 2017, para. 6)

#### 3.4.1.4 *Teoría de restricciones.*

“Es una metodología de mejora que proporciona un camino a seguir para mejorar continuamente la capacidad de producción. Para ellos se basa en atacar las restricciones o cuellos de botella que limitan la capacidad de los procesos productivos”. (Robledo, 2017, parr. 8)

### 3.4.2 **Acciones para la mejora de procesos.**

Para mejorar un proceso es necesario garantizar que hay una forma definida o estabilizada de hacer las cosas y que efectivamente se ajusta a esta forma, es decir, estandarizar. Para esto se debe:

- Definir la forma de ejecutar el proceso.
- Ejecutar las actividades del proceso según las instrucciones previamente establecidas.
- Comprobar que el proceso se ha desarrollado según estaba previsto.
- Garantizar que la próxima repetición del proceso se va a desarrollar de acuerdo con las instrucciones.

Una vez estandarizado el proceso, se aplican las mejoras, una acción de mejora es aquella que está destinada a cambiar la forma en la que se lleva a cabo el proceso, estas mejoras se deben reflejar en los indicadores del proceso, para mejorar un proceso hay que aplicar el ciclo de mejora PHVA:

- Planificar los objetivos de mejora para el mismo y la manera en que se van a alcanzar.
- Ejecutar las actividades planificadas para la mejora del proceso
- Verificar la efectividad de las actividades de mejora
- Actualizar la nueva forma de llevar a cabo el proceso, con las mejoras que han demostrado su efectividad. (EUSKALIT, 2010)

### **3.4.3 Tipos de mejora de procesos.**

#### **3.4.3.1 *Mejoras estructurales.***

Se puede mejorar un proceso a base de aportaciones creativas, imaginación y sentido crítico, ejemplos de mejoras estructurales son: La redefinición de los resultados generados por el proceso, de los actores que intervienen en el proceso y/o de la secuencia de actividades. Este tipo de mejoras son fundamentalmente conceptuales. (EUSKALIT, 2010, p. 9)

#### **3.4.3.2 *Mejoras en el funcionamiento.***

Cuando se cambia la forma en la que funciona un proceso, haciéndolo más eficaz y eficiente, para este tipo de mejoras son útiles las herramientas clásicas de resolución de problemas, los sistemas de sugerencias, diseño de experimentos y herramientas orientadas a la eliminación de despilfarros. (EUSKALIT, 2010, p. 9)

#### **3.4.4 Reducción de los procesos críticos.**

Un proceso crítico es aquel que, siendo vital para el funcionamiento de la empresa, presenta un alto riesgo, es decir, no ocurren de la forma adecuada, o afectan la calidad percibida por el cliente. (Oliveira, 2018).

Para reducir un proceso crítico, primero hay que identificarlo, para esto se pueden utilizar herramientas de diagnóstico, como los mapas de procesos, además de entrevistar a los actores involucrados en estos, también se pueden consultar datos históricos si están disponibles en la organización. De la fase de diagnóstico se genera una lluvia de ideas de todos los diferentes problemas en los procesos de la organización.

Luego de identificado los procesos críticos estos se priorizan, la herramienta por excelencia para este análisis es el diagrama de Pareto. Luego se procede a establecer el plan de mejora según la prioridad del proceso. (Han et al., 2019).

#### **3.4.5 Optimización de los tiempos de entrega.**

El tiempo de entrega o lead time es el tiempo que transcurre desde que se genera una orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor al cliente.

En la producción, el lead time facilita el cálculo de los tiempos de fabricación y esto luego tendrá impacto en la gestión logística y comercial. La forma habitual de calcular el tiempo de entrega es resta la fecha de pedido a la fecha de entrega, el resultado muestra el tiempo desde que se realizó el pedido hasta que este llegó al cliente.

Existen una serie de pasos para optimizar los tiempos de entrega de producto terminado, estos son los siguientes:



1. Medir con precisión todos los tiempos de suministro por rangos, esto permite reducir los tiempos de suministro mediante la identificación de procesos críticos.
2. Analizar los procesos y subprocesos de la intralogística al detalle, para detectar los cuellos de botella y fallos que estén demorando el flujo de materiales.
3. Gestionar los imprevistos utilizando diferentes herramientas que permitan limitar la incertidumbre, centralizar información y ganar capacidad de reacción.
4. Llegar a acuerdos de colaboración con los proveedores, esto permite estandarizar procesos y afinar la planificación de los tiempos de suministro.

(MECALUX, 2019).

#### **3.4.6 Documentación de procesos.**

Una documentación de proceso resume los pasos necesarios para completar una tarea o proceso. Es una documentación interna y continua del proceso mientras se lleva a cabo; en la documentación es más importante el "cómo" de la implementación que el "cuánto" del impacto del proceso. Un negocio es esencialmente un grupo de procesos interrelacionados, y si estos procesos no están documentados por escrito, puede haber inconvenientes. Las empresas tienen procesos repetibles que son clave para que sus operaciones sean exitosas, por lo que la documentación de procesos sirve como una guía fundamental de referencia para los empleados y directores.

La documentación de procesos consiste en llevar un registro de un proceso durante la ejecución de un proyecto. El objetivo es aprender de la implementación para adaptar la estrategia y mejorar el procedimiento. (Lucidchart, 2019).

La documentación de procesos resume todos los pasos necesarios para completar una tarea o proceso. Es una documentación interna y continua del proceso mientras se

lleva a cabo. Los documentos de procesos consisten en realizar un registro de los procesos durante la ejecución del proyecto. El objetivo es aprender a implementar la adaptación de la estrategia y mejorar el procedimiento.

La documentación de procesos permite que se noten los cambios en el comportamiento y las actitudes necesarias para producir los resultados deseados.

(ISOTOOLS, 2017)

## 4 Metodología

A continuación, se detalla la metodología empleada para la creación de un modelo de cálculo de costos de producción de la planta línea hogar:

### 4.1 Diagnóstico de la planta.

En la planta se realizan los siguientes macroprocesos: corte, confección y empaque, para el diagnóstico se observaron presencialmente estos procesos durante una semana, buscando aspectos claves como responsables de cada proceso, número de operarios, máquinas y herramientas utilizadas, flujo del material y productos, espacios de operación y almacenamiento; además, se realizaron entrevistas al jefe encargado y a los operarios a lo largo de la jornada para conocer mejor los productos, los diferentes procesos que componen a los macroprocesos y la forma en que se organizaba a los operarios para llevar a cabo la producción toda la información fue documentada, luego se analizó y se sintetizó por medio un SIPOC.

