

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE SILLAS ESTUDIANTILES EN LA EMPRESA
PIZACRYL**

**JENIFER RESTREPO FANDIÑO
CLAUDIA XIMENA RICO PINZÓN**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE POSGRADOS
PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ D.C.
2013**

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE SILLAS ESTUDIANTILES EN LA EMPRESA
PIZACRYL**

**JENIFER RESTREPO FANDIÑO
CLAUDIA XIMENA RICO PINZÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL**

**ASESOR:
DOCENTE ING. MSC. MARCELA CASCANTE MONTOYA**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE POSGRADOS
PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ D.C.
2013**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año)

Dedicado en primer lugar a Dios, guía espiritual y compañía en cada una de nuestras etapas universitarias, pues a partir de la fe nos dio paz y serenidad para sacar adelante el proyecto.

Dedicado también a nuestros padres quienes con ahínco nos apoyaron durante toda la carrera, y nos brindaron su apoyo incondicional para sacar adelante nuestros proyectos de vida.

Dedicado a nuestros compañeros y amigos, quienes con entusiasmo y apoyo nos brindaron una grata compañía durante esta etapa universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Línea de investigación	3
1.2. Sublínea de investigación	3
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
2.1. Antecedentes del problema	4
2.2. El problema actualmente	5
2.3. Proyección del problema	6
2.4. Formulación del problema	7
2.5. Sistematización del problema	7
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
4.1. Objetivo general	11
4.2. Objetivos específicos	11
5. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	12
6. MARCOS DE REFERENCIA	13
6.1. Marco teórico	13
6.2. Marco conceptual	17
6.3. Estado del arte	20
7. DISEÑO METODOLÓGICO	23
7.1. Enfoque de la investigación	23
7.2. Tipo de investigación	23
7.3. Técnicas e instrumentos de investigación	24
7.4. Fuentes primarias	24
7.5. Fuentes secundarias	24
7.6. Etapas del proyecto	25
8. RESULTADOS OBTENIDOS	26
8.1. Presentación del registro actual	26
8.2. Análisis de variables críticas	29
8.3. Propuestas de mejora	32
9. PRESUPUESTO	34
10. CRONOGRAMA	35
BIBLIOGRAFÍA	36
CIBERGRAFÍA	38

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
TABLA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	28
TABLA 2. DIAGRAMA DE PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES	33
TABLA 3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	34
TABLA 4. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
GRAFICO 1. SILLA ESCOLAR, PRODUCTO TERMINADO	6
GRAFICO 2. CONDICIONES ACTUALES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	8
GRÁFICO 3 DISPOSICIÓN PRODUCTO TERMINADO	12
GRAFICO 4. CICLO PHVA DEL PROYECTO	25
GRAFICO 5. DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE LA ELABORACION DE SILLAS ESTUDIANTILES DE DIDÁCTICOS PIZACRYL	26
GRAFICO 6. DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE ADECUACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	29
GRAFICO 7. DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE AJUSTE DE ESPALDAR Y SILLA	30
GRAFICO 8. DIAGRAMA CAUSA EFECTO DEL TALADRADO DE SILLA Y ESPALDAR	31

INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como propósito reflejar el planteamiento y la posible solución a la problemática que se viene presentando en una reconocida empresa del sector manufacturero, didácticos Pizacryl, a partir de este proyecto se quiere conocer la situación actual de la empresa, a fin de determinar las causas que generan el problema y modificarlas de manera que se optimicen los procesos de recepción de materia prima e insumos y la posterior transformación de los mismos en el producto terminado.

Lo anterior se divide en el trabajo a través de capítulos, de la siguiente manera:

En el primer capítulo de este proyecto se encontrará la línea y sublínea de investigación donde se describe el núcleo temático del proyecto y el área correspondiente a investigar.

Posteriormente, el segundo capítulo describe la problemática presentada sobre la cual se desarrollará la investigación, allí se describe un conjunto de circunstancias que conllevan al problema objeto de estudio. Partiendo de los antecedentes del problema dentro de la empresa, atravesando por el problema actualmente, la proyección del problema, la formulación del problema hasta llegar a la sistematización del mismo.

De acuerdo a lo anterior, en el tercer capítulo se presenta la justificación sobre la viabilidad del proyecto de investigación es decir, razones, necesidades o situaciones por las cuales es indispensable llevar a cabo el estudio y de qué manera este contribuye al beneficio de la empresa.

A continuación, en el capítulo cuarto se define el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, que reflejan lo que se desea alcanzar o lograr con este estudio.

Consecutivamente, en el capítulo quinto se delimita el proyecto a través de una línea de tiempo, espacio y población, en la cual se establece el tiempo en meses para la realización y puesta en marcha del proyecto; igualmente se señala el conjunto de actividades objeto de estudio dentro de las cuales se van a analizar y desarrollar el análisis y las consecuentes mejoras; finalmente se establece la

fuente de investigación que en resumidas cuentas se refiere a los sujetos objeto de investigación.

Luego, el sexto capítulo trata sobre los marcos de referencia desarrollados para la investigación, estos corresponden al marco teórico y al marco conceptual; en el marco teórico se establecen las teorías a partir de las cuales se basa la investigación; consecuentemente a esto en el marco conceptual se contextualiza a los lectores acerca de la terminología necesaria para analizar la información y el estudio; por otro lado también hace parte de este capítulo el estado de arte del proyecto que permite identificar las actuales investigaciones similares o iguales que se han venido desarrollado con referencia a la problemática objeto del estudio.

Seguidamente, en el séptimo capítulo se halla la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, en donde se refleja la manera como se abordó el problema, esta incluye el enfoque, el tipo de investigación, las herramientas, las etapas, entre otros.

Después, el octavo capítulo describe los resultados obtenidos de la investigación que se plantean a partir del cumplimiento de los objetivos iniciales y se desarrollan de manera clara y concisa.

Como consecuencia, en el capítulo noveno se muestra el impacto esperado del proyecto ligado a los resultados obtenidos pero basándose en los parámetros antes descritos en la justificación del proyecto.

Se continúa en decimo capítulo con el presupuesto global para el desarrollo del proyecto, donde se presenta un resumen de los costos de mano de obra, recursos técnicos, entre otros utilizados para la elaboración del proyecto.

Por consiguiente, el capítulo undécimo presenta el cronograma de la investigación que refleja el desarrollo del proyecto desde el inicio hasta el final, a través de una línea de tiempo semanal.

Finalmente, en el duodécimo capítulo se indica la bibliografía utilizada para reforzar y complementar la investigación.

1. LÍNEA Y SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se enfoca en la línea de investigación de producción, a partir de la cual se identifican las necesidades de la empresa “Didácticos Pizacryl”, en especial en el área correspondiente a remachado de sillas escolares, pues esta empresa brinda la posibilidad de acceder a la información necesaria, así como de implantar mejoras en el proceso de producción, utilizando diversas metodologías estudiadas a lo largo del proceso de creación de la investigación y lograr con ello la optimización de este proceso productivo.

1.2. SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se une a la sublínea de métodos, tiempos y movimientos ya que comprende la mejora de procesos, a partir de los cuales se enfoca la optimización de cada procedimiento como base para alcanzar la calidad total de cada de las líneas de producción. Pues es precisamente este el objetivo principal de cada uno de los procedimientos que se pondrán en estudio y análisis. El ideal es brindar un conocimiento extenso que permita modificar notablemente las malas prácticas que se están llevando a cabo en este momento.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Didácticos Pizacryl viene presentando inconvenientes desde el mes de enero del 2012 dentro de su línea de proceso de fabricación de sillas estudiantiles, durante este periodo crítico y de gran demanda para la empresa se presentaron demoras en la entregas de los pedidos, la mayor demora se evidencio con un pedido de 350 sillas que debían ser entregadas en un colegio que inicio clases el 3 de febrero, pero el pedido total de las sillas solo estuvo completo hasta el 7 de febrero, razón por la cual la empresa tuvo que indemnizar al colegio de acuerdo a los términos establecidos en el contrato.

Igualmente se ha presentado un aumento en las devoluciones del último control de calidad e incluso algunas devoluciones por parte del consumidor final, pues de acuerdo con estándares de la empresa, por cada 98 piezas terminadas, 1 era devuelta; pero la cifra aumentó considerablemente en el último año y paso a 3 devoluciones por cada 98 unidades de producto terminado, datos que se han registrado por la gerencia de la empresa y que afectan la integridad y el buen nombre de la misma.¹

A través de un seguimiento permanente que la empresa realizo en el periodo que comprende desde el 15 de febrero hasta el 15 de abril (meses con alta producción) la empresa logro establecer que la mayoría de los defectos eran provocados en la última fase del proceso de producción, pues las fases previas se llevan a cabo de manera simultánea pero por separado y equivalen a la elaboración del espaldar y el asiento de madera, y al cuerpo metálico de la silla; la fase crítica corresponde al proceso de remachado, en el cual el espaldar y el asiento de madera se unen al esqueleto metálico de la silla; esta actividad debe ser realizada con precisión pues la unión de estas dos partes comprende el ensamble, taladrado, colocación de tornillos y remachado final, mas no está siendo desarrollada de acuerdo a los estándares de calidad de la empresa y

¹ ENTREVISTA con Gabriel González, Gerente General de la Empresa Didácticos Pizacryl, Bogotá, 2012.

debido a los factores que se presentan a continuación y que se establecieron a partir de la observación del módulo de trabajo.

