



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autor:**

Hidalgo Zagal Jefferson Fernando

**Tutor:**

Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán

**Latacunga – Ecuador**

**2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Hidalgo Zagal Jefferson Fernando**, con número de cédula **172678459-6**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”**, siendo el Ing. M.Sc. Cristian Xavier Espín Beltrán, tutor del presente trabajo investigativo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

---

Hidalgo Zagal Jefferson Fernando

C.C. 172678459-6

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”**, de Hidalgo Zagal Jefferson Fernando, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, enero de 2023.

---

Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán

C.C. 050226936-8

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Hidalgo Zagal Jefferson Fernando, con el título de Proyecto de titulación: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 10 febrero del 2023.

Para constancia firman:

Atentamente,

---

**Lector 1 (presidente)**

MSc. Raúl Andrango Guayasamín

C.C. 171752625-3

---

**Lector 2**

Ing. Jaime Acurio Masabanda

C.C. 050257424-7

---

**Lector 3**

MSc. Cristian Eugenio Pilliza

C.C. 172372747-3

## **AGRADECIMIENTO**

*Primero, un agradecimiento especial y profundo a Dios y a mi Virgencita del Quinche por cada una de las bendiciones otorgadas, a mi familia por ser el apoyo, sabiduría y fuerza necesaria para seguir de pie en esta larga travesía de la vida educativa, por brindarme la ayuda que se les fue posible, por los consejos y palabras de aliento para nunca desfallecer en el camino y perseguir este sueño hasta hacerlo realidad.*

*Agradecer a los ingenieros por su paciencia, ayuda desinteresada y conocimientos impartidos día a día en esta hermosa carrera, a las personas que me ayudaron a empezar este sueño y también agradecerle de manera muy especial a mi novia (mi Titi) por ayudarme a mantenerlo, por enseñarme que los sueños con un poquito más de esfuerzo y motivación se pueden cumplir.*

*Me agradezco a mí, porque a pesar de las dificultades y adversidades que se me presentaron en la vida, nunca fue una opción rendirse y fui capaz de día a día ir formando una persona capaz de alcanzar el éxito y obtener un título en la mejor carrera Ingeniería Industrial.*

*GRACIAS A TODOS.....!!!!*

**Jefferson Hidalgo Zagal**

## **DEDICATORIA**

***“Siempre vive el presente, deja ir el pasado y que te sorprenda el futuro”***

*Dedico este logro a mi Virgencita chiquita del Quinche quien día a día me dio la sabiduría para terminar mis estudios y a mi familia que han sido los pilares y piezas fundamentales en mi formación y éxito, los que han velado por mí y han dado su vida por verme crecer, esto es poco para lo que ellos se merecen más.*

*Esto va dedicado al esfuerzo, empeño, desvelos, necesidades, soledad, angustia y lágrimas que he derramado en todo el proceso, así también a mi novia (mi Titi), quien reconstruyo los sueños, quien fue el motor y motivo para ser una mejor persona, un gran profesional y terminar soñando en GRANDE.*

***Jefferson Hidalgo Zagal***

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1. INTRODUCCIÓN: .....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	3
1.2 EL PROBLEMA:.....	3
1.2.1 Planteamiento del problema: .....	3
1.2.2 Formulación del problema:.....	4
1.3 BENEFICIARIOS: .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN: .....	5
1.5 HIPÓTESIS .....	6
1.5.1 Variables: .....	6
1.6 OBJETIVOS .....	7
1.6.1 General: .....	7
1.6.2 Específicos: .....	7

1.7 SISTEMA DE TAREAS .....	8
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
2.1 ANTECEDENTES .....	9
2.2 ESTUDIO DEL ARTE .....	11
2.2.1 Ingeniería de métodos .....	11
2.2.2 Tiempos y Movimientos .....	12
2.2.3 Identificación de procesos .....	22
2.2.4 GENERAL SEWING DATA (GSD).....	26
2.2.5 Importancia de analizar los tiempos y métodos de producción.....	29
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA: .....	32
3.1 METODOLOGÍA .....	32
3.1.1 Proceso de soldadura (ensamblaje) en la línea de producción de cajas fuertes en la empresa SURIMAX.....	32
3.1.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.1.3 DIAGRAMA DE PROCESOS .....	35
3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	35
3.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADO DEL OBJETIVO 1: .....	36
3.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADO DEL OBJETIVO 2: .....	42
3.2.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OBJETIVO 3:.....	59
4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	73
4.1 CONCLUSIONES .....	73
4.2 RECOMENDACIONES.....	74
5. BIBLIOGRAFÍA.....	75
6. ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b>	Beneficiarios Directos e Indirectos .....	5
<b>Tabla 2.2</b>	VARIABLES de estudio. ....	6
<b>Tabla 2.3</b>	Actividades a realizar, técnicas e instrumentos usados y resultados esperados. ....	8
<b>Tabla 4.1</b>	Tabla de cronometraje del proceso de soldadura de puertas. ....	43
<b>Tabla 4.2</b>	Tiempos suplementarios.....	44
<b>Tabla 4.3</b>	Tabla de tiempos promedio del proceso de soldadura de puertas. ....	44
<b>Tabla 4.4</b>	Tabla de la desviación estándar más alta.....	47
<b>Tabla 4.5</b>	Tabla del tiempo observado.....	50
<b>Tabla 4.6</b>	Tabla de la valoración del ritmo de trabajo. ....	52
<b>Tabla 4.7</b>	Tabla del tiempo normal.....	53
<b>Tabla 4.8</b>	Tabla de suplementos. ....	54
<b>Tabla 4.9</b>	Tabla del tiempo total o ESTANDAR de los procesos. ....	56
<b>Tabla 4.10</b>	Tabla del formato utilizado en el estudio. ....	61
<b>Tabla 4.11</b>	Actividades que afectan los elementos del KPI “EEJ” .....	64
<b>Tabla 4.12</b>	Causas y observaciones de las actividades .....	65
<b>Tabla 4.13</b>	Diagrama de decisiones de acción en relación al objetivo .....	66
<b>Tabla 4.14</b>	Propuesta de tiempos en el diagrama de flujo. ....	67
<b>Tabla 4.15</b>	Propuesta de mejora-actividades eliminadas y redistribuidas .....	68
<b>Tabla 4.16</b>	Determinación del elemento TPOP .....	69
<b>Tabla 4.17</b>	Determinación del elemento TROP.....	70
<b>Tabla 4.18</b>	Aplicación de los diagramas de procesos .....	71
<b>Tabla 4.19</b>	Tabla de comparación de la mejora en los resultados .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> Sistema Westinghouse .....	17
<b>Figura 3.2</b> Tabla de suplementos.....	19
<b>Figura 3.3</b> Tabla de ciclos de General Electric .....	21
<b>Figura 3.4</b> Optimización, estudio de tiempos y movimientos.....	25
<b>Figura 3.5</b> Diseño Layout.....	26
<b>Figura 3.6</b> Estructura GSD .....	27
<b>Figura 3.7</b> Planificación .....	28
<b>Figura 4.1</b> Identificación de actividades de la puerta.....	37
<b>Figura 4.2</b> Identificación de actividades de los laterales.....	38
<b>Figura 4.3</b> Identificación de actividades de la espalda.....	39
<b>Figura 4.4</b> Identificación de actividades de la base.....	40
<b>Figura 4.5</b> Identificación de actividades de la tapa.....	41
<b>Figura 4.9</b> Diagrama de Ishikawa [28].....	60
<b>Figura 4.10</b> Área de ensamble 1 soldadura.....	62
<b>Figura 4.11</b> Puerta de la caja fuerte ensamblada.....	63



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”

**Autor:** Hidalgo Zagal Jefferson Fernando

#### RESUMEN

El presente proyecto de investigación fue desarrollado en la empresa SURIMAX principal fabricante de cajas fuertes a nivel nacional; tiene como objetivo principal realizar el estudio de los tiempos de las líneas de producción de cada uno de los componentes que conforman una caja fuerte, para la optimización de la producción diaria. Esta empresa que fabrica y comercializa cajas fuertes no cuenta con un sistema específico de producción o datos que permita controlar, medir y estandarizar sus procesos, por falta de documentación se han creado muchos problemas, de ahí que la empresa desea conocer el proceso actual y el tiempo que se utiliza en las líneas de producción ya que se desconoce la cantidad de recursos necesarios en cada proceso. El proyecto tiene como finalidad mitigar y corregir los problemas presentados en las líneas de producción dentro del área de soldadura a través de un estudio de tiempos y movimientos, realizado con cada una de las muestras tomadas, análisis de datos y la obtención de información, llevándolo a cabo dentro de la empresa generando diagramas de procesos, diagramas de flujo, análisis de diagramas, para posteriormente analizar y tabular toda la información y conocer el estado actual de cada línea de producción, para encontrar los tiempos de inactividad, cuellos de botella, movimiento innecesario, uso inapropiado de maquinaria y de los operadores. Mediante el desarrollo del trabajo investigativo se logró establecer un tiempo estándar, en cada actividad de las líneas de producción de puertas dentro del área de soldadura, ayudando a la generación de matrices, utilizadas en el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos, procesos productivos que dan como resultado una asignación ineficiente de las áreas de trabajo, de las cuales se realizó una propuesta con enfoca en el mejoramiento de los procesos, la coordinación entre actividades de cada línea de producción reduciendo el tiempo total de los mismos, creando un aumento en la productividad.

**Palabras claves:** estudio de tiempos, productividad, tiempo estándar, diagramas de flujo, redistribución.



## COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

### FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE:** "STUDY OF TIMES AND MOVEMENTS IN THE PRODUCTION AREA TO IMPROVE THE PRODUCTION PROCESSES OF THE SURIMAX COMPANY"

**Author:** Hidalgo Zagal Jefferson Fernando

#### ABSTRACT

The present project was developed in the company SURIMAX, the main manufacturer of strongboxes to national level; its main objective is to carry out the study of the times of the production lines of each one of the components that form a strongbox for the optimization of dairy production. This company that manufactures and sells strongboxes doesn't have a specific production or data system that allows to control, measure and standardize its processes, due to lack of documentation many problems have been created, hence the company wants to know the current process and the time used in the production lines because the amount of resources needed in each process is unknown. The purpose of the project is to mitigate and correct the problems presented in the production lines within the welding area through a study of times and movements, carried out with each of the samples taken, data analysis and information obtaining, taking it carried out within the company generating process diagrams, flowcharts, diagram analysis, to later analyze and tabulate all the information and know the current status of each production line to find inactivity times, bottlenecks, unnecessary movement, inappropriate use of machinery and operators. Through the development of the investigative work, it was possible to establish a standard time, in each activity of the door production lines within the welding area, helping the generation of matrices, used in the development of the study of times and movements, production processes, that give as result an inefficient allocation of work areas, of which a proposal was made focused on improving processes and redistributing areas, coordination between activities of each production line, reducing their total time, creating an increase in productivity of which a proposal was made focused on the improvement of processes, the coordination between activities of each production line, reducing their total time, creating an increase in productivity.

**Keywords:** times of study, productivity, standard time, flowcharts, redistribution.



## INFORMACIÓN GENERAL

**TÍTULO:** “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SURIMAX”

### TIPO DE PROYECTO:

<b>Propuesta tecnológica</b>	
<b>Proyecto de investigación</b>	X

**Fecha de inicio:** 20 de octubre del 2022

**Fecha de finalización:** 23 de febrero del 2023.

**Lugar de ejecución:** “SURIMAX Cia. Ltda.” – Quito.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial.

**Proyecto de investigación vinculado:** No aplica.

**Equipo de Trabajo:**

### TUTOR:

- Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán

### INTEGRANTE:

- Hidalgo Zagal Jefferson Fernando



### **Área de Conocimiento:**

**07.** Ingeniería, Industria y Construcción / **072.** Fabricación y Procesos / **0723.** Textiles (ropa, calzado y cuero)

### **Línea de investigación:**

Procesos industriales, esta línea estará enfocada en promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socio económico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona.

### **Sub-líneas de investigación de la Carrera:**

- Producción para el Desarrollo Sostenible.



## **1. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

El estudio de los tiempos y movimientos ayudará a conocer la productividad de las actividades en cada línea de trabajo, así como de los operarios de cada área, incluyendo un análisis del uso del espacio con el fin de mitigar posibles pérdidas en la producción y aumentar o mejorar la productividad de la empresa.

La empresa “SURIMAX” está ubicada en la ciudad de Quito en el sector de Alangasi la cual se dedica a la fabricación de cajas fuertes. En donde la empresa fabrica las diferentes cajas fuertes de consumo nacional e internacional, sin embargo, en el proceso de fabricación se ha encontrado un producto en especial que requiere un análisis de estudio de tiempos y movimientos ya que esta línea es la más demandante.