### 4.2 Estudio de tiempos

Con el fin de determinar los tiempos estándar de producción de los diferentes productos, se realizó un estudio de tiempos, a continuación, se describen las etapas de este análisis:

#### 4.2.1 Clasificación de las referencias.

Durante esta etapa se agruparon las referencias por procesos. Se formaron grupos de referencias que siguen la misma secuencia de procesos para su elaboración, esto se realizó por medio de asesorías de las operarias de confección, durante esta etapa, se

delimitaron los elementos y se definió el alcance del estudio de tiempos, el cual, para todas las referencias se definió desde el proceso de corte, hasta el proceso de empaque.

#### **4.2.2 Toma de tiempos.**

Para realizar el estudio de tiempos primero se realizaron observaciones preliminares de cada elemento de cada grupo o familia de productos, para calcular el tamaño de la muestra se utilizó el método descrito en la *ilustración 3*, los datos obtenidos se registraron en archivos individuales para cada grupo.

#### **4.2.3 Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo.**

Para calcular los tiempos estándar fue necesario asignar los suplementos para el estudio, estos se definieron según el sistema de suplementos por descanso definido por la OIT

SUPLEMENTOS CONSTANTES			SUPLEMENTOS VARIABLES		
	HOMBRE	MUJER		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales			e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga			Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES					
a) Trabajo de pie			16		0
Trabajo se realiza sentado(a)			14		0
Trabajo se realiza de pie			12		0
b) Postura normal			10		3
Ligeramente incómoda			8		10
Incómoda (inclinación del cuerpo)			6		21
Muy incómoda (Cuerpo estirado)			5		31
			4		45
			3		64
			2		100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión		
2,5			0	1	0
5			1	2	2
7,5			2	3	5
10			3	4	
12,5			4	6	
15			5	8	
17,5			7	10	
20			9	13	
22,5			11	16	
25			13	20 (máx)	
30			17		
33,5			22		
d) Iluminación			g) Ruido		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			Sonido continuo		
0			0	0	0
Bastante por debajo			Sonidos intermitentes y fuertes		
2			2	2	2
Absolutamente insuficiente			Sonidos intermitentes y muy fuertes		
5			5	5	5
			Sonidos estridentes		
			7	7	7
			h) Tensión mental		
			Proceso algo complejo		
			1	1	1
			Proceso complejo o de atención dividida		
			4	4	4
			Proceso muy complejo		
			8	8	8
			i) Monotonía mental		
			Trabajo monótono		
			0	0	0
			Trabajo bastante monótono		
			1	1	1
			Trabajo muy monótono		
			4	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido		
			0	0	0
			Trabajo aburrido		
			2	2	2
			Trabajo muy aburrido		
			5	5	5

Ilustración 4: Sistema de suplementos por descanso (Salazar L, 2019b).

Luego se realizó una valoración del ritmo de trabajo utilizando la tabla

Westinghouse

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 – Habilísimo	+0.12	A2 – Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 – Excelente	+0.08	B2 – Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 – Bueno	+0.02	C2 – Bueno
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 – Regular	-0.08	E2 – Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 – Deficiente	-0.17	F2 – Deficiente

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A – Ideales	+0.04	A – Perfecto
+0.04	B – Excelentes	+0.03	B – Excelente
+0.02	C – Buenas	+0.01	C – Buena
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.03	E – Regulares	-0.02	E – Regular
-0.07	F – Malas	-0.04	F – Deficiente

**Ilustración 5:** Tabla Westinghouse para valorar el ritmo de trabajo(Salazar L, 2019).

para valorar el ritmo de trabajo se elaboró un listado preliminar de los operarios de la planta, y se le evaluó individualmente según los valores de la tabla, Westinghouse se utiliza para el método de nivelación del ritmo de trabajo, este método considera cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 o 100% de rendimiento, a esta valoración se le adicionan los valores de la tabla según el factor considerado, como se muestra en la *ilustración 5*.

Luego de evaluar a cada operario individualmente, se promediaron los resultados en los diferentes centros de trabajo, así se determinó un ritmo de trabajo general para los procesos de corte, confección y empaque.

#### 4.2.4 Cálculo de tiempos estándar por elemento.

Los tiempos estándar por elemento se calcularon de la siguiente manera:

primero, se calculó el promedio de las observaciones de cada elemento en los respectivos grupos o familias de productos, luego se calculó el tiempo normal de la siguiente manera:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ promedio\ observado * Factor\ de\ valoracion$$

Luego, se determinó el tiempo estándar por elemento de la siguiente manera:

$$Tiempo\ estandar = \frac{Tiempo\ normal}{(1 - suplementos)}$$

Se estimó el tiempo estándar de cada grupo como la suma de los tiempos estándar de sus elementos.

#### 4.3 Costos de producción.

Los costos de producción se calcularon en términos de la mano de obra, para ello se solicitó al departamento de costos y control, el salario promedio de los operadores de la planta, luego se calculó el costo de la hora de trabajo de la siguiente manera:

$$Costo\ hora\ de\ trabajo = \frac{Salario\ promedio * factor\ prestacional}{Horas\ trabajadas\ al\ mes}$$

posteriormente, el costo de mano de obra de cada familia de productos se determinó mediante el producto del tiempo estándar y el costo del minuto de trabajo; sin embargo, para evidenciar el resultado, se tomará como base el costo neto de la hora de trabajo según el salario mínimo del año 2021, la cual tiene un valor de \$3.786.

#### **4.4 Capacidad de la planta.**

Para determinar la capacidad de la planta se utilizaron los datos obtenidos en el estudio de tiempo, inicialmente se definieron unos centros de trabajo que existen en la planta, luego se determinaron las capacidad teórica y efectiva de la planta según la cantidad de trabajadores y el número de máquinas disponibles, finalmente, según la demanda de cada grupo, se determinó la cantidad de horas necesarias en cada centro de trabajo para cumplir esta demanda mediante la fórmula del cálculo de la utilización.