2.2. EL PROBLEMA ACTUALMENTE

Los principales inconvenientes se ven reflejados en tres áreas críticas del proceso que perjudican la elaboración de sillas estudiantiles, todas estas afectan uno de los procesos críticos, y tema de análisis que es el remachado de las sillas; los inconvenientes se presentan de la siguiente manera:

Condiciones de la planta. Actualmente la planta cuenta con diversas áreas de trabajo de acuerdo a cada línea de producto, que en ocasiones se mezclan o son utilizadas para varios procesos diferentes, sin embargo no cuenta con un sector adecuado de almacenamiento para cada una de ellas, lo que ha generado desorden en cada puesto de trabajo y demoras debido a las distancias que se deben recorrer para encontrar la pieza necesaria o aun en el puesto de trabajo las virutas o desechos se unen al producto sin procesar y al producto terminado evitando su correcta manipulación, la planta cuenta actualmente con dos pisos y una superficie de 18 X 8 Mts² donde procesan principalmente sillas escolares.

Mantenimiento de maquinaria y equipo. Debido al crecimiento de demanda que supera el 9% con respecto al mismo periodo del año anterior en la empresa, la producción se ha visto afectada a causa de la falta de un cronograma de trabajo que permita planificar las revisiones de mantenimiento periódico, necesario para cada una de las maquinarias, lo que ha generado fallas inevitables y por ende la producción ha tenido que detenerse en constantes ocasiones retrasando el trabajo y obligando a incrementar luego las horas laborales debilidad que está siendo aprovechada por la competencia, pues los retrasos en la entrega de la mercancía genera mala imagen para la empresa y la pérdida de los clientes nuevos e incluso los habituales.

Factor humano. Debido a las jornadas actuales de trabajo para cubrir los pedidos a tiempo, y como consecuencia de las dos problemáticas anteriores que retrasan inevitablemente el trabajo, los operarios han empezado a mostrar cansancio, fatiga laboral y estrés en sus puestos de trabajo lo que genera automáticamente la disminución en la calidad de cada uno de los productos y la deserción por parte de los operarios, problemas de salud y malas posturas a lo largo de sus actividades

empiezan a generar un mal ambiente laborar, que de continuar así la empresa se vería obligada a sustituir todo el personal.



Grafico 1. Silla escolar, producto terminado

2.3. PROYECCIÓN DEL PROBLEMA

De no solucionarse el problema hoy la empresa puede afectar no solo su credibilidad sino también su capital, de acuerdo con los problemas planteados se definió un escenario para cada uno a partir del cual se evidencia los problemas que conlleva la **no** intervención o corrección de las falencias de la siguiente manera:

De no intervenir en las condiciones de la empresa, la producción se verá grandemente afectada pues los procesos se retrasaran cada vez más a causa del desorden y la aparición de desechos en lugares donde está la materia prima, esto ocasiona pérdidas innecesarias de tiempo y movimientos parásitos dentro del desarrollo de la construcción de la silla estudiantil.

El mantenimiento es parte vital de los procesos productivos y si la empresa continua realizando solo mantenimientos correctivos pronto caerá en un círculo de

retrasos y tiempos innecesarios, así como baja calidad, esto conlleva a demoras de incluso hasta tres días para la reparación de una maquinaria pues en ocasiones los repuestos no se encuentran a mano lo que retrasa toda la producción, la compañía pierde dinero pues igual debe pagar a trabajadores y operarios, e igualmente los costos por reparación son muy superiores.

Por otro lado el factor humano es la parte vital de los procesos de Didácticos Pizacryl pues la empresa aún no está automatizada y el 80% de las actividades desarrolladas son llevadas a término por personas, lo que incita a promover su calidad laboral, si no se interviene de inmediato en las condiciones laborales actuales muchos de los trabajadores se verán obligados a renunciar a causa de fatiga laboral lo que perjudica a la empresa pues capacitar nuevo personal implica costo y tiempo, por otro lado brindar seguridad es necesario de no hacerse los trabajadores pueden sufrir lesiones, que nuevamente recae en aumento de costos para la empresa a causa de indemnizaciones a los empleados.

2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible a partir del resultado de un estudio de métodos y tiempos optimizar el proceso de elaboración de sillas estudiantiles de la empresa Didácticos Pizacryl?

2.5. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Como ya se ha mencionado el problema principal se compone de tres grandes factores, tales como: condiciones de la planta, mantenimiento de planta y equipo y factor humano. Pero es de saber que cada uno de estos factores tiene un origen, una de las principales causales es el aumento de la demanda que como ya se mencionó en el último año aumentó un 9%, esto generó un crecimiento en la intensidad laboral en las labores asignadas, que conlleva a una predisposición por parte del personal para realizar las labores correctamente. Igualmente y debido a que dentro del presupuesto para el año no se contempla ningún valor para mantenimiento las máquinas y los equipos, estos son forzados a trabajar hasta el límite en algunas ocasiones provocando daños irreversibles. Por otra parte dentro

de la empresa no se encuentra la señalización adecuada para mantener el punto de recolección de residuos, pues la teoría de la empresa es que nada se desecha si no que cada parte sobrante puede ser útil para otro proceso, y en esto tienen razón sin embargo en vez de organizar un punto para dejar dicho material se deja en cualquier parte, sencillamente con la teoría de colocarlo en donde halla espacio lo que conlleva al enorme desorden que se está desarrollando y disminuye el espacio óptimo para trabajar.



Grafico 2. Condiciones actuales de la planta de producción.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cada vez para las empresas es más importante mantener un control mediante el cual se optimice diariamente sus procesos de producción y distribución, pues esto permite una secuencia productiva, organizada, controlada y sobretodo planeada, establecer sus prioridades y conocer sus debilidades forma parte del día a día de las empresas, pues esto es lo que permite convertirlas en grandes potencias del mercado, una de las grandes herramientas de la ingeniería es el uso de métodos y tiempos para calcular y establecer sus necesidades y modificar su productividad a partir del mejoramiento de cada puesto de trabajo.

Con el fin de modificar la productividad y la calidad del producto a partir de cada puesto de trabajo se realiza este proyecto, pues es indispensable que didácticos Pizacryl mantenga un control constante de cada uno de sus puestos de trabajo, para lo cual es necesario conocer su proceso de elaboración de productos, y una vez reunida toda la información plantear propuestas de mejora en pro del beneficio empresarial, de esta manera se brindará a didácticos Pizacryl la optimización de su proceso productivo, con ello la calidad de sus productos y por ende se notara el aumento de su demanda y rentabilidad.

Para la ejecución correcta de los procesos de producción y manufactura se requiere de un equilibrio entre los recursos humanos, tecnológicos y físicos, así como de las interacciones que se presentan entre ellos. Para desarrollar esto se parte de un análisis general de cada una de las situaciones actuales, y aprovechando herramientas tales como el estudio de métodos y tiempos y evaluación del rendimiento personal, se evalúan las directrices y diversos escenarios de solución que permitan mejorar la eficiencia e incrementar la eficacia en la producción.

Al plantear el mejoramiento en la elaboración de este tipo de mobiliario usando herramientas de reingeniería, con la optimización de procesos, análisis financiero, de la estructura de costos, y teniendo en cuenta las distintas proyecciones del mercado, con el fin de generar un proceso de fabricación con un costo menor al actual se concibe un progreso para la empresa, reflejado en sus clientes y beneficios mutuos.

La realización de este proyecto es viable para la empresa y para las autoras del proyecto, puesto que presenta desafíos que se pueden analizar de manera crítica

y constructiva en miras a la mejora continua , y a un potencial aumento de la demanda, con ello la entrada a la globalización o nacionalización del producto en cuestión y la empresa; igualmente el proyecto refleja necesidades que necesitan ser mejoradas con tendencias globales para competir en el mercado como lo es un análisis o estudio de métodos y tiempos.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de métodos y tiempos a partir del cual se pueda identificar los inconvenientes en la fabricación de sillas estudiantiles y plantear posibles soluciones de este, de manera que se optimicen los procesos dentro de la empresa.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar un registro actual de los métodos y tiempos tomados en la actividad de remachado de la empresa Didácticos Pizacryl, correspondiente al proceso de elaboración de sillas estudiantiles de la misma empresa.
- Analizar las variables críticas que afectan la actividad de remachado de la empresa Didácticos Pizacryl.
- Generar propuestas de mejora a las variables de no conformidad de la actividad de remachado.

4. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El estudio de métodos y tiempos se realizará teniendo en cuenta la información suministrada y recolectada por los autores del proyecto dentro de la empresa didácticos Pizacryl – empresa de elaboración de sillas–, refiriéndose únicamente al área de producción de sillas escolares y su proceso crítico de remachado de las sillas, este consiste en unir la base de madera a la base de metal a partir de un remache con su respectiva cabeza, este es el proceso que presenta los mayores retrasos.

Para el desarrollo preliminar de este proyecto se estima un tiempo de dos semanas, en las cuales se realizará la toma de datos del proceso, es decir la toma de tiempos y movimientos dentro del área y a partir de esto se inicia la construcción y el análisis de la investigación; el proceso de construcción del documento tarda aproximadamente doce semanas dentro de las cuales, se plantea los objetivos, se realiza el análisis de los datos es decir el estudio de métodos y tiempos a través de diversas herramientas y se establecen los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados.

A fin de analizar correctamente el estudio de métodos y tiempos se estable que los sujetos objeto de la investigación son los cuatro operarios que laboran en turnos rotativos dentro del área de remachado de la empresa didácticos Pizacryl, ellos tienen por objeto desarrollar con calidad y rapidez el montaje de la unión remachada para las sillas estudiantiles.