El presente proyecto investigativo tiene como objetivo principal obtener el tiempo real de la producción de cajas fuertes mediante el “Estudio de tiempos y movimientos.” el cual utilizando métodos analíticos permitirá identificar el inicio y fin de los procesos de producción más demandantes, a través de la obtención de los tiempos y movimientos actuales, diagramas de flujos de procesos permitirá analizar la situación actual de la empresa mediante la metodología de estudio de tiempos y movimientos. Este estudio se realizará con el fin de obtener tiempos reales empleados en la producción que permitirán establecer una planificación adecuada y control óptimo en el proceso de fabricación de su producto, optimizando la producción y mejorando la calidad de este. La investigación beneficiará a la empresa “SURIMAX” mediante el aprovechamiento adecuado de los recursos materiales, para que el producto terminado sea más competitivo y contribuya al bienestar general de la empresa.

### **1.2 EL PROBLEMA:**

#### **1.2.1 Planteamiento del problema:**

La empresa SURIMAX se dedica a la fabricación y producción de cajas fuertes, el problema de la empresa es que no cuenta con antecedentes de producción ya que inicialmente el proceso productivo se desarrolló de manera manual, posteriormente se implementó maquinaria periódicamente



generando un método de producción artesanal e industrial a la vez, por lo cual no existe estandarización en la línea de producción.

Al no contar con una estandarización de los procesos se genera pérdidas como: tiempos muertos, cuellos de botella, movimientos innecesarios del operador o maquinaria, no se puede conocer la productividad de los trabajadores y la tasa de producción, por lo tanto, la situación problemática se enfoca en la necesidad de realizar un estudio de tiempos y movimientos para las líneas de producción de los diferentes componentes que forman parte de la caja fuerte con el fin de optimizar los recursos, operaciones innecesarias y mejorar los procesos productivos.

¿Cómo el estudio de tiempos y movimientos ayudará a determinar los procesos en el área de soldadura, el uso y pérdida de tiempo en los procesos productivos de la empresa “SURIMAX”?

En el área de soldadura se realiza la mayor parte del ensamblaje de las cajas fuertes, empezando por la producción de las partes principales como: la puerta, dos laterales, base y tapa de las mismas, siendo cada operario los encargados de distribuir las piezas en las áreas por actividad y orden de producción, resultando en una pérdida de tiempo, siendo un inconveniente en la especificación exacta de los tiempos empleados en la ejecución de cada actividad por la demora que incurre esto en las subactividades que se presentan en cada línea de producción, concentrado inicialmente desde el área de corte y doblado hasta el punto de descarga y producción de cada sitio de trabajo.

### **1.2.2 Formulación del problema:**

La empresa SURIMAX está dedicada a la fabricación de cajas fuertes, sin embargo en su afán de mejora continua desean estandarizar sus procesos y no cuentan con ningún documento que valide la información de sus procesos productivos esto imposibilita determinar la cantidad de recursos físicos, actividades y el tiempo empleado para el sistema productivo dentro de las líneas de fabricación, el propósito principal de este trabajo investigativo dentro de la empresa es determinar el tiempo estándar o real que existe actualmente en los procesos.

### **1.3 BENEFICIARIOS:**

Los beneficiarios del Proyecto se pueden representar entre directos e indirectos, como se presenta en la tabla 2.1:



**Tabla 2.1** Beneficiarios Directos e Indirectos

		<b>Interés</b>	
		BAJA	ALTA
<b>Poder</b>	ALTA	<p><b>SATISFACER</b></p> <p>Clientes fijos</p> <p>Compradores potenciales</p>	<p><b>INVOLUCRAR</b></p> <p>Jefe de producción</p> <p>Diseñador</p> <p>Administrativo</p>
	BAJA	<p><b>MONITORIZAR</b></p> <p>Bodega</p> <p>Diseñador</p>	<p><b>REPORTAR</b></p> <p>Gerente General</p> <p>Jefe de producción</p>

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN:**

Dentro de la empresa SURIMAX no existe documentación o formatos que permitan el control adecuado de la información dentro de una línea de producción y la determinación de los principales estándares de tiempo empleados en el estudio de los tiempos y movimientos ya que se busca optimizar todos los recursos para una producción eficiente, detectar operaciones que están causando retrasos en la producción que impliquen agilizar y mejorar la eficiencia de cada proceso para producir los elementos que componen una caja fuerte, en la línea de ensamble de las puertas para las mismas y con esto obtener las bases para una investigación similar y aplicada en muchas empresas con resultados visiblemente favorables.



Es de sumo interés conocer el tiempo que se emplea en cada una de las actividades de la producción de puertas para las cajas fuertes con el fin de determinar el ritmo de trabajo que se le puede exigir a un operario para obtener un adecuado desempeño de sus labores, así como el tiempo real de fabricación con una correcta organización y sobre todo con la mejor calidad en cada uno de los procesos productivos.

El beneficiario directo de este proyecto es la empresa y empleados, al mejorar los procesos productivos se reduce el nivel de riesgo de los mismos, además de aumentar la productividad generando utilidades en la empresa, el impacto esperado es modificar la cultura organizacional para optimizar la competitividad y el capital a través de la investigación de tiempos y movimientos, permitiendo la estandarización de los tiempos que deben ser tomados para la ejecución de las diferentes actividades o tareas que se necesitan para el proceso productivo de ensamble de una puerta.

## 1.5 HIPÓTESIS

La aplicación de la ingeniería de métodos optimizará los tiempos de los procesos productivos de la empresa SURIMAX

### 1.5.1 Variables:

**Tabla 2.2** Variables de estudio.

<b>Dependiente:</b>	Optimización de tiempo
<b>Independiente:</b>	Estudio de métodos



## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 General:**

Optimizar el proceso productivo de cajas fuertes mediante el estudio de tiempos y movimientos para estandarizar las actividades de producción.

### **1.6.2 Específicos:**

- Analizar el estado actual de la empresa identificando las actividades que intervienen en el área de soldadura mediante un diagrama de flujo de procesos.
- Realizar el estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de puertas en el área de soldadura para su estandarización.
- Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de soldadura de puertas en base al estudio de tiempos y movimientos para incrementar la producción.



## 1.7 SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 2.3** Actividades a realizar, técnicas e instrumentos usados y resultados esperados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS
<p>Analizar el estado actual de la empresa identificando las actividades que intervienen en el área de soldadura mediante un diagrama de flujo de procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de las actividades del proceso de soldadura.</li> <li>• Levantamiento de información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las actividades del área de producción.</li> <li>• Diagrama de flujo de procesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de flujo de procesos.</li> <li>• Investigación bibliográfica</li> </ul>
<p>Realizar el estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de puertas en el área de soldadura para su estandarización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de tiempos productivos del proceso de ensamblaje de puertas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento del tiempo empleado en cada una de las actividades del proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de Tiempos</li> </ul>
<p>Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de soldadura de puertas en base al estudio de tiempos y movimientos para incrementar la producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarización de los tiempos productivos de la soldadura de puertas.</li> <li>• Cálculo de productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo estándar de producción.</li> <li>• Indicadores de productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de stakeholders.</li> <li>• KPI</li> </ul>

**Elaborado por:** integrante del grupo



## 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES

En el presente trabajo investigativo se utilizará información referente al estudio de tiempos y movimientos, indicadores del proceso productivo, secuencias y recopilación de información útil para el análisis completo del proceso de producción, así como determinar el tiempo que lleva el realizar una actividad dentro del proceso productivo del área de soldadura, llevando el registro de datos reales para determinar los tiempos estándares de producción, mediante el cual se encontrara demoras, cuellos de botella o determinadas áreas en donde existan actividades innecesarias que no generen valor agregado al proceso de producción.

Después de una investigación y aplicación del método estudio de tiempos y movimientos, se aplica la tabla de verificación para constatar los resultados de producción. El informe de producción muestra cómo aumenta la producción a medida que los operadores se familiarizan con sus nuevas tareas asignadas. Aplicar técnicas que agilicen y simplifiquen el trabajo puede aumentar la eficiencia y la productividad. En este sentido, la reducción de los tiempos del ciclo de trabajo solo se puede lograr mitigando o eliminando los pasos que no agregan valor al proceso. La capacidad del proceso se estableció en 96 estudios de desplazamiento de tiempo pareados diarios, lo que representa el 96,78%, se logró después de 18 días hábiles y, por lo tanto, continuó durante los días siguientes. [1]

Para el desarrollo humano se requieren esfuerzos continuos y adaptación a nuevas condiciones, técnicas y actividades cambiantes. Por lo tanto, la productividad de una empresa no puede verse como una medida de productividad o la capacidad de producción, sino como la medida de integración de los procesos y utilización de los recursos para llegar a los resultados deseados. Luego de determinar las variables que existen dentro del área, el siguiente paso será estandarizar y mantener un ritmo de trabajo adecuado para que la empresa pueda dar respuesta en el futuro. [2]

En el proyecto de investigación desarrollado por Luis Miguel Chaluisa sobre el tema “Estudio de tiempos y movimientos en el área de confección para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Impactex”, en función a la investigación se identificó los tiempos estándar para las ocupaciones de producción dentro del proceso productivo y un nuevo tiempo estándar que se propuso utilizando los instrumentos de análisis del trabajo. Además, se valoró la capacidad



productiva en la línea de ensamble del producto, donde se manifiesta como opción la redistribución de la línea de producción para eliminar movimientos y operaciones que generan valor agregado al producto, aumentando así la producción. [3]

“Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel”, el autor Klever Antonio Jijón pretende crear un método de trabajo eficiente para diferentes procesos de fabricación de calzado utilizando diagramas de flujo y mapas de ruta, en los que analiza la viabilidad económica y el funcionamiento de la propuesta de distribución en planta elimina por completo el transporte y movimiento de materiales innecesarios y reduce las distancias. entre estaciones de trabajo, lo que resulta en un flujo de proceso óptimo y costos operativos reducidos. [4]

Todos los detalles del ejercicio se registran en una hoja de análisis de tiempo. Este formato proporciona una forma de capturar toda la información básica sobre el método de análisis, los instrumentos utilizados, etc. La operación a analizar se identifica por información como nombre y número del operador, especificación y número de trabajo, nombre y número de la máquina, herramientas utilizadas, departamento donde se está realizando la actividad y las condiciones.

Instrucciones para el proceso del estudio de tiempos:

- Interactuar durante el período de estudio con todos los trabajadores que estarán involucrados en el proyecto de investigación.
- Los analistas de investigación deben estar familiarizados con el proceso y cualquier detalle que pueda estar involucrado.
- El investigador necesita encontrar un método adecuado para realizar la investigación en función de las necesidades existentes.
- El jefe de producción debe asegurarse de que todos los recursos y equipos necesarios estén en su lugar para realizar la investigación; seleccionar entre el mejor operador y uno promedio para hacer que la toma de tiempos sea más eficiente.



## **2.2 ESTUDIO DEL ARTE**

### **2.2.1 Ingeniería de métodos**

Según nos manifiesta Neibel la ingeniería de métodos contempla el diseño, la creación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de fabricación para producir un producto según las especificaciones establecidas, que se refiere principalmente a una técnica para incrementar la capacidad de producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción analizada en dos diferentes puntos en el proceso de fabricación del producto; Inicialmente, el responsable del diseño y desarrollo de los distintos centros de trabajo donde se fabricaría el producto estaba a cargo del ingeniero especialista de métodos. En segunda instancia, debe realizar una investigación continua de producción para encontrar mejores formas de producir productos y mejorar la calidad del mismo. [5]

#### **2.2.1.1 Objetivos y beneficios de la aplicación del Estudio de Métodos**

Los objetivos principales de la Ingeniería de Métodos son aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes para mayor número de personas. La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año. [6]

Beneficios del estudio de la Ingeniería de Métodos son:

- Minimizan el tiempo para la realización de actividades.
- Mantienen y minimizan los recursos especificando los materiales directos e indirectos necesarios para la producción de bienes o servicios.
- Proporcionan un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Aumenta la SSO de todos los empleados.
- Realizan la producción considerando cada vez más la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- Aplican un programa de administración según un alto nivel humano.