El análisis correspondiente de la capacidad empezó con el cálculo de la capacidad efectiva por mes, tomando turnos de 8 horas, luego se determinó la capacidad necesaria para cumplir la demanda mensual, finalmente se halló el porcentaje de utilización de la capacidad de cada centro de trabajo, con el objetivo de simular los escenarios para las mejoras, cabe destacar que, en todo este análisis, la capacidad se expresó en horas de trabajo.

#### **4.5 Análisis comparativo de costos.**

El análisis comparativo se realizó en dos niveles, primero un comparativo a nivel interno de los costos de mano de obra establecidos mediante el estudio de tiempos contra los costos de mano de obra registrados en el sistema de información de la empresa, estos costo de mano de obra de cada producto se solicitaron al departamento de costos, luego un comparativo externo de los costos establecidos contra los costos de mano de obra tercerizada que existen actualmente, para determinar el costo de mano de obra tercerizada se utilizaron los valores pagados a terceros por la confección de los productos, sumados al valor de mano de obra de los demás procesos que se llevan a cabo en la planta



#### **4.6 Oportunidades de mejora.**

La identificación de oportunidades de mejora se realizó a partir del análisis de los datos obtenidos en el comparativo de costos, este análisis consistió de simular la capacidad de la planta en el escenario hipotético de que se dejaran de tercerizar los procesos de confección , junto a su costo asociado, según el resultado de esta simulación se evaluaron varios escenarios de decisión respecto a la tercerización, estas mejoras fueron socializadas con el director de la cadena total de suministros, finalmente se llegó en conjunto a un consenso sobre la mejor alternativa a tomar según los resultados del proyecto.

#### **4.7 Evaluación del impacto de las mejoras en los costos de producción.**

Después de haber identificado las decisiones a tomar y las mejoras a aplicar, se evaluó un escenario hipotético para medir el impacto de estas decisiones en la mano de obra y en la capacidad de la planta luego se compararon los costos en ambos escenarios., el costo de la operación actual con la confección tercerizada, y el costo de la operación en el escenario propuesto, sin tercerizar la confección y asumiendo los costos asociados a los recursos adicionales para alcanzar los niveles de producción necesarios, se realizó la diferencia entre estos costos, y se determinó un aumento de los costos indirectos de fabricación proporcional al aumento de la nómina, con el objetivo de proyectar un ahorro promedio anual

## **5 Resultados y análisis**

### **5.1 Diagnóstico de la planta**

La etapa de diagnóstico se realizó mediante observación directa de los procesos productivos durante una semana, esta observación tuvo como objetivo identificar los aspectos claves de la planta, entre los cuales se tienen los siguientes:

#### **5.1.1 Generalidades de la planta.**

Actualmente, la planta tiene un cupo para 20 operarios, además de su coordinador, los turnos de operación en la planta varían según la demanda de productos, en condiciones normales la planta opera en un turno de ocho horas de 6:00 AM a 2:00 PM,

#### **5.1.2 Indicadores de desempeño.**

La productividad de la planta se mide principalmente en torno a un indicador, este es la meta de producción diaria, para cada planta se define un objetivo de producción diaria, este es de conocimiento de todos los supervisores y se actualiza en tiempo real, a medida que se va cargando el producto terminado en las diferentes bodegas.

La meta de producción depende la demanda de productos, del producto y del número de operarios de la planta productiva, por lo cual es un valor que con frecuencia se está actualizando

### **5.1.3 Principales actividades o centros productivos:**

- 5.1.3.1 ***Kardex.*** Se encarga de programar la producción, realizar los requerimientos de materias primas e insumos, ingresar la existencia de producto terminado al sistema, además supervisa la actividad de los operarios durante la jornada.
- 5.1.3.2 ***Área de corte.*** Realiza los cortes de tela según las referencias que se programen para producir tanto en la planta como en los talleres de confección con los cuales se terceriza.
- 5.1.3.3 ***Área de confección.*** Confecciona los forros de los productos del portafolio de la planta, está compuesta de máquinas planas y fileteadoras, parte de esta actividad está tercerizada con dos talleres de confección, a los cuales se les envían los cortes de tela para que estos realicen el respectivo proceso.
- 5.1.3.4 ***Planta de almohadas de fibra siliconada.*** En esta área se realiza el subproceso de llenado de almohadas de fibra por medio de una maquina llamada desfibradora.
- 5.1.3.5 ***Proceso de llenado con molido.*** Este proceso se consiste en llenar almohadas con espuma molida, es un proceso similar al llenado de almohadas con fibra, pero se realiza en una maquina diferente.
- 5.1.3.6 ***Revestimiento de nylon.*** Es un proceso mediante el cual se cubre la espuma de las almohadas con nylon, con el fin de que esta no quede totalmente expuesta al momento de que se le quite el forro a la hora del lavado, este revestimiento se realiza en una maquina denominada tricover.

5.1.3.7 *Empaque de productos*. Consiste en ensamblar y empaclar los productos terminados, además de cubrir la espuma para almohadas y cojines con un revestimiento de nylon, y realizar el llenado de almohadas de espuma molida.

Estas actividades anteriormente mencionadas se explican de manera mediante un SIPOC, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1.

*SIPOC de los procesos de la planta.*

PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDAS	CLIENTE
Planeacion	Pedidos y estado de existencias en bodega	<b>Programar produccion</b>	Orden de produccion	<b>Operarios de los diferentes centros de produccion</b>
Operarios de los diferentes centros de produccion	Requerimientos de materias primas para producir	<b>Solicitar materias primas</b>	Materiales cargados en el sistema	<b>Kardex</b>
Sistema empresarial	Ordenes de produccion generadas en el sistema	<b>Entregar ordenes de produccion</b>	Ordenes de produccion entregadas en todos los centros de trabajo	<b>Operarios de los diferentes centros de produccion</b>
Planta de corte y espumacion	Factura de produccion y espuma	<b>Recibir y verificar espuma</b>	Espuma fisica ingresada a la planta, respaldo de factura	<b>Planta de produccion</b>
Almacen de materias primas	Rollos de tela	<b>Trazar y cortar tela</b>	Cortes de tela según lo especificado en la orden de produccion	<b>Operarias de confeccion. Despacho.</b>
Operarios de corte	Cortes de tela	<b>Confeccionar el producto</b>	Productos confeccionados	<b>Operarios de llenado y empaque</b>
Operarias de confeccion	Forros de almohadas confeccionados	<b>Llenar almohadas</b>	Almohadas llenas con fibra o molido	<b>Operarias de confeccion.</b>
Planta de corte y espumacion	Espuma para almohadas y cojines	<b>Recubrir la espuma con nylon</b>	Espuma para almohadas y cogines con recubrimiento de nylon	<b>Operarios de llenado y empaque</b>
Operarias de confeccion. Planta de corte y espumacion.	Espuma para almohadas y cojines recubierta de nylon. Forros confeccionados.	<b>Forrar, ensamblar y empaclar producto</b>	Productos empacados, con ficho de referencia y precio, garantía etiqueta e instrucciones de lavado	<b>Bodega de lenceria</b>
Operarios de llenado y empaque	cantidad y referencias de productos fisicos terminados ubicados en la jaula de transito a bodega de lenceria	<b>Cargar existencia del producto terminado al sistema</b>	Existencia en el sistema de productos terminados y listos para despacho	<b>Area logistica y despachos</b>