Grafico 1. Disposición producto terminado

6. MARCOS DE REFERENCIA

4.1. MARCO TEÓRICO

Teorías generales.² Desde principios del siglo XIX con la aparición de las industrias se han desarrollado diversas investigaciones a fin de mejorar constantemente los procesos, y con ello se han planteado tecnologías y teorías de producción que permiten la modificación y por lo general la optimización de los procesos productivos en cualquier tipo de industria, dentro de las principales y más grandes teorías involucradas, están aquellas que transforman de manera directa al personal de la empresa, por ello estudios como, ergonomía, diseño de distribución o el estudio de tiempos y movimientos, apoyan y aportan beneficios para las empresas, estos repercuten en solvencia económica y reconocimiento empresarial. Específicamente el estudio del trabajo o de los métodos utilizados, permite establecer diferentes ventajas competitivas dentro de cada uno de los sectores productivos, pues se estandariza la producción para cada actividad o trabajo, permitiendo con esto obtener una calidad superior en cantidades adecuadas y sin desperdicios de ninguna clase, haciendo uso de herramientas sencillas como la observación o la utilización del cronometro. Sin embargo la medición del trabajo puede en algunas ocasiones generar conflictos entre los operarios y la administración.

Teoría de métodos y tiempos.³ Desde el inicio de los tiempos las personas han intentado controlar cada una de las actividades que desarrollan, a fin de promover rápido y eficientemente dichas acciones, diversos autores documentaron pequeños análisis que conllevan a efectuar grandes trabajos desde 1760 ya se hablaba de estudios similares donde se analizaban series completas de tareas, sin embargo no fue sino hasta cuando Frederick Taylor⁴ le dio nombre a esta manipulación sistemática y optimización de procesos, la denomino “estudio de tiempos” y simultáneamente Frank Gilbreth y su esposa Lilian⁵ planteaban la

² APUNTES DE CLASE de Jenifer R. y Claudia R., autoras del proyecto, Bogotá, 2013.

³ MOYASEVICH B. Iván Dimitrie. Historia de la ingeniería Industrial: el origen y la visión. En: Revista Virtual Pro. No. 79 (Agosto, 2008); Pág. 4

⁴ ADAM Everett; EVERT Ronald. Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento; México; 1991; Pág. 329-330

⁵ MEYERS Fred E. Estudio de tiempos y movimientos para manufactura ágil; México; 2002; Pág. 18-19.

teoría de la “ingeniería de métodos” y es precisamente esta teoría el fundamento de este proyecto, que conlleva al análisis para la empresa; pero existe también otro tipo de análisis y es el que involucra directamente al personal de cada puesto de trabajo, pues analizar sus movimientos juega un papel importante dentro de la optimización de tiempos, esta teoría también fue concebida por los esposos Gilbreth sin embargo no profundizaron por lo que el Dr. Ralph Barnes Jr.⁶ se estableció como generador de esta teoría pues fue él quien analizó dicha investigación y la llevo a término.

La teoría de Frederick Taylor⁷ muy acertada en su época y aun en la actualidad utilizada con gran eficiencia, se basa en dividir cada tarea de un proceso en operaciones más pequeñas que puedan ser estudiadas al detalle y modificadas con facilidad, de esta manera se asigna a cada tarea tiempos estándar de ejecución y se consideran diferentes combinaciones para la óptima realización de cada tarea sin embargo Taylor no tomo encuentra el factor automatización que actualmente es parte práctica y fundamental de cada una de las labores.

La teoría de Gilbreth⁸ era similar a la de Taylor pues también basa su análisis en un estudio de los elementos por separado, y se deben eliminar, combinar o reestructurar aquellos que generaban aumento innecesario en los costos de producción. Su fundamento es el análisis de movimientos se puede utilizar técnicas cinematográficas para analizar detalladamente los micro procesos de cada operación.

La investigación de Ralph Barnes Jr.⁹ trajo una interesante teoría que abarca prácticamente todos los conocimientos previos de la ingeniería de métodos y tiempos, es decir reúne las teorías de Taylor y Gilbreth y las complementa con un análisis de los movimientos sistemáticos producidos por el hombre, donde se plantea el diseño de trabajo a partir de las capacidades físicas de cada persona para lograr el aumento en el rendimiento y con ello en la productividad de la empresa.

Teoría del estudio de macro-movimientos. Para cualquier análisis de métodos y tiempos y como lo plantearon Taylor y Gilbreth es indispensable primero generar un estudio a partir de un macro análisis, es decir, tomando como punto de partida

⁶ RALPH, Barnes Jr. El movimiento y el tiempo de estudio: diseño y medición del trabajo; Wiley, 1980; Pág. 88

⁷ ADAM Everett; EVERT Ronald. Op. Cit. 329-330

⁸ MEYERS Fred E. Op. Cit. Pág. 79-80

⁹ RALPH, Barnes Jr. Op cit. Pág. 209

solo los aspectos generales de una planta de producción o de una línea de productos específicos, algunos de los macro-procesos analizados incluye operaciones, transporte e incluso almacenamiento, esto se debe a que estos estudios suelen ser económicos y rápidos de plantear y poner en marcha, para ello se utilizan herramientas generalizadas por los ingenieros tales como el diagrama de flujo, hoja de operaciones, diagrama de proceso entre otros, que permiten visualizar de manera completa las operaciones del proceso y con ello las falencias del mismo, que son virtualmente eliminadas y posteriormente implantadas en el proceso para ser optimizado. El macro análisis juega un papel importante dentro del estudio de métodos y tiempos pues suple las necesidades inmediatas de la compañía.

Teoría del estudio de micro-movimientos.¹⁰ Planteado por primera vez por los esposos Gilbreth el estudio de micro movimientos es muy reconocido y utilizado, a pesar de necesitar más tiempo que un estudio de macro-movimientos o un estudio común de métodos y tiempos, pues comprende operaciones individuales, de tal manera que se analice hasta el más mínimo detalle de la operación y se conciben pequeñas mejoras que producirán un gran cambio, dentro de las que podemos encontrar: operarios que trabajan solos, con herramientas y dispositivos de mano simples; operarios que trabajan en una maquinas o incluso grupos de personas trabajando juntas. Este estudio es útil cuando se quieren analizar grandes o extensas estaciones de trabajo para un proceso, ya que con una leve variación se efectúa un gran cambio dentro de los procesos. A fin de realizar un óptimo estudio de micro-movimientos se cuenta con diversas herramientas que permiten su análisis e identificación, algunos de los más utilizados son: diagrama de operaciones, diagrama operador máquina, diagrama multi-maquina, diagrama de cuadrilla, diagrama de mano izquierda/mano derecha entre otros, todas estas alternativas de evaluación permiten identificar islas de operaciones que conforman un gran continente de producto terminado, y gracias a su análisis lineal a través del tiempo se logran identificar las áreas críticas de los micro-procesos pues su visualización es fácil e inmediata por tratarse de diagramas físicos de la construcción y panorama general del proceso. Se define el trabajo más complicado como una sucesión de trabajos simples, es por ello que al establecer concienzudamente los tiempos necesarios para estas actividades se obtendrá un mayor rendimiento de la productividad de cada trabajador al generar patrones de movimiento y un sistema estándar de tiempo predeterminado se logra diseñar un método de trabajo que fortalece la disminución de costos de producción.

¹⁰ MEYERS Fred E. Op. Cit. Pág. 18-19, 79-80

Teoría de la economía de movimientos (el cuerpo humano). ¹¹ Esta teoría es un concepto relativamente nuevo pues parte del análisis desarrollado por el Dr. Ralph Barnes a mediados del siglo pasado. Dentro del análisis de métodos y tiempos es indispensable evaluar operaciones y maquinaria, pero también el factor humano juega un papel importante en este estudio pues si el personal está conforme con sus actividades las realiza mejor y más rápido, lo que ayudara a la empresa a mejorar sus estándares de calidad y a disminuir costos a causa de errores humanos por ello es apropiado proporcionar un ambiente saludable y ordenado que permita autonomía en las labores realizadas y de esta manera las actividades se pueden llegar a desarrollar incluso sistemáticamente y con tal asertividad que brindara progreso a la empresa. Analizar movimientos implica también aquellos realizados por el cuerpo humano, por ello es indispensable en las industrias productivas evaluar los movimientos básicos corporales tales como: movimientos de dedos, coyunturas, antebrazo, brazo y cuerpo completo, pues como dice Ben S. Graham¹² “entre más básicos son los movimientos menos tiempo y energía requieren” por lo que se debería utilizar este tipo de movimientos para realizar la mayoría de las tareas, pues son más fáciles e incurren en menor gasto de energía. Igualmente el puesto de trabajo juega un papel importante dentro del análisis de movimientos pues entre, pues entre mayor desorden o distancia a recorrer mayor gasto de energía y con ello mayor pérdida de tiempo. Y por último pero no menos importante se encuentra los movimientos operativos que se ven afectados a causa de condiciones ambientales tales como poca iluminación, ruido desmesurado o elementos distractores en el ambiente.

Dentro de la economía de movimientos se manejan o evalúan tres factores primordiales, que son: el cuerpo humano, el puesto de trabajo, y la instalación o elementos materiales.¹³ El primer factor del cuerpo humano, hace referencia a la utilización de las dos manos como parte eficiente de un proceso, pues cada una lleva a cabo movimientos independientes que benefician el proceso y disminuyen los tiempos de espera o producción, igualmente y en la medida que las actividades del proceso lo requieran el apoyo de los movimientos con los pies forman una buena alternativa de reducción de tiempos y aprovechamiento de movimientos. El segundo factor de distribución del puesto de trabajo se refiere a la observación del puesto de trabajo y la colocación de los elementos o herramientas dentro de este, de esta manera siempre se encontraran en el mismo lugar y su ubicación espacial

¹¹ RALPH, Barnes Jr. Op Cit. Pág. 124

¹² GRAHAM B. S. Jr. Economía de movimiento: un esquema mental. En: The Ben Graham Corporation. No. 88 (Abril, 2010); Pág. 8-10

¹³ ANTONIO CASTRO Jesús. Tiempo, movimiento y trabajo. En: Revista Virtual Pro. No. 79 (agosto de 2008); Pág. 20

evita retrasos a causa el desorden, igualmente los desechos deben ser eliminados una vez son generados para evitar acumulación de residuos que puedan afectar el proceso o disminuir la eficiencia del operario, dentro de este ámbito también se involucran estudios ergonómicos, tales como posturas, iluminación, control de ruido, entre otros. El tercer factor de instalación y elementos materiales, se refiere a la combinación de actividades a partir del uso de las mismas herramientas para dichas actividades, es decir que cada actividad diferente pero que se lleve a cabo con la misma herramienta puede ser desarrollada en el mismo contexto de tiempo de las anteriores, ahorrando tiempo y energía en la búsqueda organizada de nuevas herramientas, por lo general se comprende como el uso de la mecanización, automatización o robotización de trabajos que disminuyan tiempos de proceso.