### 2.2.1.2 División de la ingeniería de métodos

Según Niebel plantea que la ingeniería de métodos está comprendida por dos subdivisiones o ramas importantes:

**Medición de trabajo:** es la aplicación de técnicas para determinar el contenido del trabajo de cada actividad, determinando el tiempo que un trabajador especializado en el trabajo invierte en su desempeño, de acuerdo con un estándar de trabajo preestablecido. Una parte complementaria del tema es que según Salazar el estudio de trabajo o la medición de este, considerándolo como la evaluación sistemática de los métodos utilizados para llevar a cabo las actividades con el interés de optimizar el uso eficiente de los recursos y determinar estándares de desempeño en relación con las actividades ya ejecutadas. [6]

**Estudio de métodos:** es el registro de análisis y examen crítico sistemático de los métodos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar métodos más sencillos y eficaces. [7]

### 2.2.2 Tiempos y Movimientos

Según Niebel en Europa en el año 1760 se iniciaron los estudios de tiempos, fue Jean Rodolphe Perronet, ingeniero francés, quién inicio esta práctica a través de observaciones realizadas en una industria de alfileres, obteniendo tiempos estándares de producción; seguido en 1830 el inglés Charles Babbage extendió el estudio realizado por Perronet [7] . Fue en 1881 que Frederick Taylor inicia en América el estudio de tiempos, (Filadelfia, Estados Unidos), propuso la planeación de las tareas de cada una de las personas que laboraban en las empresas; dicha planeación incluía el detalle escrito de su tarea, los medios a utilizar y el tiempo estándar en el cuál debería realizar su tarea; también propuso que el tiempo estándar asignado fuera obtenido a través de observaciones realizadas a un operador calificado, quién luego de recibir instrucciones fuera capaz de trabajar con regularidad [8]

#### 2.2.2.1 Estudio de Tiempos

Estos métodos son comúnmente utilizados en las empresas porque incluyen la información necesaria para comprender el tiempo requerido para realizar actividades predeterminadas, lo cual



es fundamental para que la industria y las personas comprendan el tiempo de producción. Los recursos se utilizarán de manera eficiente [8]

Para crear una relación hombre-máquina, debe tener tecnologías y habilidades ventajosas. Una vez que se ha establecido un método adecuado, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto cae dentro del alcance de esta tarea. También incluye el deber de asegurar el cumplimiento de normas o estándares predeterminados y de asegurar que los empleados sean justa y adecuadamente compensados por su desempeño. [8]

Los estudios de tiempo se realizan para determinar con la mayor precisión posible cuánto tiempo le toma a una persona realizar una actividad. Hay muchas formas de hacer esto, el método más antiguo y popular para estudiar el tiempo es el que requiere el uso de un cronómetro; los observadores capacitados registran las lecturas del cronómetro en base a formularios especialmente preparados. Los cálculos basados en estos registros de tiempo determinan las horas de trabajo normales. Los estudios de tiempo pueden ser realizados por ingenieros industriales utilizando equipos muy simples. Ciertamente es posible estudiar el tiempo con un reloj, una hoja de papel y un lápiz; sin embargo, el uso de elementos individuales contribuye a la precisión de la hora y asegura el registro de la información que es absolutamente necesaria para la defensa y el mantenimiento de la hora normal. [9]

#### **2.2.2.1.1 Etapas del estudio de tiempos**

Salazar [10] menciona que se deberían considerar las etapas de estudios de tiempos que son:

- Recopilar y registrar toda la información sobre las funciones y condiciones del operador que puedan afectar el desempeño del trabajo.
- Registrar una descripción completa del método, desglosando la operación en elementos.
- Revisar la descripción para verificar que se utilizaron los mejores métodos de trabajo.
- Medir el tiempo con un instrumento apropiado y registrar el tiempo que el operador ha invertido en realizar cada elemento de la operación.
- Simultáneamente con la medición, determinar la velocidad de trabajo del operador en base a la correlación con su ritmo normal de trabajo. • Convierta el tiempo de observación o medición en tiempo normal o de referencia.



- Especificar el resto de extras a añadir al tiempo normal o base de la actividad.
- Definir tiempo típico o estándar de la actividad.

#### **2.2.2.1.2 Hay dos métodos básicos de estudio de tiempos, continuo y reinicio [11]:**

1. **En los métodos continuos**, se permite que el cronómetro funcione durante la duración de la investigación; en este caso, se revisan los datos al final de cada elemento mientras están en movimiento las manecillas, en cambio en un temporizador electrónico, se puede especificar un valor fijo.
2. **En método reinicio a cero**, el cronómetro se revisa a medida que se completa cada actividad y se restablece inmediatamente, el cronómetro comienza desde cero cuando comienza la siguiente actividad. Las muestras tomadas se las verifican directamente del cronómetro al final de la entrada y se reinicia, y así continuamente durante todo el proceso.

#### **2.2.2.2 Estudio de movimientos**

Según Cruelles el estudio de métodos también es conocida como investigación del método de tareas, es el estudio continuo de las actividades, tipos, materiales y herramientas utilizadas que componen una actividad. [12]

La investigación metodológica divide la tarea en partes razonables de acción. De esta forma, se puede entender mejor cómo se realiza la tarea, y de esta manera, se puede unificar un único método de operación para todos los involucrados en su ejecución. Además, es un punto de partida para mejorarlo, aunque el hecho de que describa cómo hacerlo es una mejora en sí misma, quizás la más importante. Los estudios de movimiento se pueden aplicar de dos maneras, a saber, estudios de movimiento visual y estudios de micro movimientos. El primero se usa con más frecuencia debido a su simplicidad y menor costo, el segundo es posible solo cuando se analizan tareas muy activas con alta duración y tasa de repetición.

#### **2.2.2.3 Proceso para el estudio de Tiempos y Movimientos**

Para cumplimiento del estudio de tiempos y movimientos en cualquier área, es esencial reconocer las técnicas del estudio de movimientos ya que posee una operación sistemática que contribuye a la producción del expediente esencial del estudio. El personal que realizará la toma de movimientos



se encontrará eventualmente con situaciones que distan de ser ideales para la operación de mejora continua.

Tras analizar los resultados de la recopilación de tiempos y movimientos, se decide que no apoyan el despliegue del algoritmo; por lo tanto, se debe retomar y diseñar una nueva solución que beneficie a la organización mejorando la producción y disminuyendo los recursos. [13]

#### **2.2.2.3.1 Actividades para el estudio de tiempo**

Dentro del estudio de tiempos existen varias fases, e implementando lo planteado por García en su libro se obtienen los siguientes pasos a seguir [14]:

**Preparación:** es esencial para empezar a hacer un estudio de tiempos, es importante saber primero por qué procesos pasa el producto en estudio y cuáles se deben mejorar. Es muy importante elegir un trabajador que tenga las habilidades necesarias y los conocimientos suficientes para llevar a cabo las operaciones. Una vez realizadas estas operaciones, procedemos a elegir el método con el que trabajaremos.

**Ejecución:** Una vez decidido el método que se va a utilizar, es importante documentar las actividades que se va a estudiar; a continuación, se descompone la actividad en elementos, que se miden o calculan en tiempo para cada tarea mediante una herramienta llamada cronómetro.

#### **2.2.2.3.2 Medición de tiempo con el Cronómetro**

Para G. Z. A. Gomez Gomez Alexis el estudio con cronómetro es el método más común empleado para medir el tiempo que se lleva una tarea. Se emplea para determinar el tiempo que necesita un operador promedio, trabajando a un ritmo normal en la ejecución de una tarea determinada el fin del estudio, es la determinación del tiempo normal que se tarda en hacer una tarea, expresado en minutos por pieza. [15]

Al realizar la toma del tiempo se requiere que el operador que realice una tarea específica y en situaciones normales, existen varios tipos de cronómetros: [16]

- Retroceso a cero



- Método continuo
- Tres relojes
- Digital

### **2.2.2.3.3 Tipos de cronometraje:**

Cada uno de los tipos de cronometraje depende de la actividad o del proceso que se está evaluando y que realice el operario, porque estos se basan en ciclos largos y cortos.

Existen dos procedimientos principales de cronometraje:

- Cronometraje acumulativo: El reloj funciona en modo intermitente durante todo el estudio; se pone en marcha al comienzo de cada elemento del primer ciclo y no se detiene hasta el final del estudio. El final de cada elemento se registró a la hora marcada por un cronómetro, y el tiempo de cada elemento se obtuvo realizando las correspondientes restas tras el final del estudio. Con este proceso, nos aseguramos de registrar todo el tiempo de trabajo observado. [15]
- Cronometraje con vuelta a cero: El cronometraje se realiza directamente al final de cada elemento, el segundero se pone a cero y se reinicia inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente sin que el mecanismo del reloj se detenga momentáneamente. También se registra el tiempo total de todos los elementos y otras actividades registradas, más el tiempo improductivo, más el tiempo de puntuación, que constituye el tiempo registrado. [15]

De toda esta lista de tipos de cronómetros los principales para el estudio a realizar son:

- Un reloj digital, por su exactitud. Un ejemplo de este es el reloj de computadora o celular.
- Cronometraje de vuelta a cero, ya que muestra los tiempos de forma directa, y al concluir un proceso, regresa a cero, para retomar el siguiente registro.

En este caso se ha de utilizar un cronómetro de vuelta a cero, ya que al realizar las mediciones es más fácil comparar a primera vista las demoras.



### 2.2.2.3.4 Valoración:

Saber qué es la valoración y cómo aplicarla correctamente es fundamental para la realización del estudio. Según Niebel, B y Freivalds, la evaluación del desempeño es importante porque es una herramienta que se puede utilizar para mejorar el desempeño del trabajo, que va a medir el tiempo dedicado a una tarea específica estando en condiciones óptimas y monitoreando los niveles de productividad. Existen determinados sistemas para realizar valoraciones, siendo el más conocido el sistema Westinghouse, que se utiliza en la aplicación del estudio. [17]

Sistema Westinghouse: [17] Este sistema de evaluación considera cuatro factores al momento de evaluar el desempeño de un empleado: habilidad, esfuerzo y condiciones de trabajo como se observa en la figura (3.1).

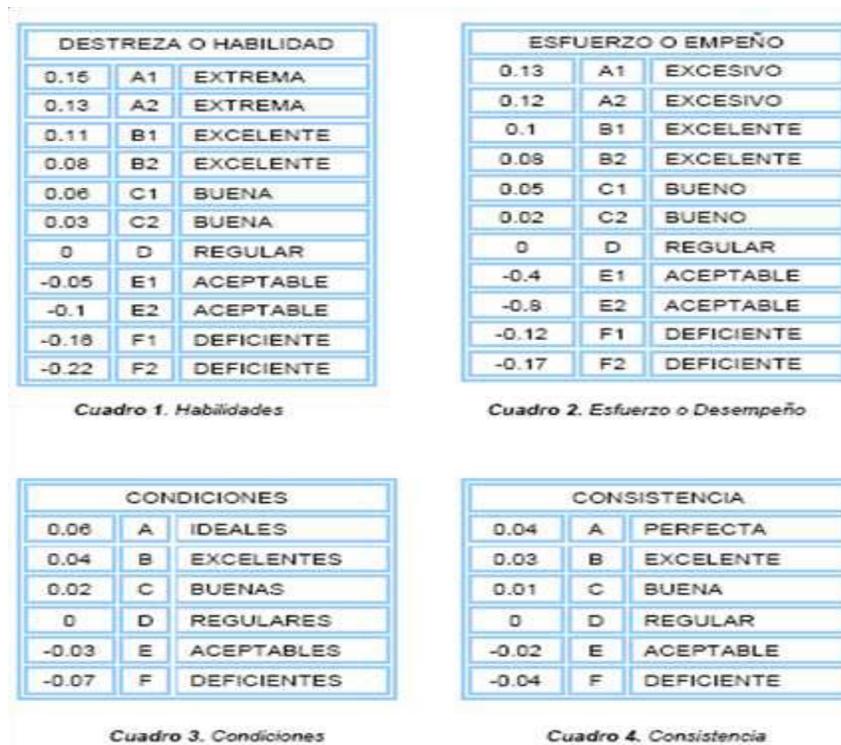


Figura 3.1 Sistema Westinghouse [17]

Tiempo normal o básico: para entender mejor este tema, tomemos la definición del autor Kanawaty, G., donde el tiempo normal representa el tiempo básico de ejecución de una tarea, con el operario trabajando a velocidad 100% (tipo ritmo), como se muestra en la siguiente ecuación (3.1) [18]:



### Ecuación 1 Tiempo normal o básico

$$\text{Tiempo básico o normal} = \text{tiempo observado} * \frac{\text{valor atribuido}}{\text{valor tipo}} \quad (3.1)$$

Según García los suplementos no son más que el tiempo que se le da a un operador para compensar las demoras en completar una tarea. Los complementos se clasifican en tres tipos, en función de su actividad como se observa en la figura (3.2). [14]

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



**Figura 3.2** Tabla de suplementos [6]

Meyers, F. y Stephens, M. define que el tiempo estándar es el tiempo requerido para producir un objeto en una planta de fabricación bajo las siguientes condiciones [16]:

- valor atribuido tipo de valor
- Operador calificado
- Fabricación estándar
- Operador calificado

Niebel, B y Freivalds [17] El tiempo estándar está representado por la ecuación 2.