*Nota.* En el SIPOC se identifican los procesos de la planta, sus principales actores y la relación entre estos.  
Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

La información obtenida por medio de la observación fue complementada con la información suministrada por los operarios y el supervisor, de los cuales se obtuvo información referente a los procesos y los diferentes productos fabricados. Con este diagnóstico se pudo comprender el funcionamiento de la planta, los procesos que en ella se realizan, y como estos se relacionan entre sí en torno a los objetivos de producción.

## **5.2 Estudio de tiempos.**

Para el estudio de tiempos se excluyeron los productos pertenecientes a la línea de mascotas, ya que el análisis de estos comprende etapas posteriores del proyecto, además, su confección está a cargo de una empresa tercerizada, por lo cual la toma de tiempos no era viable en su realización con estos productos.

**5.2.1 Clasificación de referencias.** Con el objetivo de simplificar la toma de datos, se agruparon las referencias según la similitud de los procesos necesarios para su elaboración, de esta clasificación resultaron 21 grupos.

Tabla 2.

*Clasificación de las referencias según sus procesos productivos.*

<b>Grupo</b>	<b>Cantidad de referencias</b>	<b>Demanda promedio mes</b>
1	2	2751
2	11	3441
3	3	598
4	5	798
5	2	420
6	5	651
7	1	168
8	1	210
9	2	168
10	1	84
11	1	105
12	34	202
13	1	30
14	1	16
15	4	53
16	1	26
17	2	17
18	9	19
19	2	189
20	1	19
21	1	21
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>9986</b>

*Nota.* De la clasificación de referencias por procesos salieron 21 grupos, en la tabla se describe esta clasificación junto con la cantidad de referencias y la demanda promedio mensual correspondiente a cada grupo. Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

Como se puede observar en la Tabla 2, el estudio de tiempos se realizó con 90 referencias agrupadas en 21 grupos, es notable que los grupos 1 y 2 concentran la mayor parte de la demanda, 13 productos corresponden al 62% aproximadamente de la

demanda de los productos que hicieron parte del estudio, además, los grupos 1,2, 4 y 5 son aquellos en los cuales la confección de los productos es realizada por terceros.

### **5.2.2 Toma de tiempos.**

Para realizar la toma de tiempos, se dividió la producción de cada grupo en sus actividades, luego, se promediaron las observaciones de cada actividad para finalmente sumarse el tiempo promedio de las actividades, de esta manera se determinó un tiempo promedio observado para cada grupo, los resultados de este procedimiento se evidencian en la tabla 3.

Tabla 3.

*Tiempo promedio observado en minutos para cada grupo.*

<b>Grupo</b>	<b>Cantidad de procesos productivos</b>	<b>Numero maximo de observaciones</b>	<b>Tiempo promedio observado (minutos)</b>
1	9	74	6,62
2	8	101	6,89
3	12	60	19,63
4	7	61	5,84
5	13	40	13,84
6	8	83	7,05
7	10	22	11,41
8	17	47	45,62
9	10	34	16,26
10	15	59	42,12
11	10	41	11,64
12	15	43	40,85
13	15	21	38,84
14	14	32	25,46
15	10	33	37,38
16	8	51	11,58
17	12	23	30,87
18	8	43	22,02
19	8	50	15,81
20	11	21	31,56
21	12	34	19,68

*Nota.* En la tabla se enumeran la cantidad de procesos que componen la elaboración de cada grupo de productos, el número de máximo de observaciones corresponde al máximo de observaciones que fue posible realizar para el estudio de tiempos. Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

### **5.2.3 Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo**

Los suplementos se asignaron a los procesos que intervienen directamente en la fabricación del producto de forma general tomando en cuenta la tabla de suplementos asignada por la OIT, los suplementos se asignaron tomando en cuenta lo siguiente:



- 5.2.3.1 **Área de corte:** Los operarios de esta área son hombres, trabajan de pie y están expuestos a sonidos intermitentes y fuertes debido a que trabajan en el área contigua a la maquina desfibadora.
- 5.2.3.2 **Área de confección.** Las operarias de esta área son mujeres, trabajan la totalidad de su jornada en posición sedente y solo expuestas al ruido continuo de las máquinas de esta área.
- 5.2.3.3 **Planta de almohadas de fibra siliconada.** Operarios hombres que trabajan de pie y expuestos al ruido de la maquina desfibadora.
- 5.2.3.4 **Proceso de llenado con molido.** Esta máquina es operada mayoritariamente por mujeres y es necesario operarla de pie.
- 5.2.3.5 **Revestimiento de nylon.** La máquina tricover es operada por mujeres, es necesario trabajar de pie.
- 5.2.3.6 **Empaque de productos.** El empaque de productos es realizado mayoritariamente por hombres, esta actividad se realiza de pie.

Para la valoración del ritmo de trabajo se evaluó individualmente a todos los operarios, luego se determinó una valoración en cada proceso, promediando los factores de los operarios, la tabla 4 muestra los suplementos asignados y el ritmo de trabajo con el que se calculó el tiempo estándar de los grupos.