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Para la elaboración del presente proyecto, se tuvieron en cuenta varios conceptos que son claves para entender lo que se desarrollará en él; el primero es el concepto de Ingeniería de Métodos que es una técnica que permite estudiar detalladamente cualquier operación o trabajo a través del registro metodológico de las actividades realizadas con el fin de aumentar la productividad del sistema de producción. Para llevar a cabo dicha ingeniería de métodos es indispensable realizar una serie de pasos que permitirán abarcar el problema de forma organizada, estos son: seleccionar, es decir escoger el tema de investigación o de estudio, allí se toman en cuenta problemas de tipo económico, tecnológico o humano.

También permite registrar, a partir de este y se recoge toda la información necesaria para el análisis del proceso, utilizando para ello herramientas como el diagrama de procesos, que muestre de manera analítica el recorrido total del proceso de producción; examinar, en este proceso se analiza críticamente los datos registrados y donde se plantean las preguntas preliminares del proyecto; idear, es aquí donde se plantea el método correcto a utilizarse y se analiza la teoría de los “principios de la economía de movimientos”; definir, en esta parte del proceso se plantea el nuevo método o plan de mejora a implantarse y se involucra al personal de trabajo para ponerlo en práctica; por ultimo mantener, es como su

nombre lo indica inspeccionar regularmente el procesos implantado a fin de mejorarlo posteriormente o prevenir falencias.¹⁴

Por otra parte tenemos el Estudio de Tiempos que es la medición del tiempo que utiliza un trabajador para llevar a cabo una tarea definida realizándola según unos parámetros establecidos, se utiliza como complemento de evaluación para el análisis de métodos, esto se realiza a fin de minimizar o eliminar por completo el tiempo productivo de cada operación, lo que se pretende es estandarizar los procesos a partir del tiempo que tarda en realizarse cada actividad, de igual manera que el estudio de métodos , para llevar a cabo el estudio de tiempos es indispensable realizar una serie de pasos que permitan realizar el estudio de la mejor manera, estos son: seleccionar, registrar, examinar, medir, compilar y definir, a través de los cuales se establece el trabajo que va a ser objeto de estudio, y se realiza una recopilación de tiempos de cada actividad, estos tiempos se analizan con sentido crítico y se examinan los tiempos improductivos para finalmente decidir las medidas a tomar para mejorar el proceso de producción. La forma más sencilla y económica de llevar a cabo este estudio es utilizando un cronómetro y una planilla de registro base. Plantear las soluciones a partir de las necesidades o limitaciones de cada operario para llevar a término las actividades dentro de sus capacidades y evitando de esta manera la fatiga laboral.¹⁵

Todas estas actividades o labores de las que se hablan dentro del desarrollo de un trabajo deben estar claramente definidas a través de un herramienta de ayuda vital para entender el proceso, esta es el Diagrama de flujo que corresponde a la representación gráfica de un proceso y ayuda a organizar de mejor manera la información concerniente a esa actividad o labor específica que se desarrolla dentro del trabajo, mostrando el orden de las operaciones y su secuencia a través del tiempo y el proceso; para ello se utilizan graficas básicas que identifican cada proceso, estos símbolos permiten reconocer el inicio del proceso, las actividades o pasos desarrollados, la toma de decisiones dentro del proceso, líneas de flujo que identifican el consecutivo de las operaciones, es decir las actividades predecesoras y otras que permiten abarcar todo el proceso productivo en resumen y de manera clara y específica.¹⁶

¹⁴ VAUGHN. Richard C. introducción a la ingeniería industrial; Barcelona; 1998; Pág. 388-389

¹⁵ MEYERS Fred E. Op. Cit. Pág. 184

¹⁶ PALACIOS SANTOS Luz Amparo. Métodos y algoritmos de diseño de ingeniería; Antioquia; 2005; Pag. 189

La productividad¹⁷ se entiende como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Esto quiere decir que para hallar el óptimo desarrollo de los recursos, bien sean humanos, tecnológicos, financieros o de materia prima es necesario conocer de antemano el nivel de producción que se desea obtener, esto con el fin de no tener desperdicios de ningún recurso y evitar de esta manera gastos innecesarios. Se puede decir que la productividad es un indicador para la empresa que beneficia los procesos llevados a cabo, la gestión de la calidad, e incluso incursiona en la mejora continua; igualmente permite establecer estándares de producción.

Otro concepto para tener en cuenta es la Estandarización¹⁸, o también conocida como normalización, que consiste en la realización de una actividad de manera previamente establecida, bajo unos parámetros determinados y esperables, siguiendo unas normas que dependiendo del producto se deben cumplir a nivel nacional o internacional. La estandarización de un producto o proceso, garantiza el buen funcionamiento de los elementos involucrados, y facilitan las actividades desarrolladas, para que sean de fácil comprensión y acoplamiento para nuevos empleados o personas que incursionan en un nuevo proceso. Al llevar a cabo la estandarización se garantiza la calidad de los productos o elementos fabricados, así como el buen funcionamiento de los mismos, y evita malas prácticas de manufactura.

Adicionalmente se puede nombrar también conceptos que van muy relacionados entre sí pero que no son iguales, estos son: eficiencia, eficacia y efectividad¹⁹. La eficiencia consiste en la consecución de los objetivos propuestos con el mejor uso de los recursos, pero al menor costo posible, es por tanto la fase de proyectos o empresas más deseada pues maximiza el rendimiento a una baja inversión. La eficacia es el logro de las metas u objetivos propuestos, estos se logran o no se logran, no hay puntos medios, a través de esta se establece el cumplimiento de las exigencias del cliente como son la calidad, el servicio y el precio permitiendo que la empresa o el proyecto cumplan con los objetivos propuestos. La efectividad es la cuantificación del logro, objetivos o metas esperadas, se resume como la suma de las dos actividades anteriores la eficiencia y la eficacia; pues es el cumplimiento de metas pero al menor costo posible para la empresa o proyecto, dentro de los costos no solo se encuentra el financiero, también encontramos el de

¹⁷ MEYERS Fred E. Op. Cit. Pág. 97

¹⁸ VAUGHN. Richard C. Op. Cit. Pág. 205

¹⁹ FERNANDEZ RIOS Manuel. Eficacia organizacional: concepto desarrollo y evaluación; Madrid; 1997; Pág. 40 - 45

calidad, el de producción, mano de obra, entre otros que respaldan actividades en pro de la supervivencia de la empresa.

Dentro del presente anteproyecto también utilizaremos el término Optimización que va muy ligado con la eficiencia pues consiste en la utilización de los recursos que se tienen de la mejor manera posible, con cero desperdicios y también puede ir enfocada a los procesos con el fin de lograr los objetivos de la organización con el uso racional de los recursos como pueden ser, maquinarias, personal, tiempo, materias primas entre otros.²⁰

Por último llegamos al concepto de Justo a tiempo que es una filosofía muy conocida a nivel industrial, aplicada a la reducción a cero de todo lo que signifique desperdicios en todos los procesos que desempeñe la empresa, desde la parte administrativa (compras) hasta la operativa (producción), produciendo lo necesario, cuando se necesite y para cuando se necesite, manteniendo la calidad requerida por el cliente y satisfaciendo sus necesidades, de la mano con el incremento de la rentabilidad de la empresa.²¹

4.3. ESTADO DEL ARTE

Diversas investigaciones vinculan el estudio de métodos y tiempos dentro de sus análisis productivos, una de estas investigaciones es el “Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S.A.” desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín”, a partir de la cual su autor Elkin Javier Ustate Pacheco²² plantea un estudio a fin de optimizar al máximo los recursos ya existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material, llevando a cabo un estudio de métodos y tiempos y culminando con una redistribución física de la planta; esto con el fin de incrementar el rendimiento y hallar las falencias actuales de la empresa, al finalizar plantea una solución y con ello la optimización de los procesos, a partir de la modificación y estandarización de los tiempos de elaboración, igualmente una redistribución de la planta mejora el flujo de materiales y personas dentro de la empresa y disminuye los tiempos

²⁰ VAUGHN. Richard C. Op. Cit. Pág.124

²¹ HAY Eduard J. Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja; Bogotá; 2002; Pág. 2-4

²² USATE PACHECO Elkin Javier. Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa metales y derivados S.A. Medellín; 2007. Trabajo de grado (ingeniero industrial); Universidad Nacional de Colombia; facultad de minas.

óseos e improductivos de los empleados y dentro de cada área de producción. Este aspecto orienta el actual proyecto de investigación hacia una línea completa que comprenda el análisis de métodos y tiempos, con su respectiva puesta en marcha, así como una evaluación de la distribución de planta que beneficia el progreso obtenido mediante el análisis pues todo esto se orienta a evita recaer en tiempos innecesario que hacen a la compañía perder dinero a causa de retrasos involuntarios. La planificación de sus labores juega el papel más importante.