**Ecuación 2** Tiempo Estándar

$$T_E = T_N(1 + K) \quad (3.2)$$

TN = Tiempo normal o básico

K= Suplementos

Esto significa que el tiempo estándar no es más que el porcentaje total de suplementos o tolerancias que contiene la jornada. Según Escalante, A. y González, J., el tiempo estándar es el tiempo que tarda un trabajador experimentado en trabajar a velocidades o tolerancias de funcionamiento normales para producir un producto o suministrarlo, además de prestar servicios en el lugar de trabajo en condiciones determinadas por un plan predeterminado o normas de rendimiento. [19]

El tiempo estándar ayuda de manera eficiente a la productividad, por lo que es una herramienta fundamental de la empresa. [19]. El criterio del tiempo es uno de los datos más importantes, ya que determina no solo el número de personas y máquinas necesarias, sino también el coste y la eficiencia del trabajo de los trabajadores, tal y como analiza Meyers F. [20]. La aplicación de este equipo en las empresas maximiza el tiempo improductivo, reduciendo así los costos, mejorando el rendimiento y la calidad del producto.



## 2.2.2.4 Importancia del Tiempo Estándar

### 2.2.2.4.1 Técnicas para el estudio de Tiempos y Movimientos

Se aplican diversas técnicas en el proceso de estudio, incluido el muestreo del trabajo, para cronometrar los diversos procesos. García define el muestreo de trabajo como una técnica de análisis cuantitativo en los estudios de tiempo de trabajo o actividad humana, de máquina o de estado observable de trabajo. [14]

### 2.2.2.4.2 Muestreo de Trabajo

Esta técnica es muy popular de análisis cuantitativo del tiempo en función del trabajador, la máquina o cualquier actividad observable. Estas observaciones se realizan simultáneamente y tiene ventajas sobre otros métodos porque es fácil y no requiere mucho tiempo. [21]

### 2.2.2.4.3 Cálculo del número de observaciones

Para realizar el cálculo de observaciones hay varios métodos, sin embargo, los de mayor utilidad por su baja complejidad son los siguientes: Según Heizer, J y Render, B. [22], es importante el calcular el número de observaciones por tres aspectos:

- Precisión del  $\pm 5\%$  de aceptación en el estudio.
- Nivel de confianza que varía entre 95% al 99% de aceptabilidad.
- Las diferentes variaciones en los elementos de las actividades.

Se realiza el cálculo pertinente con una base de datos como se muestra en la ecuación 3:

#### Ecuación 3 Número de observaciones

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (3.3)$$

$n$  = tamaño de la muestra

$x$  = media de la muestra previa

$\Sigma x$  = sumatoria de las medias



También se puede obtener el número de ciclos a cronometrar basándonos en la tabla de General Electric como se observa en la figura (3.3).

<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>Número de ciclos a cronometrar (recomendados)</b>
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

**Figura 3.3** Tabla de ciclos de General Electric [6]

Esta tabla lo ayudará a decidir qué puntos de tiempo y ciclos de tiempo se deben recopilar al estudiar el tiempo y el movimiento de una actividad ya que se puede aplicar a cualquier empresa que lo necesite.

Una vez obtenido el número de observaciones, podemos utilizar la fórmula anterior para confirmar que la eficiencia de muestreo es del 95%.

García manifestó que la investigación del ejercicio tiene el propósito de reducir o eliminar los movimientos ineficientes, agrupados en tres principios esenciales: aplicación y uso del cuerpo humano, arreglo del área de trabajo, diseño de herramientas y equipos. [14]



### **2.2.2.5 Proceso para el estudio de movimientos**

En cuanto al estudio de los movimientos, se trata de dividir el trabajo en actividades más simples y estos elementos pueden estudiarse por separado y en relación entre sí, que son utilizados para rediseñar la distribución en el pesto de producción, la división de elementos en diferentes grupos, qué realiza el trabajo, qué aspectos retrasan el trabajo, la eliminación de operaciones innecesarias. [21]

#### **2.2.2.5.1 Movimientos Eficientes o Efectivos**

Consideraciones para el estudio de movimientos:

##### **Movimientos físicos o musculares**

- Alcanzar
- Mover
- Soltar
- Pre colocar en posición

##### **Movimiento objetivo o concreta**

- Usar
- Ensamblar
- Desensamblar

### **2.2.3 Identificación de procesos**

#### **2.2.3.1 Administración de gestión de procesos**

La gestión de procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección corporativa a definir, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y crear de manera más eficiente los procesos de una organización para ganarse la confianza de sus clientes. La estrategia de la organización brinda los detalles necesarios en el marco de una amplia participación de todos los miembros, con una lista especial en marcha como facilitador. Uno de los principales objetivos de la gestión de procesos es



mejorar la productividad de una organización. La productividad considera la eficiencia y crea valor agregado para los clientes. [23]

## **Proceso**

También puede expresarse como un conjunto de actividades, interacciones y recursos con un objetivo común: convertir entradas en salidas que satisfagan a los clientes. Es importante recordar que los resultados al final de cada proceso son muy importantes, antes de fijarse en los resultados al final del proceso de fabricación. [23]

## **Calificación del desempeño**

Catillo nos dice que, para hacer el estudio de este método tenemos que fijarnos en la parte más importante de este análisis que es el rendimiento diario del trabajador, ya que esto permite recoger en tiempo real el tiempo y movimiento de los trabajadores durante el desarrollo de algunas actividades que realizan de forma habitual y diaria. Además, para evaluar el rendimiento del operario hay que valorar cuidadosamente factores como la velocidad, la destreza, los movimientos incorrectos, el ritmo, la coordinación, la eficiencia y otros aspectos, según la tarea que se esté estudiando. [13]

### **2.2.3.2 Diagrama de operaciones**

Para Castillo, debe ser utilizado los diagramas para el estudio del método tiempos y movimientos, colocando en la tabla por la secuencia cronológica de las operaciones y comprobaciones realizadas en la línea de producción, así como la entrada de materias primas y materiales utilizados en el proceso de fabricación del producto. Al crear el gráfico, se utiliza la simbología correcta y el tiempo analizado en cada proceso para obtener el tiempo estándar de cada actividad. [13]

### **2.2.3.3 Diagrama de flujo de procesos**

Según L. Palacios un diagrama de flujo de procesos es un plano del área de trabajo donde se indica la trayectoria seguida por el objeto o actividad que se estudia, acompañado de los símbolos de análisis de procesos de la ASME, colocados sobre el plano, para indicar lo que sucede al objeto o actividad a su paso por el proceso. Este diagrama es particularmente útil porque proporciona una



vista global compacta y general de un proceso en existencia o propuesto. Es un auxiliar valioso en el trabajo de distribución de la planta. Su elaboración familiariza rápida y efectivamente al ingeniero con el proceso completo y el lugar donde se desarrolla cada actividad.

#### **2.2.3.4 Producción**

Según González Montserrat, producción se puede utilizar de muchas formas sentido. Si se refiere a la producción de riqueza material que necesita la sociedad, es decir, bienes de consumo definidos por la producción en el sentido más amplio, incluidos: Un conjunto de funciones que una empresa u organización necesita para llevar a cabo sus actividades. el socioeconómico, sea una empresa manufacturera o no, transformar servicios, materiales y/o recursos en productos/servicios. [24]

#### **2.2.3.5 Productividad**

Para Heizer, J y Render, B. la productividad es el resultado de dividir la producción y uno o más insumos [22], teniendo en cuenta el concepto en el libro de García [14], afirma que este es importante lograr la productividad interna con el fin de alcanzar objetivos predeterminados en el negocio.

#### **2.2.3.6 Optimización de la producción**

Optimizar la producción es esencial para que las empresas sean más productivas y funcionen de forma más eficaz y eficiente. Se debe tener en cuenta que, en las empresas, las fábricas operan con frecuencia, realizando sus actividades diarias sin analizar los acontecimientos del día a día, lo que reduce su eficiencia. Detecte estas prácticas y prácticas ineficientes y reduzca o elimine el tiempo de inactividad implementando nuevas herramientas de optimización de procesos que reducen los recursos y aumentan la capacidad de producción. [25]

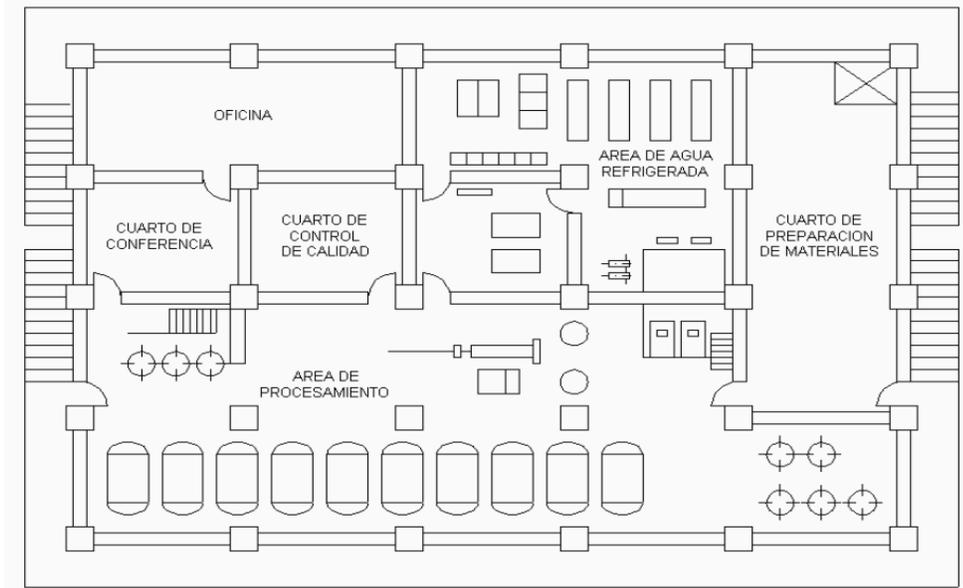
El propósito de la optimización de procesos es reducir o eliminar el tiempo perdido, optimizar recursos, eliminar costos innecesarios, evitar obstáculos y errores y lograr metas u objetivos de producción. Además, necesitan realizar análisis de estudio de tiempos y movimientos para detectar cuellos de botella y tiempos muertos en sus líneas de producción, y no solo no se dan cuenta de que no es suficiente, sino que tampoco saben cómo llegar allí. sobre la corrección de errores como se observa en la figura (3.4). [26]



**Figura 3.4** Optimización, estudio de tiempos y movimientos [25]

### **2.2.3.7 Diseño de LAYOUT**

Kanawayt menciona que, para distribuir diferentes dispositivos en la celda de una empresa, es necesario definir el diseño de acuerdo con el flujo de materiales y actividades. La distribución de la fábrica es fundamental para el diseño de distribución, ya que optimiza los espacios ocupados por las máquinas y organiza los recorridos de personas y productos como se observa en la figura (3.5). [18]



**Figura 3.5** Diseño Layout

**Fuente:** Arrizabala Consulting 4.0 Agile

#### **2.2.4 GENERAL SEWING DATA (GSD)**

Según la investigación de Delsol, las suposiciones hechas por Taylor y los Gilbreth llevaron a entender que este último desarrolló el General Sewing Data, o GSD, fue en los años ochenta del siglo pasado, diseñado para la industria de la confección. [27]

El método GSD hace referencia a:

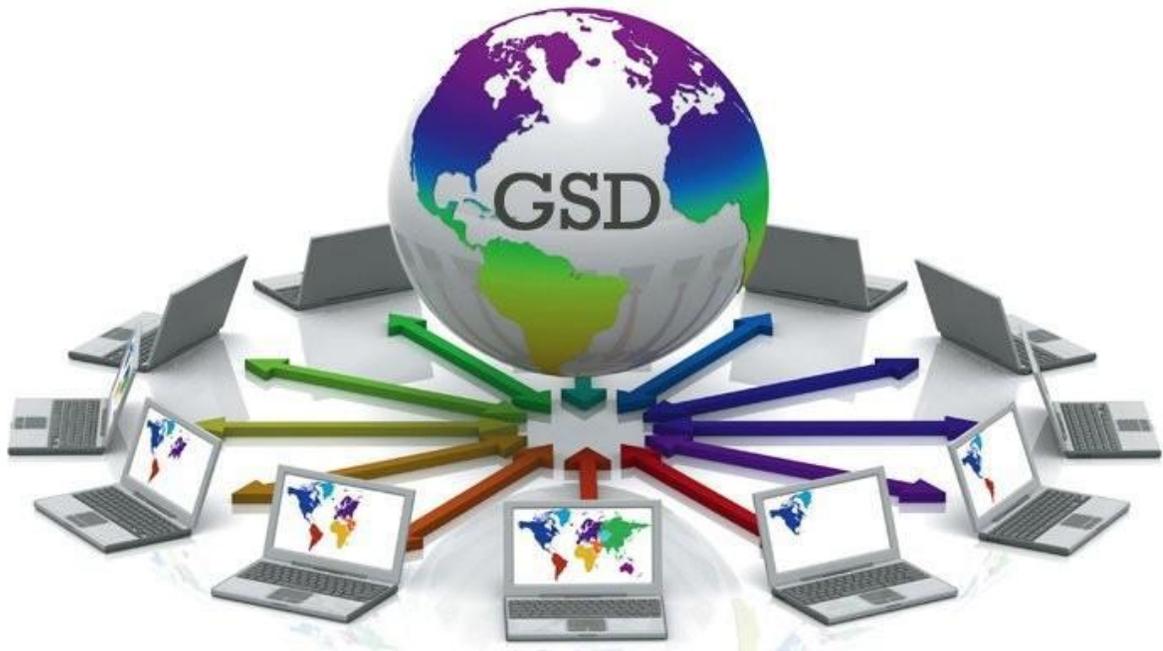
- El uso del cuerpo humano.
- Las condiciones y disposición del lugar de trabajo.
- Las herramientas y equipos con que se cuenta.