Tabla 4.  
*Asignación de suplementos y valoración del ritmo de trabajo para el estudio de tiempos.*

<b>Proceso</b>	<b>Suplementos constantes</b>	<b>Suplementos variables</b>	<b>Factor de valoración del ritmo de trabajo</b>
Corte	9%	4%	96%
Confección	11%	0%	96%
Desfibradora	9%	4%	96%
Molido	11%	4%	96%
Tricover	11%	4%	93%
Empaque	9%	2%	93%

*Nota.* La tabla describe la asignación de suplementos y la valoración del ritmo de trabajo en los diferentes procesos que se llevan a cabo en la planta. Fuente: elaboración propia. (marzo, 2021).

#### **5.2.4 Cálculo de tiempo estándar**

En la tabla 5 se resume la información referente a los tiempos estándar de cada grupo, se puede notar la poca homogeneidad en los tiempos de producción debido a la variedad de productos diferentes que se manejan en la planta, la toma de tiempos se realizó a lo largo de la jornada, cronometrando el tiempo de las actividades previamente delimitadas en cada grupo, para los procesos de corte se determinó un óptimo de unidades, ya que este proceso es realizado para lotes de productos.

Tabla 5.

*Tiempo estándar en minutos para cada grupo.*

<b>Grupo</b>	<b>Tiempo promedio observado (minutos)</b>	<b>Tiempo normal (minutos)</b>	<b>Tiempo estandar (minutos)</b>
1	6,62	6,33	7,13
2	6,89	6,55	7,45
3	19,63	18,73	20,47
4	5,84	5,57	6,37
5	13,84	13,23	15,26
6	7,05	6,67	7,58
7	11,41	10,83	12,4
8	45,62	43,2	48,7
9	16,26	15,5	17,62
10	42,12	40,3	45,5
11	11,64	11,15	12,64
12	40,85	38,98	44,3
13	38,84	37,05	42,04
14	25,46	23,63	26,51
15	37,38	35,81	40,47
16	11,58	11,07	12,53
17	30,87	29,45	33,52
18	22,02	20,95	23,9
19	15,81	15,04	17,26
20	31,56	30,19	34,21
21	19,68	18,75	21,33

*Nota.* La tabla describe el tiempo normal y el tiempo estándar calculado para cada grupo. Fuente: Elaboración propia. (marzo 2021).

### 5.3 Costos de producción

Para evidenciar el costo de producción por grupo de productos, se tomó el costo de la hora de trabajo según el salario mínimo del año 2021 y se multiplicó este valor por el tiempo estándar de producción, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

*Costo de producción en términos de mano de obra.*

<b>Grupo</b>	<b>Tiempo estandar (minutos)</b>	<b>Costo MOD</b>
1	7,13	\$ 450
2	7,45	\$ 470
3	20,47	\$ 1.292
4	6,37	\$ 402
5	15,26	\$ 963
6	7,58	\$ 478
7	12,4	\$ 782
8	48,7	\$ 3.073
9	17,62	\$ 1.112
10	45,5	\$ 2.871
11	12,64	\$ 798
12	44,3	\$ 2.795
13	42,04	\$ 2.653
14	26,51	\$ 1.673
15	40,47	\$ 2.554
16	12,53	\$ 791
17	33,52	\$ 2.115
18	23,9	\$ 1.508
19	17,26	\$ 1.089
20	34,21	\$ 2.159
21	21,33	\$ 1.346

*Nota.* En la tabla se describen los valores correspondientes al costo de mano de obra de cada grupo, tomando como referencia el costo de una hora de trabajo según el salario mínimo legal vigente para el año 2021 en Colombia. Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

#### **5.4 Capacidad de la planta**

La capacidad de la planta se evaluó en turnos de 8 horas, para cada tipo de proceso se determinaron las horas disponibles al mes acordes con el número de operarios que participaron del proceso de producción, el número de máquinas disponibles, las horas

necesarias se calcularon acordes con la demanda y los tiempos obtenidos en el estudio de tiempos.

Tabla 7.

*Capacidad de la planta en horas de trabajo según el escenario inicial.*

<b>Tipo de proceso</b>	<b>Horas disponibles</b>	<b>Horas necesarias para cumplir la demanda</b>	<b>% Horas ocupadas</b>
Corte	152	94	61%
Fileteadora	457	130	29%
Maquina plana	761	452	59%
Desfibradora	152	123	81%
Molido	152	19	12%
Tricover	305	110	36%
Empaque	609	316	52%

*Nota.* La tabla describe la capacidad en horas disponibles al mes de cada proceso, las horas necesarias para cumplir con la demanda promedio mensual y el porcentaje de ocupación de la capacidad de cada proceso. Fuente: Elaboración propia. (marzo 2021).

En la tabla 7 se muestra la capacidad de producción promedio en términos de hora de trabajo para el escenario actual de la planta, es relevante como, en los procesos de confección, que son los llevados en fileteadoras y maquinas planas, la capacidad es notablemente subutilizada debido a la situación de la tercerización de las referencias de mayor volumen, el bajo porcentaje de utilización del proceso de molido se debe a que este procedimiento se utiliza solo para dos referencias y estas no tienen una participación muy alta en las ventas.

Luego de analizar la situación en la planta, se procedió a simular el escenario con los procesos que eran tercerizados, es decir, se evalúa la capacidad de la planta si todos los productos se confeccionaran con los recursos disponibles que se tenían a la fecha

Con los recursos actuales, los procesos de confección se verían notablemente afectados, como se evidencia en la tabla 8, esto debido a que las referencias para las cuales se terceriza la confección son aquellas de mayor volumen de demanda.

Tabla 8.