Muchas son las empresas productivas tanto a nivel local, nacional e internacional en las cuales el estudio de métodos y tiempos y su respectivo análisis permite la optimización constante de sus procesos y para efectos de esta investigación otra referencia acerca de la aplicación de estos métodos se basa en una antiquísima cadena productiva como lo es la textilera, con el “Estudio de métodos y tiempos en el proceso productivo de la línea de camisas interior de MAKILA CTA. para mejorar la productividad de la empresa” investigación desarrollada por Alejandra Ararat Arrechea²³, como parte de su opción de grado en la Universidad Autónoma de Occidente en Santiago de Cali. Con este trabajo se analizó un estudio de métodos y tiempos aplicado en una empresa de confección específicamente en el proceso de la maquiladora a fin de determinar la mejor manera de producir dentro de la empresa. Su ventaja es que el estudio fue principalmente promovido por el gerente de la empresa a fin de determinar la eficiencia, eficacia y efectividad de su equipo de trabajo en la elaboración de diferentes tipos de camisas. Por ello se llevaron a cabo diversos pasos para realizar el estudio, documentar y medir los procesos fue necesario para establecer las necesidades y falencias del área, al realizar esto se logra establecer un método con el cual los empleados pueden estandarizar sus procesos. A partir de lo anterior se logró eliminar las actividades inconsistentes de cada proceso así como las demoras innecesarias ocasionadas por la mala planificación de las actividades o tiempos ociosos no programados y posteriormente se realizó otro estudio con las modificaciones respectivas impladas en cada uno de los procesos hasta que se obtuvo un resultado y mejoras considerablemente aceptables para la empresa y con ello para su economía. Este trabajo arroja resultados favorables para la empresa lo que demuestra que verdaderamente se obtiene grandes beneficios del análisis de métodos y tiempos, incluso si solo se lleva a cabo en uno de los procesos de la empresa como es el

²³ ARARAT ARRECHEA Alejandra. Estudio de métodos y tiempos en el proceso productivo de la línea de camisas interior de makila CTA. Para mejorar la productividad de la empresa. Santiago de Cali; 2010. Trabajo de grado (ingeniero industrial); universidad Autónoma de Occidente; facultad de ingeniería; departamento de operaciones y sistemas.

caso de esta investigación, que pretende llevar a cabo los mis puntos aplicados dentro de la empresa textilera.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter cuantitativo porque se efectúan toma de muestras las cuales se realizan de manera personalizada y pueden ser medidas con valores reales a través del tiempo y porcentajes de productividad a lo largo de cada puesto de trabajo.

Para efectos del proyecto se realiza una documentación del tema, la cual permite conocer la situación actual de la empresa. También se realizan entrevistas y encuentros con los gerentes y empleados del establecimiento, con el fin de conocer sus puntos de vista acerca del funcionamiento y desarrollo de las actividades que se efectúan en los procesos productivos. Luego, a partir de esta información se empezará a trabajar sobre medición de métodos y tiempos y su respectivo análisis de tal manera que al final se obtenga una representación gráfica que nos permita ver de forma resumida todos los problemas dentro de los sistemas productivos, así como la repercusión en el producto terminado. A partir de esta representación gráfica será más fácil trabajar en el plan de mejoramiento continuo del proceso.

5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realiza un estudio de caso descriptivo, es decir, se adopta una línea de producción específica, esto debido también a que se trabajara con base en los inconvenientes que presenta en este momento la empresa Didácticos Pizacryl, la cual permite realizar un estudio de algunos de sus procesos en este caso producción de sillas, y permite analizarlos y brindar una posible solución.

Para iniciar el proceso de análisis se realiza una visita previa a la empresa a partir de la cual se puede verificar el estado actual del proceso productivo, específicamente el proceso de elaboración de sillas estudiantiles, pues es el producto que presenta mayores problemas y demoras en su producción, de este

modo se podrá verificar las causas que generan los inconvenientes; posteriormente se llevara este estudio previo a las directivas de la empresa quienes decidirán si aceptan e implantan las sugerencias propuestas para mejorar la problemática y de esta manera optimizar tiempos y métodos de producción.

Esta investigación también es de tipo proyectiva ya que se estiman valores para un análisis futuro a partir del cual se diagnostica el problema y se especifican las diversas causas que le atañen, posteriormente se desarrolla la propuesta de mejora y se analizan sus consecuencias.

5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Observación por parte del equipo de trabajo dentro de la empresa
- Encuestas y entrevistas a operarios y especialistas en temas productivos
- Uso de cronómetros para toma de muestras

5.4. FUENTES PRIMARIAS

Observaciones realizadas por el equipo de trabajo en la empresa Didácticos Pizacryl, específicamente al operario Jefferson González trabajador experto remachador de la empresa y demás operarios de la empresa que puedan brindar información vital para el desarrollo del proceso. Igualmente entrevista personalizada con el Gerente general y el Gerente de producción entes reguladores de los índices de productividad dentro de la empresa.

5.5. FUENTES SECUNDARIAS

Principalmente libros, trabajos de grado o tesis, blogs y demás páginas de internet que permitan tener un conocimiento más amplio y técnico a cerca de los temas a

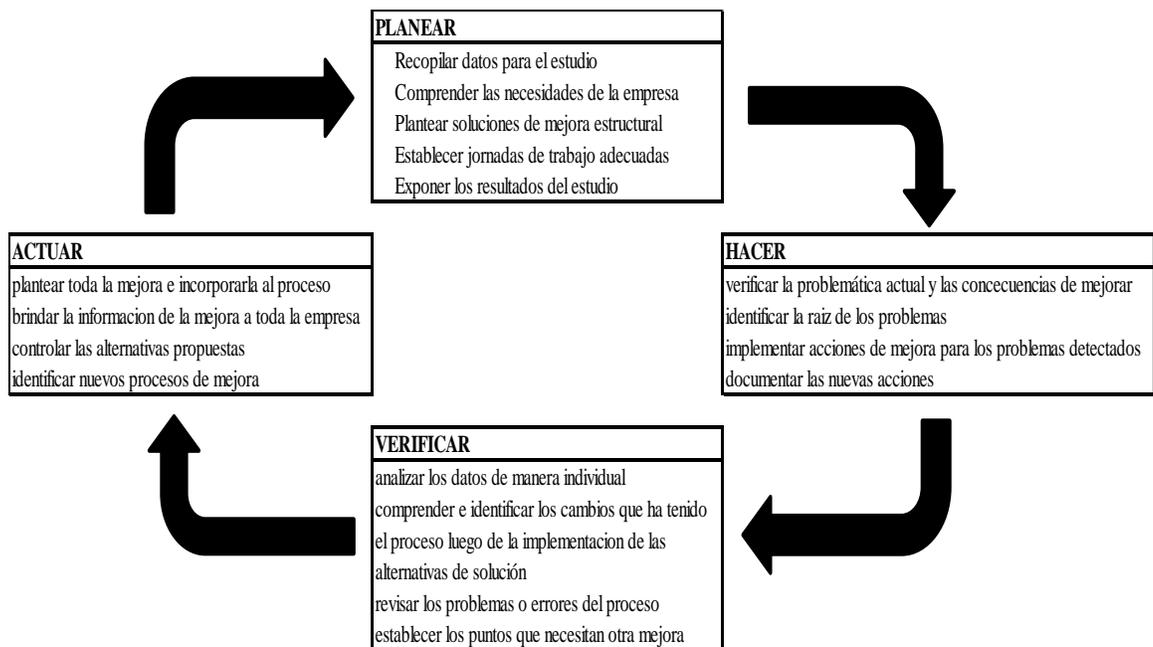
tratar principalmente el estudio de métodos y tiempos, índices de productividad, movimientos producidos por el cuerpo humano y más.

5.6. ETAPAS DEL PROYECTO

A fin de determinar los pasos a seguir para desarrollar este proyecto es indispensable establecer prioridades y planear objetivamente soluciones acordes al desarrollo de la primera etapa del proyecto. Es por esto que se plantea el ciclo PHVA que consiste en promover la mejora continua aplicando diversas etapas, estas son: planear, hacer, verificar y actuar, donde se establecen la plataforma estándar a seguir y el cronograma de actividades que deben llevarse a cabo durante todo el proceso para que este sea efectuado de manera clara y rápida, sin desperdiciar espacios de tiempo o actividades (movimiento) innecesarios.