Además, se realiza una clasificación de los movimientos de la siguiente manera:

- De naturaleza física
- De naturaleza Objetiva o concreta.
- Mentales o semimetales
- Retardos y dilaciones



Este método de estudio también es adaptable a todos los sectores de la industria ya que se adapta a diferentes estaciones de trabajo y volúmenes de producción, se asignan códigos a cada operación y se distribuyen con un tiempo promedio estándar para cada una. Como nota al margen, se tienen en cuenta otros factores como la dificultad y la necesidad de movimiento o tipo de este como se observa en la figura (3.6). [27]



**Figura 3.6** Estructura GSD [27]

#### **2.2.4.1 Planificación y seguimiento de la producción**

Conocimiento en tiempo real del proceso productivo, pudiendo realizar la planificación de cada actividad, lo que nos permitirá corregir imprevistos, ajustar los recursos necesarios para cumplir los plazos de producción.

La planificación de la producción le dice cuántos materiales necesita y, lo que es más importante, cuándo los necesita, cuándo y a tiempo en cada proceso, lo que reduce en gran medida el tiempo de inactividad. Además, una vez realizada la planificación, hay que comprobar si se ha completado, controlar la producción y reajustar el tiempo en el plan hasta que coincida lo mejor posible con la realidad como se observa en la figura (3.7).



**Figura 3.7** Planificación [28]

Según Harrington Emerson, fue la persona especializada en la administración que ayudó a Taylor a la aplicación del “Taylorismo” en la cadena de producción: [26]

- Elabore un plan objetivo y claramente definido que se ajuste a los ideales de la empresa.
- Utilizar el sentido común por encima de todo.
- Trabaje para perfeccionar la orientación y el seguimiento.
- Mantener la disciplina en todas las etapas.
- Apreciar la honradez y la justicia social en el trabajo. Recopilar los registros con precisión y rapidez.
- Fijar una remuneración acorde con el trabajo.
- Establecer normas de normalización para todas las funciones.
- Establecer normas de normalización para las operaciones en general.
- Fijar directrices e instrucciones específicas.
- Establecer incentivos para fomentar un mejor rendimiento.



### 2.2.5 Importancia de analizar los tiempos y métodos de producción

Es importante analizar el tiempo y los métodos de producción en una empresa para optimizar todos los recursos, ya que es el primer paso para mejorar el proceso de producción. Si no conoce el tiempo estándar necesario para cada proceso, no podrá planificar la producción ni calcular con precisión los plazos de entrega para satisfacer las necesidades y deseos de sus clientes potenciales. De hecho, ni siquiera podrá calcular con precisión los costes de producción o los plazos de entrega. [25]

Para optimizar la producción de forma industrial, es necesario realizar estudios de tiempos para descubrir procesos lentos o ineficaces que deben priorizarse y abordarse. La investigación permite identificar los tiempos muertos que pueden eliminarse o reducirse, ya que no añaden valor a la cadena de producción, sino que sólo ralentizan el proceso de producción; a continuación, para realizar estudios relacionados con el tiempo y el movimiento en la producción, es aconsejable dividir el proceso en actividades o tareas, como la búsqueda y selección de materiales, el transporte de materiales de un lugar a otro, pueden clasificarse y ajustarse en función de las necesidades de producción. [25]

La línea principal de la investigación es realizar varias mediciones del trabajo de distintos operarios durante cada periodo laboral, para tener una idea general de los procesos que pueden mejorarse para optimizar la producción y mejorar así el lugar de trabajo de todos los empleados para evitar enfermedades de larga duración. [25]



**Figura 3.8** Optimización de la producción [25]



### **2.2.5.1 Seguimiento y control de la producción**

Para optimizar los recursos en la empresa es muy necesario el seguimiento del proceso productivo para detectar las carencias y tener que subsanarlas para acercar el plazo de entrega a la realidad. Definidos los valores y criterios adecuados, tendrá que establecer un sistema de control de la producción para garantizar la cantidad correcta de pedidos y la entrega a tiempo, lo que redundará en la satisfacción del cliente. [25]

Para un buen seguimiento y control del proceso de producción, también ayudará a identificar posibles defectos o áreas de potencial para la mejora continua. De hecho, es una buena idea revisar continuamente los procesos de producción teniendo en cuenta sus líneas clave para confirmar las mejoras deseadas y que la producción se mantiene en línea. Para concluir, no se debe ignorar el factor humano porque es tan importante contar con empleados motivados, competentes y comprometidos como disponer de una tecnología de producción óptima para mejorar la productividad. [25]

### **2.2.5.2 Pasos para la mejora del proceso de producción:**

- **Identificar**

Para comenzar, es importante definir qué es importante para la optimización de procesos para su negocio. Al analizar el tiempo y el movimiento en el proceso de producción de su empresa, debe saber cuánto cuesta o causa la insatisfacción del cliente, incluso el estrés laboral. [26]

Ahora tenga en cuenta las siguientes preguntas sobre este proceso, para identificar la columna vertebral del proceso, los factores inmutables e identificar los cuellos de botella que se presentan: [26]

- ¿Cuál es el objetivo final de este proceso?
- ¿Cuál debe ser el resultado?
- ¿Dónde empieza y dónde acaba el proceso?
- ¿Qué actividades forman parte del proceso y lo impulsan?
- ¿Qué departamentos y funcionarios participan?



- ¿Qué información fluye entre las fases del proceso?

- **Repensar**

En este paso es necesario recoger la información obtenida en el análisis del método como es tiempos y movimientos de un área de acuerdo a las actividades, objetos de investigación y formas de mejorar el proceso de producción, es el momento de mapear cada actividad con preguntas acerca de cómo se realiza el proceso, cómo suceden, como parte del proceso de optimización. [26]

Es importante tener una visión micro y macro, además de analizar cada detalle, desde la forma de redactar el correo electrónico hasta la percepción de lo que se supone que hay que hacer en el proceso de producción. [26]

- **Monitorear**

Al dar nuevas actividades en el proceso productivo para optimizar los recursos a lo largo del proceso, es necesario controlar y monitorear cada actividad involucrada en la cadena productiva de un producto. [26]

Después de existir un proceso de automatización, inevitablemente tiene que encontrar nuevas áreas de mejora y obstáculos que superar. Se necesita definir, analizar procesos, implementar y automatizar procesos, para lograr una satisfacción completa de los clientes, felicidad y estabilidad de los trabajadores, aumento de las ventas y disminución de los residuos, incluso a niveles excesivos. [26]



### **3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA:**

#### **3.1 METODOLOGÍA**

##### **3.1.1 Proceso de soldadura (ensamblaje) en la línea de producción de cajas fuertes en la empresa SURIMAX**

La situación actual del área de soldadura incluyendo cada una de sus líneas de producción es la parte específica del estudio en este trabajo investigativo. El tiempo que será tomado de observación ayudara a reconocer los tiempos reales que son empleados en la fabricación de cajas fuertes, ya una vez obtenido los tiempos se procede a registrar con los instrumentos necesarios.

##### **3.1.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

Para el siguiente trabajo investigativo, se emplearon distintos enfoques, técnicas, modalidades y métodos que según la página oficial de Pearson 2021, nos ayudara al análisis y resolución de cada uno de los objetivos los cuales detallan a continuación:

##### **Método deductivo**

Mediante la ley causa y efecto generado en el problema de investigación, se pueden argumentar conclusiones razonables simplemente observando las consecuencias producidas hasta el momento en la línea de soldadura de las puertas debido al desconocimiento del tiempo y movimiento necesario que realiza el operador.

Además, para poder realizar el estudio de tiempos y aplicación de este método, los materiales y herramientas utilizados son:

- Matriz de estudio.
- Celular o cronómetro digital.
- Esfero y lápiz.



## **Método inductivo**

A lo largo del presente trabajo investigativo, con la toma del tiempo y movimiento del operario en las actividades requeridas para llevar a cabo la producción, se determinarán los diversos problemas que existen en el proceso.

Además, las herramientas utilizadas para realizar el método inductivo son:

- Diagrama de Ishikawa

## **Método analítico**

Mediante el análisis del problema se ha obtenido conocimiento sobre el tiempo y movimiento del proceso productivo en la empresa SURIMAX investigando todas las teorías necesarias para este proyecto, así en base a esto se realiza el marco teórico además de las debidas preguntas para obtener conclusiones agregadas sobre el tema.

Además, las herramientas utilizadas para cumplir con el método analítico son:

- Observación directa
- Entrevista al propietario.

## **Modalidades de Investigación**

Para el presente trabajo investigativo se consideró utilizar dos modalidades de estudio en el análisis de tiempos y movimientos como:

### **Investigación de Campo**

El trabajo de campo nos ayuda a recolectar información directamente de la empresa realizando el levantamiento de información correspondiente a los procesos de la línea de producción enfocado en el área de soldadura con la finalidad de obtener los datos reales de la producción de la empresa SURIMAX. Esto permite realizar un análisis desde la recepción de la materia prima hasta la obtención de cada una de sus partes para el ensamble y el paso a las diferentes áreas de acabo del producto para determinar si al momento de cada proceso existen cuellos de botella y discrepancias



que conlleven a una pérdida de recursos, como primer paso para determinar el área o proceso de mejora.

### **Estudio Bibliográfico**

El estudio bibliográfico nos ayuda a profundizar en el tema de la investigación, para tener una perspectiva más clara de los procesos de la línea de producción ayudando a describir, familiarizarse con la empresa, revisar documentos históricos, realizar investigaciones y conducir correctamente la resolución de problemas, observando y estandarizando el tiempo para mejorar los niveles de producción en cualquier proceso productivo.

### **Técnicas de Investigación**

La técnica utilizada en el proyecto investigativo es:

#### **Observación**

El método de observación científica nos ayudara junto a un instrumento previamente planteado a llevar un registro ordenado de los datos con la finalidad de determinar el tiempo empleado o utilizado en cada proceso productivo, mediante la percepción visual, así determinado la causa de acciones que producen retrasos en la línea.

#### **Instrumentos de Investigación**

Este instrumento de observación ayudara a la recolección de información:

#### **Tablas de Observación**

Esta tabla de observación se encuentra compilada en una hoja de Excel en la cual se describen las actividades requeridas para registrar el tiempo empleado en cada proceso productivo, donde luego de ser analizado se toma el tiempo con un cronómetro, el cual se refleja en la toma de datos en la hoja de Excel, donde primero se realiza la evaluación que determina la velocidad de trabajo. Para este proceso se toman 5 ciclos máximo de observación (en minutos).



### **3.1.3 DIAGRAMA DE PROCESOS**

El siguiente diagrama ayudara a plasmar la línea del proceso productivo de las cajas fuertes de manera clara:

#### **Diagrama de Flujo**

El diagrama de flujo nos permite analizar la secuencia ordenada de los procesos de trabajo desde el inicio hasta el final de las actividades en el área de soldadura y en las líneas de producción de los componentes de una caja fuerte. Por lo tanto, la simbología se utiliza en relación con el diagrama de flujo, se entrelaza con las líneas de punta de flecha que realzan la dirección del proceso. La simbología circular representa operaciones realizadas, los cuadrados son inspecciones, mientras que los cuadrados y círculos combinados representan las distintas operaciones con inspección o verificación realizadas en las líneas de producción. En los siguientes anexos se encontrarán los diagramas de flujo de las líneas de producción de las cajas fuertes, específicamente centrada en el área de soldadura.