*Capacidad de la planta en el escenario de no tercerizar con los recursos actuales.*

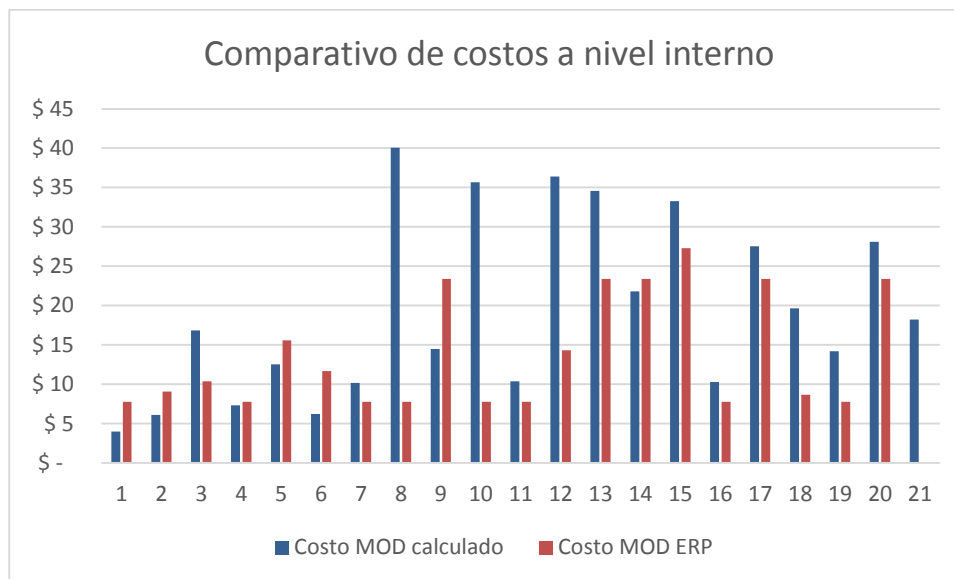
<b>Tipo de proceso</b>	<b>Horas disponibles</b>	<b>Horas necesarias para cumplir la demanda</b>	<b>% Horas ocupadas</b>
Corte	152	94	61%
Fileteadora	457	466	102%
Maquina plana	761	823	108%
Desfibradora	152	123	81%
Molido	152	19	12%
Tricover	305	110	36%
Empaque	609	316	52%

*Nota.* La tabla describe el porcentaje de ocupación de cada proceso en el escenario de no tercerizar, contando con los recursos actuales. Fuente: Elaboración propia. (marzo 2021).

## 5.5 Análisis comparativo de costos

### 5.5.1 Costos calculados vs Costos registrados en el ERP.

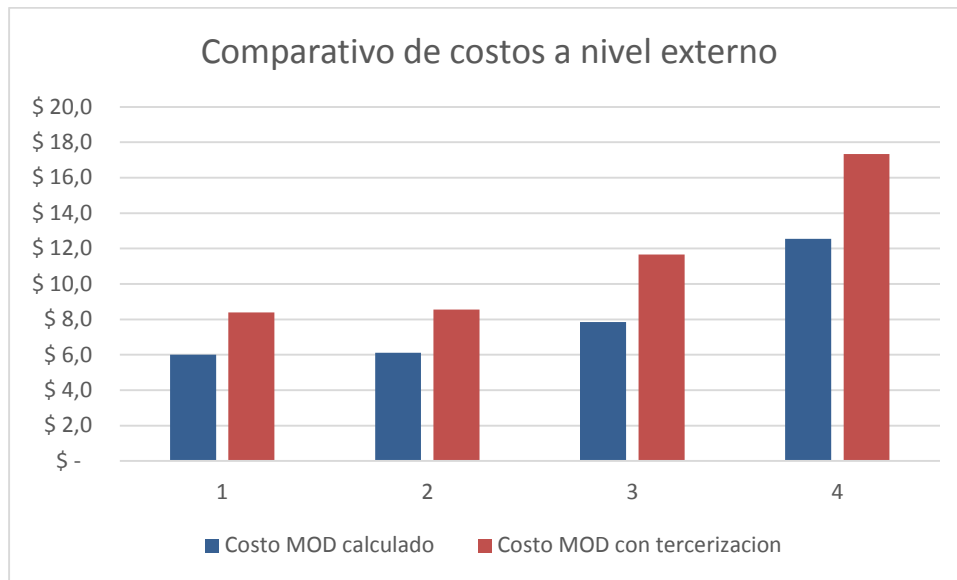
Al comparar el costo de mano de obra calculado con el estudio de tiempos, con el costo estándar registrado en el sistema de información empresarial, se encontraron variaciones, como se evidencia en la ilustración 6, se determinaron 42 referencias con un costo de MOD superior al asignado en el ERP, y 27 referencias con un costo de MOD inferior al asignado en el ERP, adicional a esto, el grupo 21 no tiene costo MOD registrado actualmente.



**Ilustración 6:** Comparativo de costos a nivel interno. En la ilustración se comparan los costos de MOD calculados con el estudio de tiempos y los costos de MOD registrados en el ERP de la empresa, los valores fueron alterados por motivos de confidencialidad. Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

### 5.5.2 Costo de producir internamente vs. Costos de tercerizar.

Para calcular el costo de mano de obra con la tercerización de cada grupo de productos se calculó el costo de mano de obra de los procesos que se realizan en la planta y se le sumo el valor que se le paga al tercero por cada unidad, al comparar este valor con los costos de mano de obra calculados en el estudio de tiempos, se llegó a la conclusión de que, en promedio, eliminar la tercerización reduciría los costos de mano de obra en un 29%, es más rentable para la empresa realizar los procesos de confección internamente.