Para efectos de este proyecto el ciclo PHVA se establecen de la siguiente manera:

**GRAFICO 4.
CICLO PHVA DEL PROYECTO**



Fuente. Autores

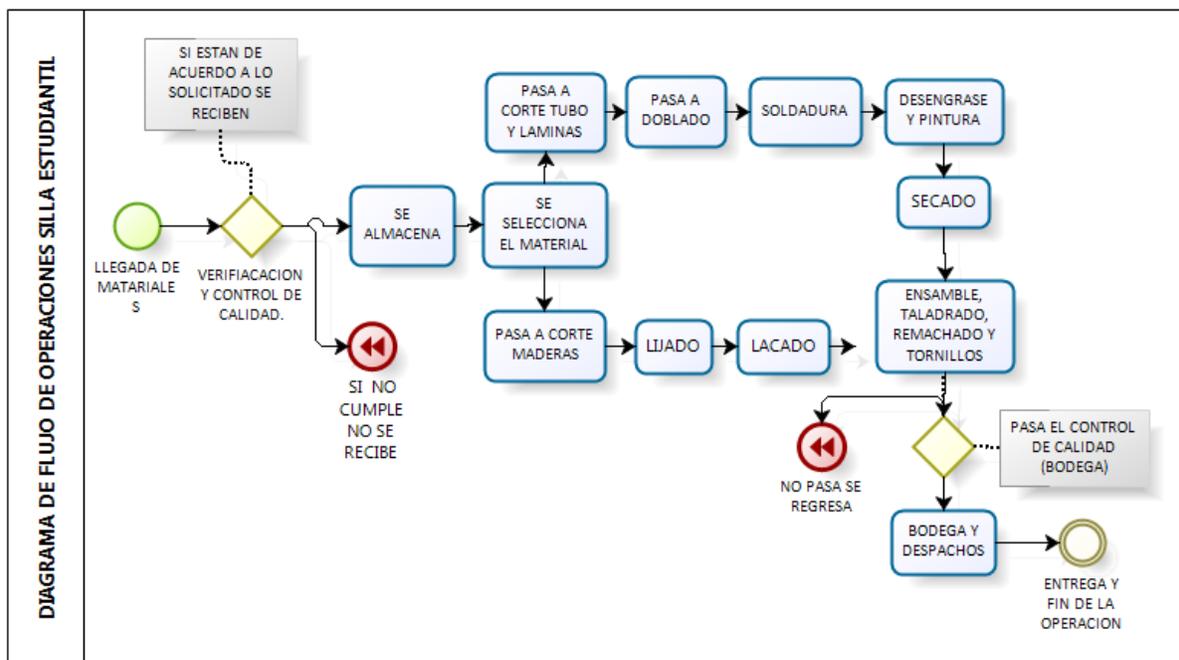
6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. PRESENTACIÓN DEL REGISTRO ACTUAL DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS

A continuación y dando desarrollo al planteamiento de los objetivos, se presenta un registro actual de los métodos y tiempos tomados en la actividad de remachado de la empresa Didácticos Pizacryl, correspondiente al proceso de elaboración de sillas estudiantiles de la misma empresa.

A fin de identificar plenamente el proceso que se desea analizar se plantea un diagrama de flujo de operaciones presentado a continuación.

GRAFICO 5.
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE LA ELABORACIÓN DE SILLAS ESTUDIANTILES DE DIDÁCTICOS PIZACRYL



Fuente. Autores

En el diagrama anterior se muestra el proceso para desarrollar sillas estudiantiles de la empresa “didácticos Pizacryl”. Dentro de sus procesos críticos, debido a la carga de actividades que se deben desarrollar se identifica el ensamble del asiento con el espaldar, donde se lleva a cabo el ensamble, taladrado, remachado y tornillos; que comprenden el subproceso de remachado.

A fin de evidenciar la problemática del subproceso de remachado a partir del uso del diagrama de flujo de procesos, se evaluaron las actividades y se tomaron los tiempos en minutos a través de 8 muestras aleatorias al operario Jefferson González.

A fin de analizar el diagrama se establece la siguiente conversión:

-  Inicio
-  Transporte
-  Demora
-  Actividad u operación
-  Decisión
-  Documento

PP Producto en proceso

PT Producto terminado

El siguiente diagrama permite identificar los puntos críticos del subproceso, aquellos que presentan demoras que deben ser eliminadas y aquellos que presentan variación en la realización del trabajo. Los puntos críticos encontrados son las actividades que corresponden a: adecuación del puesto de trabajo, ajuste de asiento y ajuste de espaldar que son actividades similares y taladrado tanto del asiento como del espaldar, pues son actividades que están generando demoras o largos tiempos en proceso. A fin de encontrar propuestas de mejora se utilizan herramientas que pueden ser vistas en el siguiente numeral.

**TABLA 1.
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS**

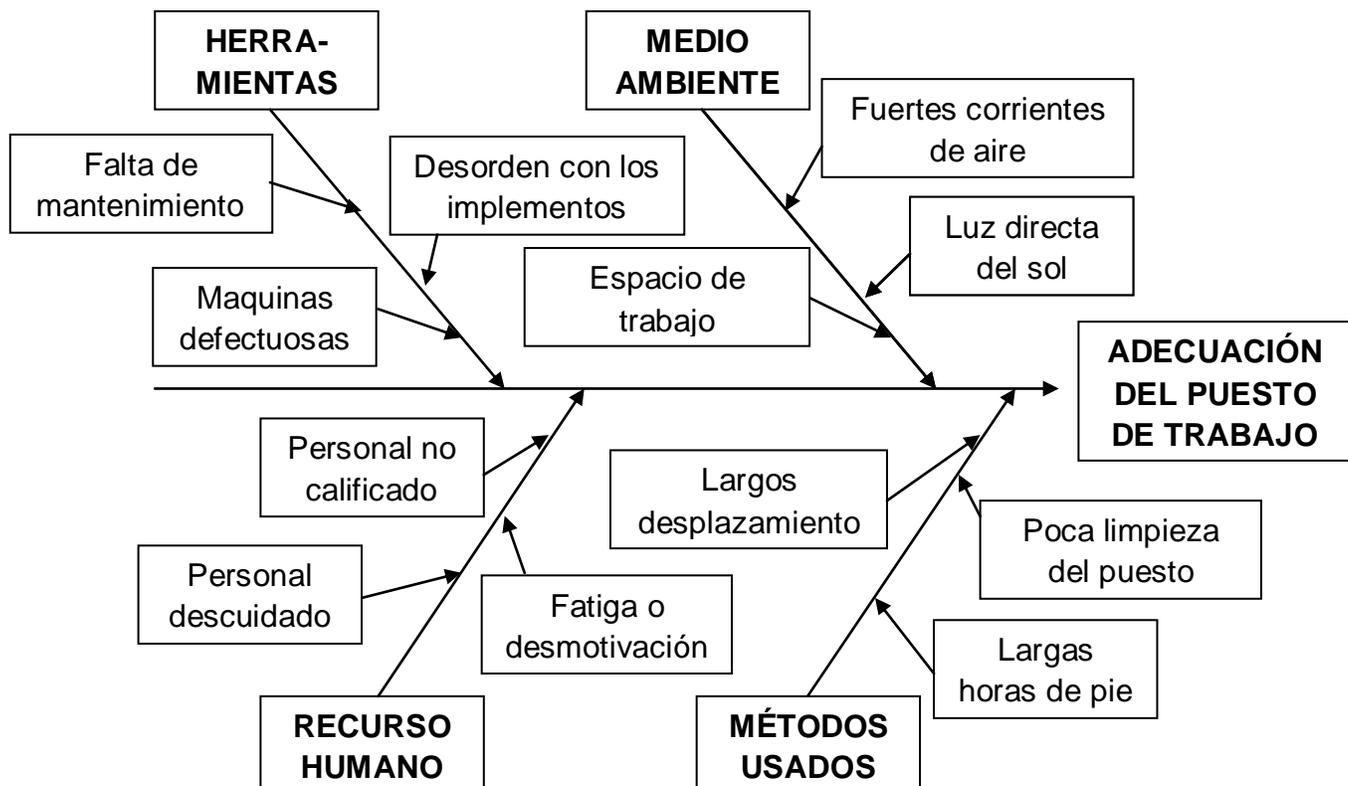
OBJETO DEL DIAGRAMA: SUBPROCESO DE REMACHADO							DIAGRAMA No. 1							
EL DIAGRAMA INICIA EN: ALISTAMIENTO DE MATERIAL														
EL DIAGRAMA TERMINA EN: ALMACENAMIENTO DE PT														
ELABORADO POR: ING. JENIFER RESTREPO FANDIÑO														
ING. CLAUDIA XIMENA RICO PINZON														
ACTIVIDAD	○	⇒	◐	◑	◇	▭	MEDICIÓN DE TIEMPOS (MINÚTOS)							
							1	2	3	4	5	6	7	8
Alistamiento de materiales (PP)	●						2,34	2,91	3,18	2,56	3,12	2,38	3,61	3,19
Adecuación del puesto de trabajo			●				1,31	1,55	1,00	1,70	1,42	1,52	1,31	1,50
Ajuste del asiento			●				9,38	9,49	9,33	9,32	9,40	9,56	9,54	9,44
Taladrado asiento y soporte					●		10,4	10,5	10,3	10,4	10,5	10,5	10,6	10,5
Colocación de remaches					●		0,44	0,43	0,46	0,45	0,45	0,46	0,47	0,44
Remachado del asiento					●		22,7	26,9	25,0	25,8	19,7	26,0	18,1	21,8
Ajuste del espaldar			●				10,1	9,89	9,99	10,3	10,3	9,85	9,96	10,1
Taladrado espaldar y soporte					●		10,9	11,1	11,0	10,7	10,9	11,4	10,9	11,3
Colocación de remaches					●		1,14	0,55	1,02	1,09	0,55	0,55	1,03	1,02
Remachado del espaldar					●		25,7	29,3	28,6	31,0	32,7	29,7	34,6	32,5
Registro de conformidad						●	4,65	5,01	4,72	4,89	5,08	4,32	5,00	4,78
Traslado de PT a bodega		●					10,8	10,8	10,7	10,9	10,8	11,0	10,8	10,8
Almacenamiento del PT	●						6,97	5,92	6,75	5,94	6,59	6,78	6,64	6,51
TOTAL TIEMPO DE PROCESO							116,8	124,3	122,0	125,0	121,5	124,0	122,5	123,8

Fuente. Autores

6.2. ANÁLISIS DE VARIABLES CRÍTICAS

Análisis de las variables críticas que afectan el subproceso de remachado de sillas estudiantiles en la empresa Didácticos Pizacryl. A fin de llevar a término esta actividad se plantean tres diferentes diagramas de causa-efecto que muestran las posibles causas por las cuales, las actividades críticas del subproceso están retrasando la producción.