### **3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Este trabajo de investigación detalla los análisis y resultados de los objetivos propuestos en un orden cronológico especificado, cumpliendo así sus respectivos resultados.

Para definir el proceso de soldadura, se examinan todas las operaciones, procesos, tiempos, movimientos y manipulación de materiales necesarios para realizar el proceso en el área definida y finalmente la obtención de sus componentes.

Para ello, la empresa SURIMAX ha observado directamente la ejecución de cada una de sus actividades ejecutadas en el área de soldadura.



### **3.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADO DEL OBJETIVO 1:**

**Objetivo 1:** Analizar el estado actual de la empresa identificando las actividades que intervienen en el área de soldadura mediante un diagrama de flujo de procesos.

Dentro de la empresa SURIMAX se realizó una investigación y análisis del área de soldadura, exactamente del proceso producción de cada componente de la caja fuerte hasta su ingreso al área de horno para lograr el cumplimiento del primer objetivo planteado. Esta primera parte de la investigación nos permitió obtener varios resultados.

### **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS**

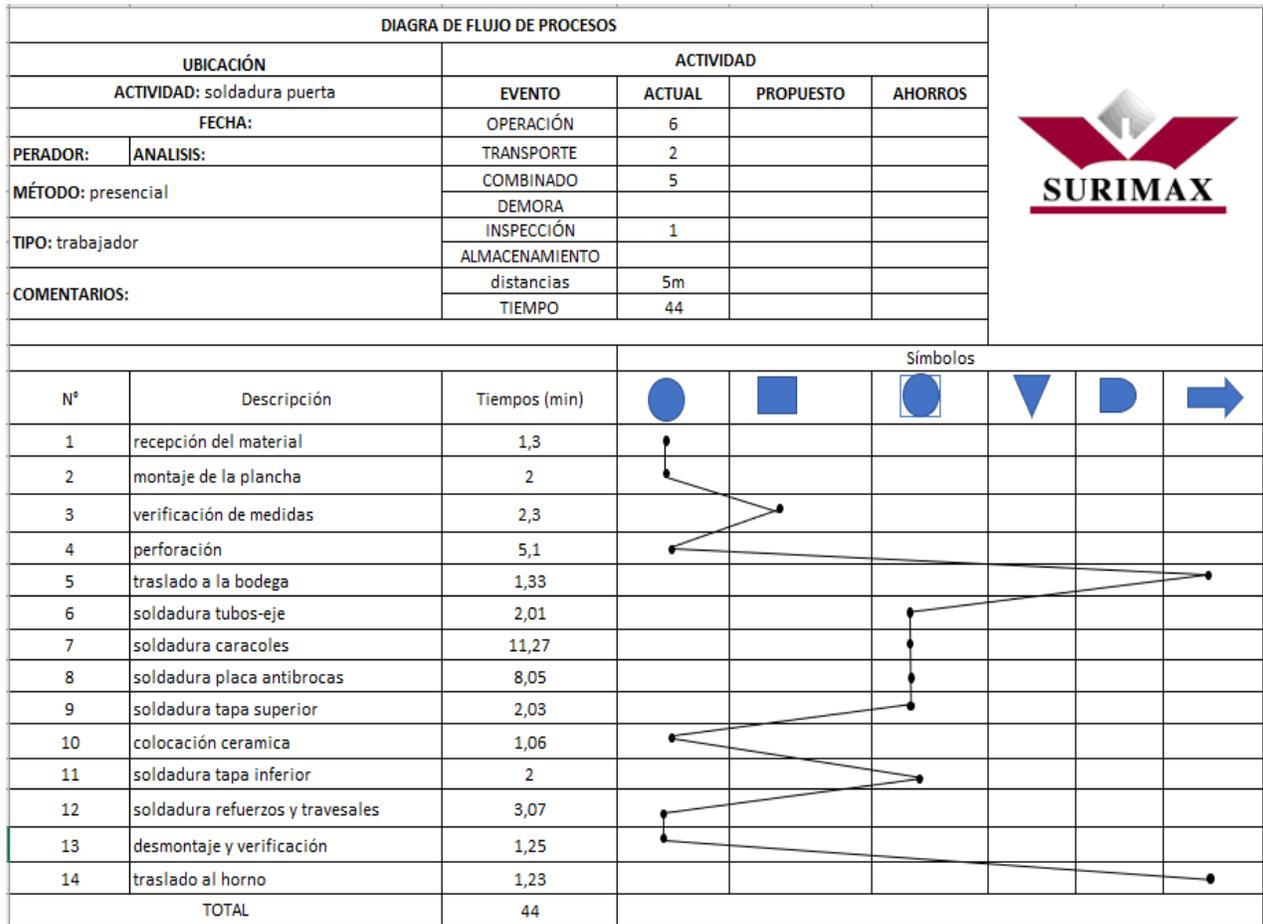
Luego del análisis de la línea productiva, se determinan todas las actividades de cada línea de producción, así como los componentes necesarios en el proceso, a través de los diagramas de flujo es posible determinar varios factores relacionados con la estructura, la ubicación física de los equipos y otros insumos que son necesarios para el proceso de ensamblaje de cada uno de los componentes que intervienen en la fabricación de las cajas fuertes.

#### **3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PUERTA**

El proceso de producción de la puerta empieza con la recepción de cada uno de sus elementos provenientes del área de corte y doblado, desde el montacargas manual se realiza el levantamiento de la plancha principal y montaje con un par de puntos de suelda en la mesa de trabajo; se realiza la verificación del plano y medición para la marcación de cada uno de sus elementos, posterior a este proceso se realiza la perforación de la plancha principal, así el operario deberá realizar la petición en bodega de tres tubos de acero de 1" ½, con estos elementos se soldaran los tubos ejes del manubrio y sistema de la puerta. Al tener marcado las dimensiones de los elementos interiores de la puerta se procede a soldar cada uno de los caracoles que con exactitud en una puerta de 42\*70cm son 10, culminado este proceso se realiza el ensamble entre los tubos eje y los caracoles la placa anti brocas, para posteriormente verificar medidas y proceder a soldar la tapa superior de la puerta y colocar la cerámica en forma de canica que usando la terminología de los operarios se coloca la cantidad de un puñado sin especificar cantidad ni peso en cada uno de los espacios de los caracoles. Como actividad penúltima se realiza la soldadura de la base inferior de la puerta verificando medidas,



continuando con la actividad ante penúltima se debe soldar los refuerzos y travesales en la parte superior de los caracoles para evitar el pandeo y deformación de la estructura de la puerta, se realiza el desmontaje de la puerta casi terminada de la mesa de trabajo al montacargas manual y posterior traslado al área del horno.



**Figura 4.1** Identificación de actividades de la puerta.

**Elaborado por:** el autor del proyecto.



### 3.2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LATERALES

El ensamblaje de las puertas empieza con la recepción de cada uno de sus elementos provenientes del área de corte y doblado, desde el montacargas manual se realiza el levantamiento de la plancha principal y montaje con un par de puntos de suelda en la mesa de trabajo; se realiza la verificación del plano y medición para la marcación de cada uno de sus elementos, como la marcación de 18.3cm desde el lado derecho de la plancha, posterior a este proceso se realiza la soldadura del cajón con altura de 5.4 o 6cm y una dimensión de 23.7\*70cm, se continua con el encajonamiento de la parte pequeña del lateral 3.1 o 4cm con una dimensión de 18.3\*70cm. Como actividad ante penúltima se debe soldar los refuerzos en cada esquina de los cajones y travesales en la parte interior de los mismos para evitar el pandeo y deformación de la estructura, se realiza el desmontaje de la puerta casi terminada de la mesa de trabajo al montacargas manual y posterior traslado al área de horno.

DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS					
UBICACIÓN		ACTIVIDAD			
ACTIVIDAD: soldadura laterales		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA:		OPERACIÓN	4		
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1		
MÉTODO: presencial		COMBINADO	2		
		DEMORA			
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1		
		ALMACENAMIENTO			
COMENTARIOS:		distancias	2,5m		
		TIEMPO	11.43		



N°	Descripción	Tiempos (min)	Símbolos					
								
1	recepción del material	1.09	●					
2	montaje de la plancha	1.59	●					
3	verificación de medidas	1	●	●				
4	encajonamiento 5,4cm	1.54	●		■			
5	encajonamiento 3,1cm	1.16	●		■			
6	soldadura refuerzos y travesales	2.57	●					
7	desmontaje y verificación	1.25	●					
8	traslado al horno	1.23	●					→
TOTAL		11.43						

**Figura 4.2** Identificación de actividades de los laterales.

**Elaborado por:** el autor del proyecto.



### 3.2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA ESPALDA

Se receipta cada uno de sus elementos provenientes del área de corte y doblado, desde el montacargas manual se realiza el levantamiento de la plancha principal y montaje con un par de puntos de suelda en la mesa de trabajo; se realiza la verificación del plano y trazado de medidas para cada uno de sus elementos, este es un proceso más simple ya que se realiza la soldadura del cajón con altura de 5.4 o 6cm y con una dimensión de 37\*70cm, posteriormente se debe soldar los refuerzos en cada esquina del cajón y travesales en la parte interior del mismo para evitar el pandeo y deformación de la estructura, se realiza el desmontaje de la puerta casi terminada de la mesa de trabajo al montacargas manual y posterior traslado al área de horno.

DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS								
UBICACIÓN		ACTIVIDAD						
ACTIVIDAD: soldadura espalda		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS			
FECHA:		OPERACIÓN	4					
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1					
MÉTODO: presencial		COMBINADO	1					
		DEMORA						
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1					
		ALMACENAMIENTO						
COMENTARIOS:		distancias	2,5m					
		TIEMPO	9.29					
				Símbolos				
Nº	Descripción	Tiempos (min)						
1	recepción del material	1	●					
2	montaje de la plancha	1.59	●					
3	verificación de medidas	0.54	●					
4	encajonamiento 5,4cm	1.6	●					
5	soldadura refuerzos y travesales	2.08	●					
6	desmontaje y verificación	1.25	●					
7	traslado al horno	1.23	●					
TOTAL		9.29						

**Figura 4.3** Identificación de actividades de la espalda.

**Elaborado por:** el autor del proyecto.



### 3.2.1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA BASE

El proceso de producción de la base empieza con la recepción de cada uno de sus elementos provenientes del área de corte y doblado, desde el montacargas manual se realiza el levantamiento de la plancha principal y montaje con un par de puntos de suelda en la mesa de trabajo; se realiza la verificación del plano y trazado de medidas para cada uno de sus elementos empezando por la de los agujeros-base, después se realiza la perforación de los agujeros verificando medidas, a continuación se realiza la soldadura del cajón exterior con una altura de 3.1cm y con una dimensión de 37\*42cm, posteriormente se realiza una nueva medición para el cajón interior de los agujeros-base 22.8\*16.9cm; continua el proceso de soldadura del cajón interior con una altura de 5.4cm y con los refuerzos en cada esquina de los cajones y travesales en la parte interior de los mismos para evitar el pandeo y deformación de la estructura, se realiza el desmontaje de la puerta casi terminada de la mesa de trabajo al montacargas manual y posterior traslado al área de horno.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura base		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	5			
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	3			
		DEMORA				
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
COMENTARIOS:		distancias	2,5m			
		TIEMPO	19.34			

Nº	Descripción	Tiempos (min)	Símbolos						
			●	■	⊙	▼	◐	➔	
1	recepción del material	1.41	●						
2	montaje de la plancha	2.03	●						
3	verificación de medidas	2.45	●						
4	perforación agujeros-base	4.38	●						
5	encajonamiento exterior 3,1cm	1.56	●						
6	medición de caja centro	0.43	●						
7	encajonamiento interior 5,4cm	2.01	●						
8	soldadura refuerzos y travesales	2.59	●						
9	desmontaje y verificación	1.25	●						
10	traslado al horno	1.23	●						
TOTAL		19.34							

Figura 4.4 Identificación de actividades de la base.

Elaborado por: el autor del proyecto.



### 3.2.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA TAPA

Se receipta cada uno de sus elementos provenientes del área de corte y doblado, desde el montacargas manual se realiza el levantamiento de la plancha principal y montaje con un par de puntos de suelda en la mesa de trabajo; se realiza la verificación del plano y trazado de medidas para cada uno de sus elementos, este es un proceso más simple ya que se realiza la soldadura del cajón con altura de 3.1cm y con una dimensión de 37\*70cm, posteriormente se debe soldar los refuerzos en cada esquina del cajón y travesales en la parte interior del mismo para evitar el pandeo y deformación de la estructura, se realiza el desmontaje de la puerta casi terminada de la mesa de trabajo al montacargas manual y posterior traslado al área de horno.

DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura tapa		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	4			
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	1			
		DEMORA				
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
COMENTARIOS:		distancias	2,5m			
		TIEMPO	8.93			

			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)	●	■	◉	▼	◐	➔
1	recepción del material	1.09	●					
2	montaje de la plancha	1.27	●					
3	verificación de medidas	0.45		●				
4	encajonamiento 3,1cm	1.56			●			
5	soldadura refuerzos y travesales	2.08	●					
6	desmontaje y verificación	1.25	●					
7	traslado al horno	1.23						●
TOTAL		8.93						

**Figura 4.5** Identificación de actividades de la tapa.

**Elaborado por:** el autor del proyecto.



### 3.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADO DEL OBJETIVO 2:

**Objetivo 2:** Realizar el estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de puertas en el área de soldadura para su estandarización.

Para cumplir con el segundo objetivo dentro de nuestro proyecto, se acudió a la empresa SURIMAX, para realizar la toma de los tiempos de la línea de producción de las puertas, solicitud emitida por parte de la gerencia de la empresa ya que este proceso con lleva la ejecución de más actividades que realiza el trabajador en el área de soldadura, con el fin de lograr estandarizar los tiempos que toma la línea de producción en el ensamblado y verificación de los procesos necesarias que permita el cumplimiento y se evite demoras en el proceso.

Se puede incluir como información que, para efectuar el estudio de tiempos y movimientos dentro de la línea de soldadura de puertas, se consideró tomar en cuenta 5 muestras de tiempo y así obtener una toma de tiempos estándar, como se describe a continuación:



**Tabla 4.1** Tabla de cronometraje del proceso de soldadura de puertas.

SOLDADURA PUERTAS										
Nº	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos					X	DS	LCS	LCI
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Recepción del material	1.3	1	0.59	1.07	1.48	0.985	0.455	1.440	0.531
2	Montaje de la plancha	2.03	2.5	1.55	2	2.1	1.963	0.457	2.420	1.506
3	Verificación de medidas	2.3	2.45	3	2.2	2.25	2.453	0.427	3	2.026
4	Perforación	4.2	3.56	5	4.37	5.17	4.220	1.681	6	2.539
5	Traslado a la bodega	1.33	1.07	1.53	0.53	1.1	0.946	0.563	1.509	0.383
6	Soldadura tubos-eje	2.25	2.26	2.25	2.24	2.26	2.250	0.000	2.250	2.250
7	Soldadura caracoles	11.27	15	13.17	12.3	14	12.781	8.489	21.270	4.292
8	Soldadura placa anti brocas	7.35	6.5	8.05	6.58	8	7.066	2.213	9.279	4.853
9	Soldadura tapa superior	2.03	2.35	2.32	2.34	2.2	2.252	0.074	2.325	2.178
10	Colocación cerámica	1	1.33	1.07	1.53	1.08	1.198	0.197	1.395	1.001
11	Soldadura tapa inferior	1.57	1.35	2	2.04	1.17	1.689	0.599	2.288	1.091
12	Soldadura refuerzos y travesales	3.17	3.3	3.27	3.42	3.07	3.288	0.071	3.358	3.217
13	Desmontaje y verificación	1.25	1.06	1.59	2.01	2	1.394	0.741	2.134	0.653
14	Traslado al horno	1	1.56	1.07	1	1.23	1.119	0.223	1.342	0.895
<b>TOTAL</b>		42.05	45.3	46.46	43.6	47.1	42.618			

\*Expresado los datos por el tesista.

Una vez realizada la toma de las muestras se procede con el cálculo de su media y desviación estándar para determinar los límites de control superior e inferior dentro de cada uno de los tiempos que con lleva la ejecución de las actividades, mediante las cual nos ayudara a reconocer los tiempos reales empleados y suprimir aquellos que no están dentro de un rango de trabajo moderado.



**Tabla 4.2** Tiempos suplementarios.

Nº	TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
1	1.29	1.48	1.27
2	2	2.1	2.5
3	2.54	2	3
4	4	5.53	5.01
5	1.25	1.14	2
6	2.16	2.24	2.53
7	13.3	14.54	12.07
8	8	7	6.39
9	2.27	2.3	2.19
10	2	1.37	2.57
11	1.17	1.04	2.3
12	3.3	3.21	2.59
13	1.24	2.05	1.54
14	1.06	1.54	0.58

\*Expresado los datos por el tesista.

**Tabla 4.3** Tabla de tiempos promedio del proceso de soldadura de puertas.

SOLDADURA PUERTAS							
Nº	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos					DS
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Recepción del material	1.3	1	0.59	1.07	1.29	0.335
2	Montaje de la plancha	2.03	2	1.55	2	2.1	0.193
3	Verificación de medidas	2.3	2.45	3	2.2	2.25	0.427
4	Perforación	4.2	3.56	5	4.37	5.17	1.681
5	Traslado a la bodega	1.33	1.07	1.53	0.53	1.1	0.563
6	Soldadura tubos-eje	2.25	2.16	2.25	2.24	2.24	0.006
7	Soldadura caracoles	11.27	15	13.17	12.3	14	8.489
8	Soldadura placa anti brocas	7.35	6.5	8.05	6.58	8	2.213
9	Soldadura tapa superior	2.27	2.3	2.32	2.19	2.2	0.014
10	Colocación cerámica	1	1.33	1.07	1.37	1.08	0.113
11	Soldadura tapa inferior	1.57	1.35	2	2.04	1.17	0.599
12	Soldadura refuerzos y travesales	3.3	3.3	3.27	3.42	3.21	0.023
13	Desmontaje y verificación	1.25	1.06	1.59	2.01	2	0.741
14	Traslado al horno	1	1.06	1.07	1	1.23	0.035
<b>TOTAL</b>		42.42	44.14	46.46	43.32	47.04	

\*Expresado los datos por el tesista.



Con la ayuda de la tabla de tiempos suplementarios se puede suprimir aquellos que no están dentro de los límites de trabajo; al reemplazar los tiempos de la tabla (4.1) se puede realizar un nuevo cálculo de la desviación estándar para determinar el de mayor valor, así poder calcular y encontrar el número real de muestras que se necesitarían.

## FÓRMULAS:

### Número de observaciones

Para calcular el número de observaciones, se debe tomar en cuenta la desviación estándar más alta de la tabla de cronometraje, es necesario sumar todas las muestras y elevarlas al cuadrado, como se muestra en la ecuación (4.1) se reemplazan los valores y en caso de ser el resultado en decimales se eleva al inmediato superior.

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (4.1)$$

**Rango**, como se muestra en la ecuación (4.2).

$$R = Xmax - Xmin \quad (4.2)$$

**Media**, como se muestra en la ecuación (4.3).

$$x = \frac{\Sigma X}{n} \quad (4.3)$$

**Coefficiente**, como se muestra en la ecuación (4.4).

$$c = \frac{R}{x} \quad (4.4)$$



### Tiempo observado

Para obtener el tiempo óptimo de cada actividad, es necesario sumar todas las muestras que serán consideradas en el cálculo y dividir las para el número de muestras tomadas, como se muestra en la ecuación (4.5).

$$T_o = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4.5)$$

### Tiempo normal

Este paso debe tener en cuenta la valoración del ritmo que realiza el operario en función de su capacidad, esfuerzo, condición y constancia., como se muestra en la (4.6).

$$TN = T_o * \frac{\text{valor ritmo}}{\text{valor estandar}} \quad (4.6)$$

### Tiempo total o elemental

En este último, se le suma al tiempo normal las tolerancias por suplementos de los trabajadores concedidos por cada elemento, como se muestra en la (4.7).

$$Tt = TN * (1 + \text{suplemento}) \quad (4.7)$$



Mediante las fórmulas anteriores se obtuvieron los siguientes resultados; teniendo en cuenta que, para el cálculo del número de observaciones, rango, media y coeficiente, se tomaron los datos de la tabla de cronometraje con el valor de desviación estándar más alto:

**Tabla 4.4** Tabla de la desviación estándar más alta.

$x$	$x^2$
11.27	127
15	225
13.17	173
12.25	150
14	196
65.69	872

**Número de observaciones**, como se muestra en (4.8)

$$n = \left( \frac{40\sqrt{5(n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)}}{\Sigma x} \right)^2$$
$$n = \left( \frac{40\sqrt{5(872) - (65.69)^2}}{65.69} \right)^2$$
$$n = 15.7 - 16 \text{ muestras}$$

(4.8)



**Rango**, como se muestra en (4.9)

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 15 - 11.27$$

$$R = 3.73$$

(4.9)

**Media**, como se muestra en (4.10)

$$x = \frac{\sum x}{n}$$

$$x = \frac{65.69}{5}$$

$$x = 13.13$$

(4.10)

**Coefficiente**, como se muestra en (4.11)

$$c = \frac{R}{x}$$

$$c = \frac{3.73}{13}$$

$$c = 0.29$$

(4.11)

El resultado anterior se revisa en la figura (4.6) donde nos especifica la cantidad de muestras reales que debemos tomar para el estudio real de tiempos.



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

Figura 4.6 Tabla para el cálculo del número de observaciones.

### Tiempo observado de la soldadura de puertas

Para obtener el tiempo observado de cada actividad del proceso, se considerarán las muestras adicionales teniendo en cuenta la suma de todas las muestras de cada actividad y dividir las para el número de muestras, encontrando así los valores verdaderos para la aplicación y ejecución de los procesos productivos de soldadura, como se muestra en la ecuación (4.12) y tabla (4.5).

$$T_o = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4.12)$$



**Tabla 4.5** Tabla del tiempo observado.

SOLDADURA PUERTAS																			
N°	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos																DS	To
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
1	Recepción del material	1.3	1	0.59	1.07	1.29	1.27	1.4	1.3	1.25	0.5	1.44	1.37	1.28	0.47	0.59	1	1.762	0.926
2	Montaje de la plancha	2.03	2	1.55	2	2.1	2.3	1.63	2.06	1.35	1.17	2.4	2.04	1.59	2	1.28	1.55	2.062	1.738
3	Verificación de medidas	2.3	2.45	3	2.2	2.25	2.54	2	3	2.39	2.56	2.48	2.07	2.37	2.58	2.17	2	1.362	2.364
4	Perforación	4.2	3.56	5	4.37	5.17	4	5.53	5.01	3.38	4.37	5.23	4.53	5.6	5.39	4.6	6	8.357	4.629
5	Traslado a la bodega	1.33	1.07	1.53	0.53	1.1	1.25	1.14	0.59	1.38	1.17	1.26	0.6	0.57	1.27	1.42	1.3	1.658	0.966
6	Soldadura tubos-eje	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0.000	2.250
7	Soldadura caracoles	11.27	15	13.17	12.3	14	13.3	15.27	12.07	14.29	15	16.48	14.5	16	15.23	14.5	13.06	32.042	13.938
8	Soldadura placa anti brocas	7.35	6.5	8.05	6.58	8	8.59	7	6.39	7.34	5.59	6.27	5.47	5.28	6.05	7.36	5.24	16.092	6.542
9	Soldadura tapa superior	2.27	2.3	2.32	2.19	2.2	2.3	2.25	2.19	2.15	2.19	2.37	2.56	2.15	2.07	2.47	2.32	0.234	2.263
10	Colocación cerámica	1	1.33	1.07	1.37	1.08	1.05	1.37	1.04	1.3	1.17	1.26	1.35	1.39	1.19	1.28	1	0.314	1.186
11	Soldadura tapa inferior	1.57	1.35	2	2.04	1.17	1.17	1.04	2.3	2.3	2.48	1.49	1.35	1.18	1.07	1.59	2	3.531	1.505
12	Soldadura refuerzos y travesales	3.3	3.3	3.27	3.42	3.21	3.3	3.21	3.17	3.25	3	3.18	3.06	3.2	3.35	3.31	3	0.215	3.216
13	Desmontaje y verificación	1.25	1.06	1.59	2.01	2	1.24	2.05	1.54	1.25	2	1.59	1.37	1.17	1.27	2.13	1.38	2.006	1.480
14	Traslado al horno	1	1.06	1.07	1	1.23	1.06	1.06	1.1	1.25	1.18	1.33	1.06	1	1.27	1.13	1.09	0.161	1.110
<b>TOTAL</b>		42.42	44.2	46.46	43.3	47.1	45.62	47.2	44.01	45.13	44.63	49.03	43.58	45.03	45.46	46.08	43.19		

\*Expresado los datos por el tesista.