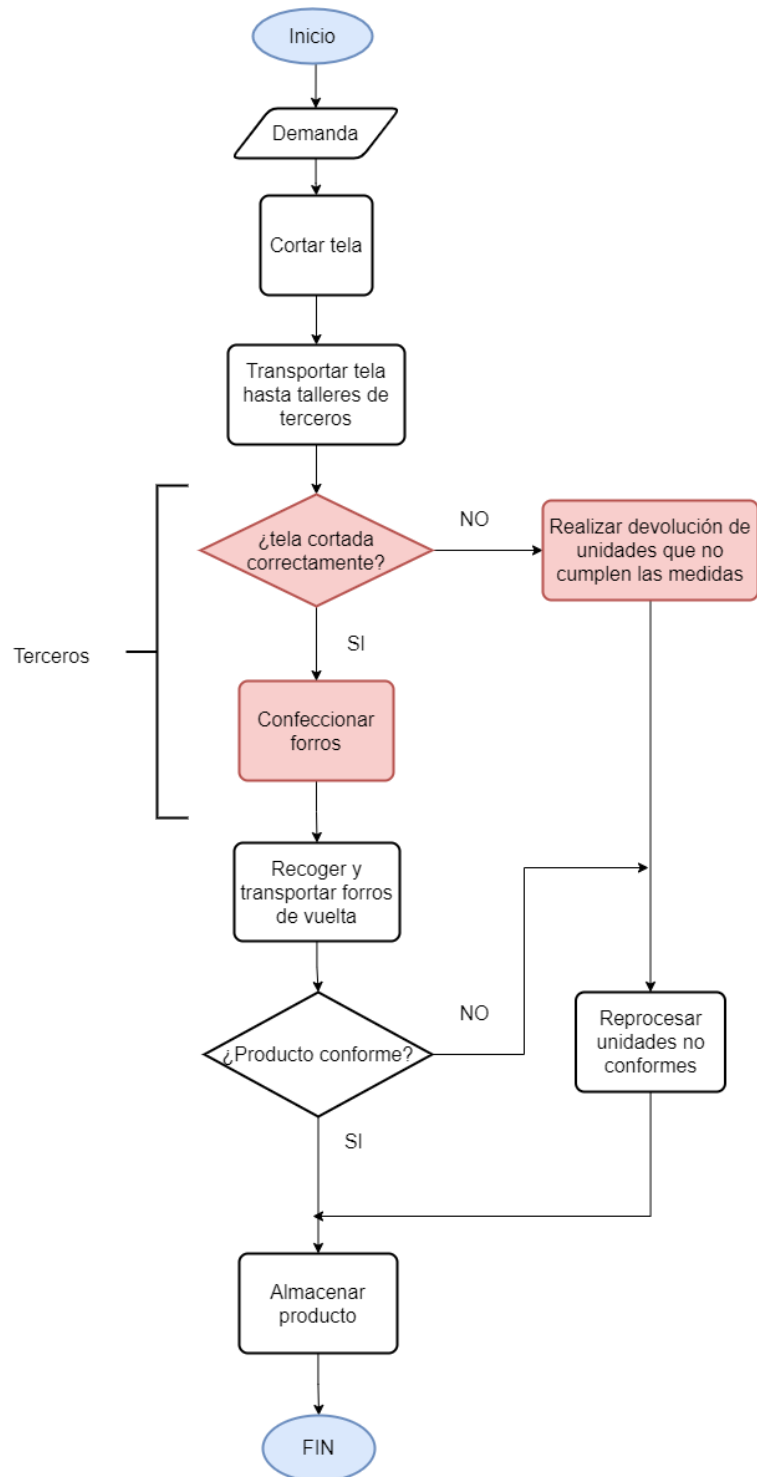
**Ilustración 7:** Comparativo de costos a nivel externo. En la ilustración se muestra el comparativo de los costos calculados con el estudio de tiempos, y los costos de mano de obra con tercerización, los datos fueron alterados y reducidos por motivos de confidencialidad. Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

La ilustración 7 representa gráficamente la diferencia del costo unitario de mano de obra de los productos pertenecientes a los grupos 1, 2, 4, y 5; considerando que estos grupos son de gran volumen en demanda, la tercerización actualmente significa un sobre costo para la empresa.

## 5.6 Oportunidades de mejora

Con el objetivo de encontrar oportunidades de mejora en términos de costos, se analizó el proceso de tercerización de la confección en la planta, el cual se expone en la ilustración 8, este proceso inicia con la información de la demanda, luego la empresa realiza el corte de tela y lo transporta hasta los talleres de confección, estos revisan que todos los productos estén cortados de acuerdo a las especificaciones y devuelven los productos que no cumplen con las medidas, cuando los productos están confeccionados, se recogen y se transportan de nuevo a la empresa para su posterior almacenamiento.





**Ilustración 8:** Diagrama de flujo del proceso de tercerización.  
Fuente: elaboración propia. (marzo 2021).

Una vez determinada la rentabilidad de no tercerizar la confección, además de considerar el control total sobre la calidad de los productos, y considerando que, una vez internalizados estos procesos, se identifican mejoras en ellos, ya que actualmente la empresa se hace cargo de los productos provenientes de los talleres que con problemas de calidad. Se determinó según la capacidad, que una alternativa viable para lograr este objetivo era agregar 3 operarias más a los procesos de confección.

Tabla 9.

*Capacidad de la planta en el escenario propuesto.*

Tipo de proceso	Horas disponibles	Horas necesarias para cumplir la demanda	% Horas ocupadas
Corte	152	94	61%
Fileteadora	609	466	76%
Maquina plana	1066	823	77%
Desfibradora	152	123	81%
Molido	152	19	12%
Tricover	305	110	36%
Empaque	609	316	52%

*Nota.* La tabla describe las horas disponibles para cada proceso en el escenario de mejora propuesto, junto al porcentaje de ocupación de cada proceso. Fuente: Elaboración propia. (marzo 2021).

Según los resultados del escenario propuesto, la capacidad es suficiente para satisfacer la demanda actual y cubrir posibles fluctuaciones en esta, además de generar un ahorro para la empresa al aumentar la producción y reducir los costos de mano de obra del producto. Ver tabla 9.

Las oportunidades de mejora a nivel de los procesos no fueron presentadas en los resultados, debido a que la información generada durante el proyecto fue utilizada en torno a la solución de la problemática inicial, que era el cálculo de los costos de producción y

la tercerización del proceso de confección, esta medida impactó positivamente en los costos incurridos por mano de obra en la planta.

### **5.7 Evaluación del impacto de las mejoras en los costos de producción**

Para evaluar el impacto de la mejora propuesta, se realizó un comparativo de los costos de nómina del escenario actual y el propuesto; adicional a esto se incluye el valor del contrato con los terceros por la confección de los productos, el costo del transporte, el cual también es asumido por la empresa, estos dos últimos costos no serían asumidos en el escenario propuesto, ya que, al realizar todos los procesos en la empresa, dichos valores no tendrían que asumirse.

La nómina se calculó mediante el producto del valor promedio de la hora de trabajo en la planta, las horas trabajadas al mes y el número de operarios; los costos mensuales de transporte y contratos con terceros se determinaron con los valores pagados a transportadoras y talleres confección durante el último trimestre del año 2020.

Al analizar la diferencia entre los escenarios, se estima que el ahorro proyectado de implementar la propuesta es en promedio de \$41.5 millones de pesos al año, esto debido a que el aumento en los costos de nómina no supera el valor pagado por los contratos con los talleres de confección y las empresas transportadoras

## 6 Conclusiones

Durante las primeras semanas se observaron los procesos generales de la planta, por lo que el diagnóstico fue una de las etapas más simples del proyecto, además se partió de una problemática conocida, así se identificaron las necesidades de la planta; sin embargo, delimitar los procesos productivos fue una tarea de mucha profundidad debido a la variedad de productos de productos., el cumplimiento de esta etapa permitió llevar a cabo adecuadamente el estudio de tiempos.