GRAFICO 6.
DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE ADECUACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

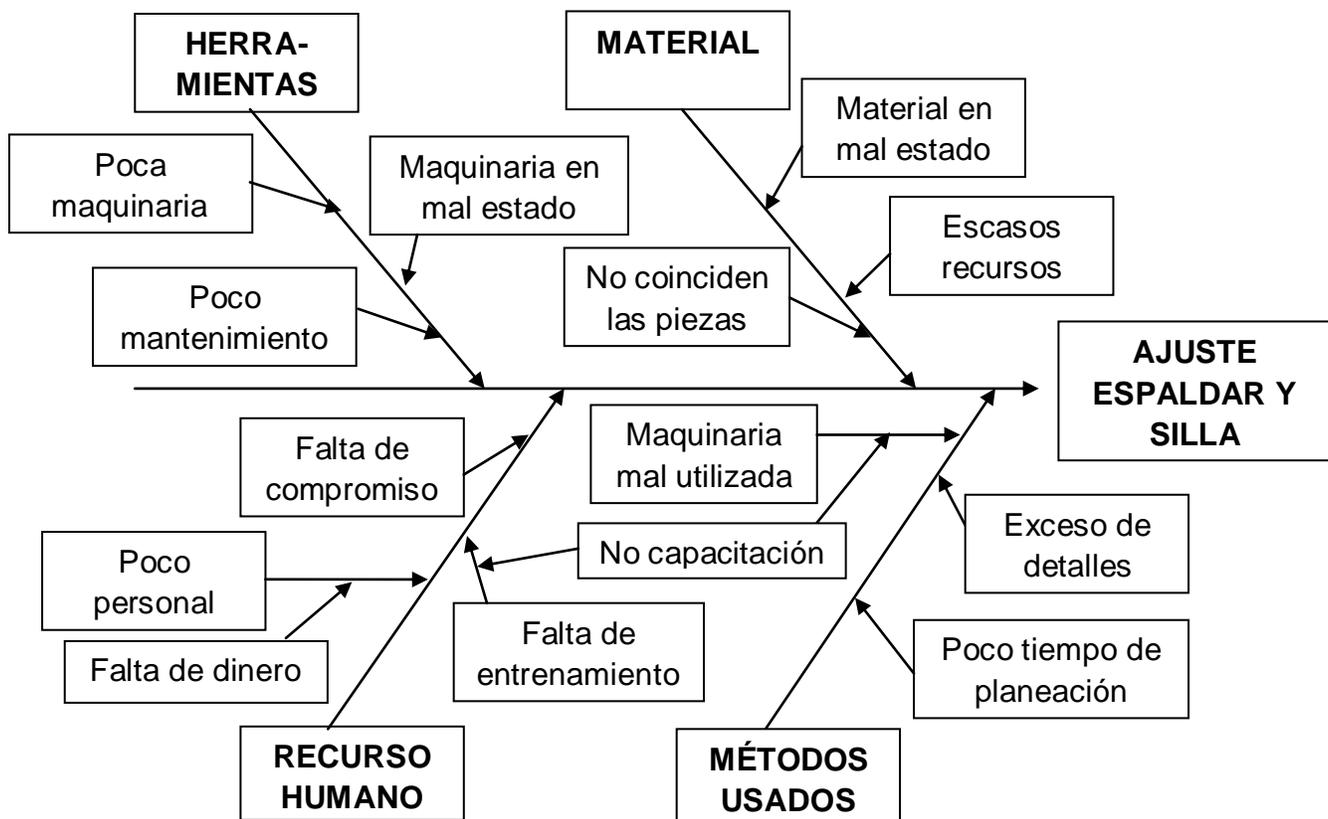


Fuente. Autores

El anterior diagrama causa efecto refleja las causas por las cuales se está generando una demora en la adecuación del puesto de trabajo que conlleva a un retraso en la producción. Subjetivamente se infiere que la problemática principal son los métodos utilizados puesto que quita bastante tiempo el desplazamiento

para recoger las piezas en proceso que pasan a la fase de remachado, igualmente los residuos de actividades anteriores, así como la poca precaución al manipular los materiales deja al descubierto un desorden que debe ser limpiado constantemente generando por supuesto una demora innecesaria, y por último se encuentran las largas horas que los operarios deben permanecer de pie, obligándolos en ocasiones a tomar recesos para descansar.

GRAFICO 7.
DIAGRAMA CAUSA EFECTO DEL AJUSTE DE ESPALDAR Y SILLA

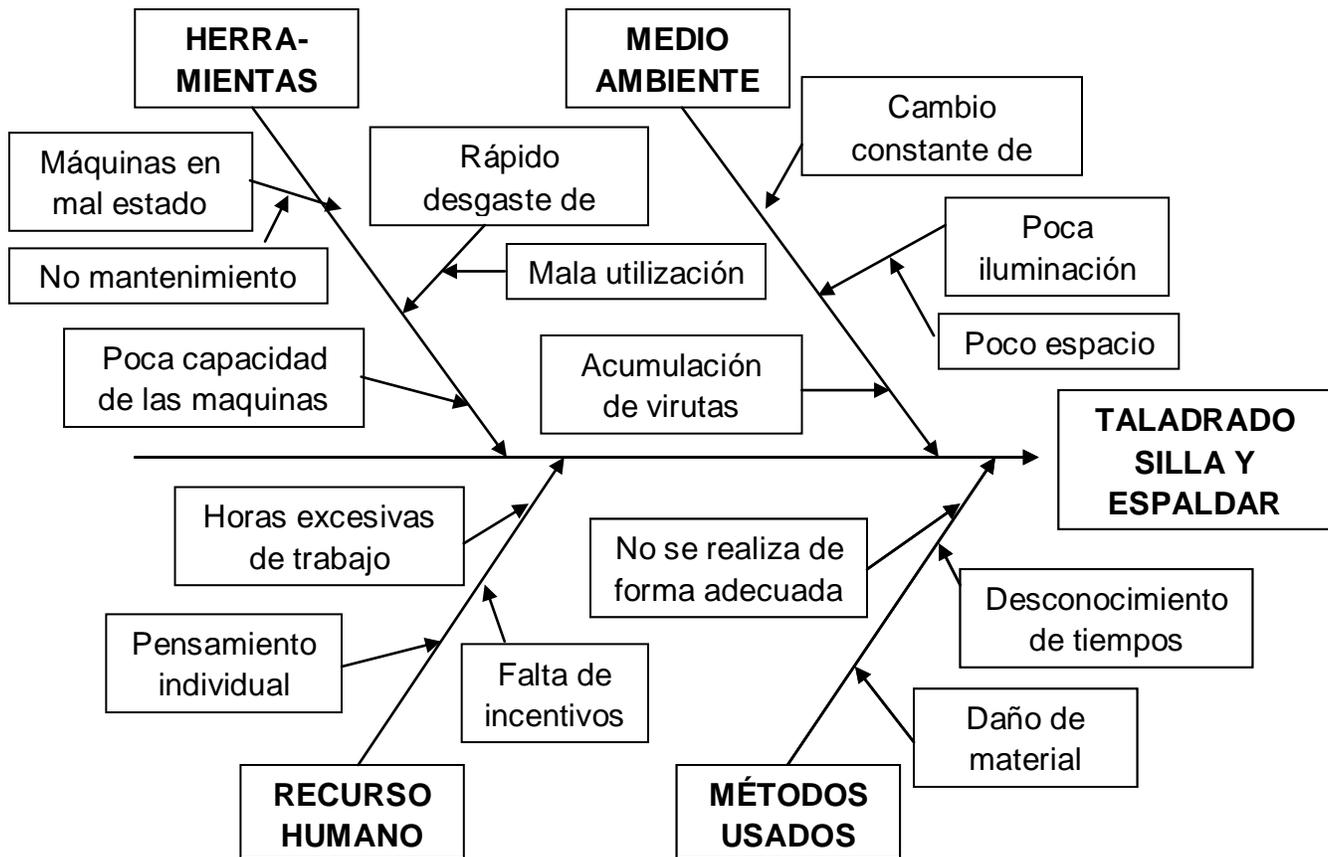


Fuente. Autores

El diagrama anterior de causa efecto refleja las causas por las cuales se está generando una demora en el ajuste de la silla y el espaldar de madera con el soporte metálico del asiento estudiantil. De acuerdo a este se infiere que una de las principales causas es el material pues las piezas deben estar bien elaboradas para realizar la operación de encajado y posterior fijación tanto del asiento como

del espaldar, al no contar con producto en proceso de buena calidad o con las mismas características cada uno, al operario le toma largo tiempo mientras encuentra una pieza que se adecue a la estructura o mientras modifica las existentes para que encajen al molde de metal. Lo que genera la mayor pérdida de tiempo dentro de este sub proceso de remachado, igualmente se genera un desperdicio de material al no conocer la mejor forma para adecuar la silla, lo que incrementa no solo pérdidas de tiempo sino también de dinero y la aparición de movimientos innecesarios.

GRAFICO 8.
DIAGRAMA CAUSA EFECTO DEL TALADRADO DE SILLA Y ESPALDAR



Fuente. Autores

El anterior diagrama causa efecto refleja las causas por las cuales se está generando una demora en la actividad de taladrado tanto de la silla como del

espaldar, y de acuerdo al gráfico de tiempos y procesos de la unidad anterior se determinó que el proceso de taladrado es una decisión, pues es labor de los operarios decidir que herramienta usar en el taladrado y en qué punto realizar el orificio para insertar los remaches, de acuerdo al diagrama causa efecto la causa posible es debido a las herramientas utilizadas ya que en muchas ocasiones se encuentran en mal estado dañando la producción de las sillas o en otras se ha presentado que no funcionan y deben ser reemplazadas o enviadas a mantenimiento correctivo, lo que retrasa la producción. Igualmente esto genera inconformidad por parte de los operarios y con ello la disminución de concentración y enfoque en la actividad realizada.