Con el estudio de tiempos se pudo calcular el tiempo de trabajo que ocupa cada proceso en la producción general de la planta, esta fue la etapa del proyecto que tomó más tiempo en completarse, ya que estaban las restricciones de la demanda de algunos productos, que no permitía que se realizaran observaciones continuas de los procesos. El estudio de tiempos brindó la información necesaria para calcular los costos de producción en términos de mano de obra, y la capacidad de la planta.

Con el cálculo de los costos de producción se abrió la posibilidad a un análisis más profundo del costeo de productos en la empresa y a concluir que tercerizar el proceso de confección no es una alternativa viable desde el punto de vista financiero, además de que se pierde control sobre parte de la producción.

Analizar la capacidad de la planta permitió tomar decisiones respecto al recurso humano necesario para operar correctamente, esto permitió aumentar el cupo de operarios y lograr así, niveles más altos de producción.

El modelo implementado para el cálculo de los costos de producción solo contempló el factor mano de obra, ya que la materia prima y los costos indirectos no eran de

relevancia en los resultados finales, sin embargo, se logró aumentar la productividad en términos financieros.

## 7 Referencias Bibliográficas

- Arias, L., Portilla, L., & Fernández, S. (2010). La distribución de costos indirectos de fabricación, factor clave al costear productos. *Scientia Et Technica*, XVI(45), 79–84. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249014.pdf>
- Caba Villalobos, N., Chamorro Altahona, O., & Fontalvo Herrera, T. J. (2011). Gestión de la Producción y Operaciones. *Utec*, 1(1), 1–244. [http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros\\_internet/55847.pdf](http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf)
- Carro, R., & Daniel, P. A. Z. (2000). Capacidad y distribución física. In N. Librería (Ed.), *Administración de las operaciones*. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1620>
- Enciclopedia financiera. (2019). *Costo promedio*. [http://www.encyclopediainfinanciera.com/definicion-costo-promedio.html#:~:text=El costo promedio \(también denominado,son una potente ventaja competitiva.](http://www.encyclopediainfinanciera.com/definicion-costo-promedio.html#:~:text=El costo promedio (también denominado,son una potente ventaja competitiva.)
- EUSKALIT. (2010). Gestión y mejora de procesos. In *Gestion* (pp. 1–15). <http://www.euskalit.net/pdf/folleto5.pdf>
- Grijalva, M. (2017). *Implementación de un análisis SAM (minuto estándar permitido) a los procesos de producción en una pequeña industria de confecciones CONFORTEX*. 163.
- Han, E. S., Goleman, D., Boyatzis, R., & Mckee, A. (2019). Plan de mejoramiento de los procesos críticos que generan valor para TL INGEAMBIENTE S.A.S. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- ISOTOOLS. (2017). *¿Qué es y cómo se utiliza la documentación de procesos?* <https://www.isotools.com.co/se-utiliza-la-documentacion-procesos/>
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción Al Estudio Del Trabajo - Kanawaty.pdf* (p. 521).
- Klemes, J. (2011). 3. Process Optimization. In McGraw-Hill (Ed.), *Sustainability in the Process Industry: Integration and Optimization* (Vol. 2). <https://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2612/content/book/9780071605540/chapter3>
- Lescay C, M., & Pérez V, I. (2009). Procedimiento para la mejora de los procesos operativos. *Etecsa. Ingeniería Industrial*, XXX(1), 1–8.
- Lucidchart. (2019). *¿Qué es la documentación de procesos? | Lucidchart*. Lucidchart. <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-la-documentacion-de-procesos>
- MECALUX. (2019). *¿Qué es el Lead Time?* <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-lead-time/>
- Núñez C, A., Guitart T, L., & Baraza S, X. (2014). Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas. In UOC (Ed.), *Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas*.
- Oliveira, W. (2018). *Cómo administrar y ejemplos de procesos críticos de una empresa*. <https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/ejemplos-procesos-criticos/>
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Principios de administración de operaciones. In Pearson (Ed.), *Principios de administración de operaciones* (9th ed.).
- Robledo, P. (2017). *Lean + SixSigma + TOC ofrecen métodos para la mejora continua de procesos en BPM*. <https://albatian.com/es/blog/lean-sixsigma-toc-ofrecen-metodos->

- para-la-mejora-continua-de-procesos-en-bpm/  
 Salazar L, B. (2019a). *Estudio de tiempos: Cálculo del número de observaciones*.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>
- Salazar L, B. (2019b). *Sistema de suplementos por descanso*.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- Salazar L, B. (2019c). *Valoración del ritmo de trabajo*. Valoración Del Ritmo de Trabajo.  
<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoración-del-ritmo-de-trabajo/>
- Santamaría Rendón, P. A. (2013). *Estudio para la implementación de administración de procesos de negocio (BPM) en la Fuerza Aérea Colombiana*. 1–103.  
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/13687>
- Siciliano, G. (2003). 8 . Cost Accounting : 8 . 1 . The Purpose of Cost Accounting — Strictly for Insiders. In M.-H. Education (Ed.), *Finance for Non-Financial Managers*. McGraw-Hill Education.  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071413770/chapter/chapter8>
- Srinivasan, M. M., Bowers, M. R., & Gilbert, K. C. (2014). 5. Enabling Flow in an MRO Environment Enabling Flow in an MRO Environment. In McGraw-Hill Education (Ed.), *Lean Maintenance Repair and Overhaul: Changing the Way You Do Business*. McGraw-Hill Education.  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071789943/chapter/chapter5>
- Universidad Tecnológica del Peru. (2017). Costos y presupuestos. In *Costos y presupuestos*. <https://doi.org/10.33132/9789585460126>
- Water Environment Federation. (2010). 8. Budgeting and Financial Planning 1.0. In W. Press (Ed.), *Wastewater Collection Systems Management* (6th edit).  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071666633/chapter/chapter8>
- Paredes, B. (13, abril, 2016). Optimización en ingeniería. [ENTRADA DE BLOG]. Recuperado de <https://www.esss.co/es/blog/optimizacion-en-ingenieria/>