6.3. PROPUESTAS DE MEJORA

A fin de generar las propuestas de mejora a las variables de no conformidad de la actividad de remachado, encontradas en el punto anterior: adecuación del puesto de trabajo, ajuste de asiento y espaldar y el taladrado de asiento y espaldar; se plantea un gráfico solución a partir del cual se describen el problema actual con su respectiva acción de mejora, el tiempo que se tarda en desarrollar la actividad actualmente y el tiempo estimado que tardaría si se llevan a cabo las correcciones, la relación entre estos factores establece el tiempo óptimo.

Es de recordar que tanto los métodos como los tiempos de los procesos críticos son optimizados y con ello la empresa reflejara mejoras en producción, calidad y economía. Los tiempos proyectados en la siguiente tabla muestran la toma de muestras adquirida en la empresa, directamente del proceso de remachado. El tiempo actual; refleja el tiempo promedio de las muestras adquiridas y antes dichas en tabla 1. Diagrama de flujo de procesos, específicamente a los procesos en cuestión que presentan las demoras. Posteriormente se encuentra el tiempo proyectado el cual se adquirió llevando a cabo dentro del proceso de remachado una prueba piloto, esta prueba contempla el funcionamiento del proceso de remachado con uno de los operarios y con las propuestas de mejora puestas en funcionamiento a fin de evaluar su funcionalidad y rendimiento dentro del proceso. Finalmente se encuentra el tiempo optimizado el cual permite identificar la eficiencia del sistema y refleja el tiempo ahorrado luego de poner en marcha las mejoras. Todos los datos antes dichos se encuentran dados en minutos.

**TABLA 2.
DIAGRAMA DE PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES**

VARIABLE	EFECTO	SOLUCIÓN	TIEMPO ACTUAL (MINUTOS)	TIEMPO PROYECTADO (MINUTOS)	TIEMPO OPTIMIZADO (MINUTOS)
Adecuación del puesto de trabajo	La problemática principal son los métodos utilizados. Por pérdida de tiempo en desplazamientos; acumulación de residuos; largas horas de trabajo y posturas inadecuadas.	Redistribución de la planta a fin de eliminar demoras por desplazamiento. Espacio de trabajo amplio e iluminado. Pausas activas y programadas.	1,41	0,40	1,01
Ajuste de espaldar y silla.	La problemática principal es el material. Porque existe producto en proceso de mala calidad, maderas defectuosas y metales débiles; desperdicio de material.	Estándares establecidos de calidad y línea de producción de PP en serie. Control de calidad en el proceso anterior y organización de materiales en proceso para mejor agarre y utilización.	9,74	4,30	5,44
Taladrado de silla y espaldar	La problemática principal son las herramientas. Porque se encuentran en mal estado; no funcionan y deben ser reemplazadas o enviadas a mantenimiento correctivo.	Mantenimiento preventivo, semestral, sustitución de maquinaria en mal estado y capacitación del personal para mejores prácticas y manejo adecuado de herramientas	10,74	5,40	5,34

Fuente. Autores

7. PRESUPUESTO

TABLA 3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
CONCEPTO	COSTO
RECURSO HUMANO	
salario ingeniera 1	\$ 2.500.000
salario ingeniera 2	\$ 2.500.000
RECURSO TECNOLÓGICO	
Computador portátil (2 und.)	\$ 3.000.000
Cámara fotográfica (2 und.)	\$ 800.000
Cronómetro (2 und.)	\$ 60.000
acceso a internet	\$ 60.000
OTROS	
impresiones	\$ 100.000
transporte	\$ 300.000
papelería	\$ 100.000
servicios públicos	\$ 150.000
TOTAL	\$ 9.570.000

Fuente. Autores

8. CRONOGRAMA

TABLA 4. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN														
ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS	RESPONSABLE	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12
Definición de proyecto	Información relacionada con la empresa adquirida de la fuente	Equipo de Investigación	■											
cronograma del proyecto	Word, Excel, tiempo limite de entrega	Equipo de Investigación		■										
análisis de la problemática actual. Toma de muestras.	observación del proceso y entrevistas con empleados	Equipo de Investigación			■	■								
alcance y justificación del proyecto de investigación	análisis de documentos históricos y actuales, Word	Equipo de Investigación			■	■								
creación del documento soporte de investigación	Word, Excel, red internet, libros manuscritos y más	Equipo de Investigación			■	■	■	■	■	■				
planteamiento de marco teórico y marco conceptual .	Word, Excel, red internet, libros manuscritos y más	Equipo de Investigación					■	■						
resultados obtenidos y propuestas de mejora.	Word, Excel, red internet, libros manuscritos y más	Equipo de Investigación						■	■	■				
propuesta escrita, entrega preliminar	computador e impresora	Equipo de Investigación									■			
correcciones y sugerencias aplicadas al proyecto	manuscrito	asesor del proyecto										■	■	
impresión del libro de acuerdo a normas Icontec	manuscrito	Equipo de Investigación											■	
presentación final y sustentación a jurado calificador	computador , video beam y manuscrito	Equipo de Investigación y jurado calificador												■

Fuente. Autores

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM Everett; EVERT Ronald. Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento; México; 1991; Pág. 329-330.
- ANTONIO CASTRO Jesús. Tiempo, movimiento y trabajo. En: Revista Virtual Pro. No. 79 (agosto de 2008); Pág. 20.
- APUNTES DE CLASE de Jenifer R. y Claudia R., Autoras del proyecto, Bogotá, 2013.
- ARARAT ARRECHEA Alejandra. Estudio de métodos y tiempos en el proceso productivo de la línea de camisas interior de makila CTA. Para mejorar la productividad de la empresa. Santiago de Cali; 2010. Trabajo de grado (ingeniero industrial); universidad Autónoma de Occidente; facultad de ingeniería; departamento de operaciones y sistemas.
- ENTREVISTA con Gabriel González, Gerente General de la Empresa Didácticos Pizacryl, Bogotá, 2012.
- FERNANDEZ RIOS Manuel. Eficacia organizacional: concepto desarrollo y evaluación; Madrid; 1997; Pág. 40 – 45
- GRAHAM B. S. Jr. Economía de movimiento: un esquema mental. En: The Ben Graham Corporation. No. 88 (Abril, 2010); Pág. 8-10
- HAY Eduard J. Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja; Bogotá; 2002; Pág. 2-4
- MEYERS Fred E. Estudio de tiempos y movimientos para manufactura ágil; México; 2002; Pág. 18-19, 79-80.
- MOYASEVICH B. Iván Dimitrie. Historia de la ingeniería Industrial: el origen y la visión. En: Revista Virtual Pro. No. 79 (Agosto, 2008); Pág. 4
- PALACIOS SANTOS Luz Amparo. Métodos y algoritmos de diseño de ingeniería; Antioquia; 2005; Pág. 189

- RALPH, Barnes Jr. El movimiento y el tiempo de estudio: diseño y medición del trabajo; Wiley, 1980; Pág. 88 - 209
- USATE PACHECO Elkin Javier. Estudio de métodos y tiempos en la plata de producción de la empresa metales y derivados S.A. Medellín; 2007. Trabajo de grado (ingeniero industrial); universidad nacional de Colombia; facultad de minas.
- VAUGHN. Richard C. introducción a la ingeniería industrial; Barcelona; 1998; Pág. 388-389

CIBERGRAFÍA

- Anónimo, Ingeniería de métodos; “Evolución histórica de la ingeniería de métodos”; disponible en: http://ingenieriametodos.blogspot.com/2009_08_01_archive.html
- Anónimo, Mis Algoritmos; “aprenda a crear diagramas de flujo”, (en línea); disponible en: <http://mis-algoritmos.com/aprenda-a-crear-diagramas-de-flujo>
- Fernández-Ríos Manuel, Sánchez José C.; Editorial Díaz de Santos; eficacia organizacional, concepto, desarrollo y evaluación; primera edición; 1997; página 64-67; disponible en: http://books.google.com.co/books?id=d3z_i6znsFUC&printsec=frontcover&dq=eficacia+organizacional&hl=es&sa=X&ei=Kxi6UM-LNYXa8wSQ3oBQ&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=eficacia%20organizacional&f=false
- Fredy Alfonso Durán; premio Universidad de Guayaquil; Ingeniería de métodos: técnicas para el manejo eficiente de recursos; 2007; pagina 3-4; disponible en: <http://www.hospitalunivarsitario.med.ec/textos/INGENIER%C3%8DA%20DE%20M%C3%89TODOS.pdf>
- González Juan Carlos; “la verdad sobre eficiencia, eficacia y efectividad”, (en línea); disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/veref/veref.shtml>
- Jiménez, Jeannette; “productividad”, (en línea); disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>
- Martínez Marta; “justo a tiempo”, (en línea); disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos6/juti/juti.shtml>
- Rodríguez, Ana Sofía; “estudio de tiempos y movimientos, medición del trabajo estudio de movimientos”, (en línea); disponible en: <http://ingenieriadetrabajo042010.wikispaces.com/file/view/Estudio+de+Movimientos.pdf>
- Salazar López, Bryan Antonio; “estudio de tiempos”, (en línea); disponible en: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Salazar López, Bryan Antonio; “ingeniería de métodos”, (en línea); disponible en: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>

- Vaughn Richard C.; Editorial reverté S.A.; Introducción a la Ingeniería Industrial; segunda edición; 1988; página 388-392; disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=udFwMwT4xDMC&printsec=frontcover&dq=introduccion+ala+ingenieria+industrial&hl=es&sa=X&ei=kRe6UM3iFpCO8wSN44DwBw&ved=0CDYQ6AEwAA>