## Tiempo normal o básico

En este proceso, es necesaria una consideración responsable y consciente para calibrar la velocidad de los trabajadores en función de sus habilidades, esfuerzos, condiciones y constancia figura (4.7); se tomó en cuenta la valoración del ritmo de trabajo de tres trabajadores dentro de la producción de una puerta tabla (4.6), realizando diferentes actividades cada uno, como se muestra en la ecuación (4.13). Se toma en cuenta las siguientes habilidades, esfuerzos, condiciones y consideraciones:

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.15	A1	+0.13	A1	+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.13	A2 - Habílsimo	+0.12	A2 - Excesivo	+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.11	B1	+0.10	B1	+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente	0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
+0.06	C1	+0.05	C1	-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno	-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente
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				

**Figura 4.7** Tabla del ritmo de trabajo.



**Tabla 4.6** Tabla de la valoración del ritmo de trabajo.

<b>SOLDADURA PUERTAS</b>			
<b>N°</b>	<b>OPERADOR</b>		<b>VR</b>
<b>1</b>	1	C1+C2+D+E	105
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>	2	E2+C1+C+C	98
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			
<b>11</b>	3	D+C2+E+E	97
<b>12</b>			
<b>13</b>			
<b>14</b>			

\*Expresado los datos por el tesista.



## Tiempo normal de la soldadura de puertas

$$TN = T_o * \frac{\text{valor ritmo}}{\text{valor estandar}} \quad (4.13)$$

**Tabla 4.7** Tabla del tiempo normal.

SOLDADURA PUERTAS																					
N°	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos																DS	To	VR	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16				
1	Recepción del material	1.3	1	0.59	1.07	1.29	1.27	1.4	1.3	1.25	0.5	1.44	1.37	1.28	0.47	0.59	1	1.762	0.926	105	0.973
2	Montaje de la plancha	2.03	2	1.55	2	2.1	2.3	1.63	2.06	1.35	1.17	2.4	2.04	1.59	2	1.28	1.55	2.062	1.738		1.825
3	Verificación de medidas	2.3	2.45	3	2.2	2.25	2.54	2	3	2.39	2.56	2.48	2.07	2.37	2.58	2.17	2	1.362	2.364		2.482
4	Perforación	4.2	3.56	5	4.37	5.17	4	5.53	5.01	3.38	4.37	5.23	4.53	5.6	5.39	4.6	6	8.357	4.629		4.860
5	Traslado a la bodega	1.33	1.07	1.53	0.53	1.1	1.25	1.14	0.59	1.38	1.17	1.26	0.6	0.57	1.27	1.42	1.3	1.658	0.966		1.014
6	Soldadura tubos-eje	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0.000	2.250		2.363
7	Soldadura caracoles	11.27	15	13.17	12.3	14	13.3	15.27	12.07	14.29	15	16.48	14.5	16	15.23	14.5	13.06	32.042	13.938	98	14.635
8	Soldadura placa anti brocas	7.35	6.5	8.05	6.58	8	8.59	7	6.39	7.34	5.59	6.27	5.47	5.28	6.05	7.36	5.24	16.092	6.542		6.411
9	Soldadura tapa superior	2.27	2.3	2.32	2.19	2.2	2.3	2.25	2.19	2.15	2.19	2.37	2.56	2.15	2.07	2.47	2.32	0.234	2.263		2.217
10	Colocación cerámica	1	1.33	1.07	1.37	1.08	1.05	1.37	1.04	1.3	1.17	1.26	1.35	1.39	1.19	1.28	1	0.314	1.186		1.163
11	Soldadura tapa inferior	1.57	1.35	2	2.04	1.17	1.17	1.04	2.3	2.3	2.48	1.49	1.35	1.18	1.07	1.59	2	3.531	1.505	97	1.474
12	Soldadura refuerzos y travesales	3.3	3.3	3.27	3.42	3.21	3.3	3.21	3.17	3.25	3	3.18	3.06	3.2	3.35	3.31	3	0.215	3.216		3.120
13	Desmontaje y verificación	1.25	1.06	1.59	2.01	2	1.24	2.05	1.54	1.25	2	1.59	1.37	1.17	1.27	2.13	1.38	2.006	1.480		1.436
14	Traslado al horno	1	1.06	1.07	1	1.23	1.06	1.06	1.1	1.25	1.18	1.33	1.06	1	1.27	1.13	1.09	0.161	1.110		1.076
<b>TOTAL</b>		42.42	44.2	46.46	43.3	47.1	45.62	47.2	44.01	45.13	44.63	49.03	43.58	45.03	45.46	46.08	43.19				

\*Expresado los datos por el tesista.



## Tiempo total o elemental

Al igual que en la fase de evaluación del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la identificación de los complementos fue extremadamente delicada durante el periodo de estudio, ya que en esta fase de recolección de datos del área de trabajo exigen un mayor grado de objetividad.

En la siguiente tabla (4.8) se detallan los elementos que se consideraron en cada actividad que desarrollaran 3 operadores en el proceso productivo de soldadura en la línea de puertas:

**Tabla 4.8** Tabla de suplementos.

Descripción	Constante	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	TOTAL	SUPLEMENTO
Un trabajador realiza su trabajo de pie, en una postura ligeramente incomoda levantando 2.5kg, con una tensión visual de precisión, con ruido intermitente y fuerte.	9	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15	0.15
Realiza su trabajo de pie, levantado 2.5kg constante, desarrollando un trabajo de precisión con ruido constante y fuerte, ejecutando un trabajo complejo.	9	2	0	0	0	0	2	2	4	0	0	19	0.19
Trabaja de pie, incomodo levantando 5kg de material, con un ruido intermitente y fuerte.	9	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	16	0.16

\*Expresado los datos por el tesista.



SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO							
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER				
<b>a) Trabajo de Pie</b>				16		0	
Trabajo de pie		2	4	14		0	
				12		0	
<b>b) Postura anormal</b>				10		3	
Ligeramente incómoda		0	1	8		10	
Incómoda (inclinado)		2	3	6		21	
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	5		31	
				4		45	
				3		64	
				2		100	
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>				<b>f) Tensión visual</b>			
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión		0	0
2.5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
5		1	2	Trabajos de gran precisión		5	5
7.5		2	3	<b>g) Ruido</b>			
10		3	4	Continuo		0	0
12.5		4	6	Intermitente y fuerte		2	2
15		5	8	Intermitente y muy fuerte		5	5
17.5		7	10	Estridente y muy fuerte		7	7
20		9	13	<b>h) Tensión mental</b>			
22.5		11	16	Proceso algo complejo		1	1
25		13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida		4	4
30		17	-	Proceso muy complejo		8	8
33.5		22	-	<b>i) Monotonía mental</b>			
				Trabajo algo monótono		0	0
				Trabajo bastante monótono		1	1
				Trabajo muy monótono		4	4
<b>d) Iluminación</b>				<b>j) Monotonía física</b>			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo algo aburrido		0	0
Bastante por debajo		2	2	Trabajo aburrido		2	1
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo muy aburrido		5	2

Figura 4.8 Tabla de suplementos.



En este paso, al tiempo normal se le multiplica por la suma de una tolerancia y los suplementos concedidos por cada elemento, como se muestra en (4.14)

$$Tt = TN * (1 + suplemento)$$

(4.14)

**Tabla 4.9** Tabla del tiempo total o ESTANDAR de los procesos.

<b>SOLDADURA PUERTAS</b>							
<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>To</b>	<b>VR</b>	<b>TN</b>	<b>S</b>	<b>Tt</b>	
1	Recepción del material	0.926	105	0.973	0.15	<b>1.12</b>	
2	Montaje de la plancha	1.738		1.825		<b>2.10</b>	
3	Verificación de medidas	2.364		2.482		<b>2.85</b>	
4	Perforación	4.629		4.860		<b>5.59</b>	
5	Traslado a la bodega	0.966		1.014		<b>1.17</b>	
6	Soldadura tubos-eje	2.250		2.363		<b>2.72</b>	
7	Soldadura caracoles	13.938	98	14.635	0.19	<b>17</b>	
8	Soldadura placa anti brocas	6.542		6.411		<b>8</b>	
9	Soldadura tapa superior	2.263		2.217		<b>3</b>	
10	Colocación cerámica	1.186		1.163		<b>1</b>	
11	Soldadura tapa inferior	1.505	97	1.474	0.16	<b>1.71</b>	
12	Soldadura refuerzos y travesales	3.216		3.120		<b>3.62</b>	
13	Desmontaje y verificación	1.480		1.436		<b>1.67</b>	
14	Traslado al horno	1.110		1.076		<b>1.25</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>53</b>	<b>minutos</b>

\*Expresado los datos por el tesista.



### Cálculo de la capacidad de producción actual

Para el análisis del cálculo de producción se toma en cuenta algunas variables como el tiempo estandarizado de cada proceso y las horas de trabajo por día que son 8 horas diarias 480min, para determinar la producción **real** de la empresa haciendo la comparativa entre el dato de la empresa y el cálculo oficial.

	<b>TIEMPO DE CICLO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN</b>	<b>CAPACIDAD UTILIZADA EN PRODUCCIÓN</b>
<b>PUERTA</b>	53 min	\$ 44.313	8 und	85.93%

### Producción actual de la puerta:

(4.15)

$$Pa = \frac{\text{capacidad de producción} * \text{porcentaje utilizado}}{100}$$

$$Pa = \frac{8 * 85.93}{100}$$

$$Pa = 6.8744$$

$$= 7$$

La capacidad de producción actual de la puerta es de 6.8744 el cual se considera en aumentarlo al inmediato superior de 7 unidades por jornada laboral.



### Productividad actual de la puerta:

$$Productividad = \frac{producción}{número\ de\ empleados} \quad (4.16)$$

$$Productividad = \frac{7}{3}$$

$$Productividad = 2.33$$

La capacidad productiva de la empresa en la producción de puertas para las cajas fuertes es de 2.33 unidades por trabajador en una jornada laboral.

$$Productividad = \frac{producción}{número\ de\ empleados * min} \quad (4.17)$$

$$Productividad = \frac{7}{3 * 424}$$

$$Productividad = 0.006$$

La capacidad de la productividad de la puerta es de 0.006 unidades diarias por minuto.

### Variación de la producción:

Se procede a reemplazar los valores calculados en la ecuación de productividad como se muestra en la ecuación (4.17) y (4.18):

$$0.006 = \frac{producción}{3 * 424} \quad (4.18)$$

$$0.006 * 1272 = producción$$

$$producción = 7.63$$



### 3.2.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OBJETIVO 3:

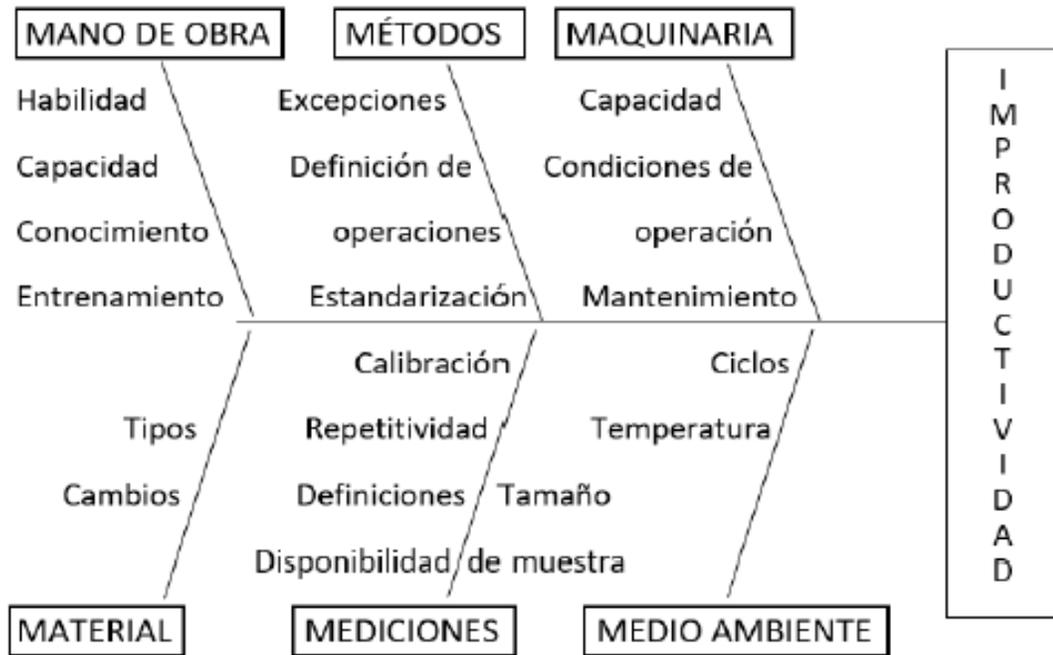
**Objetivo 3:** Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de soldadura de puertas en base al estudio de tiempos y movimientos para incrementar la producción.

Al analizar las posibles causas, se concluyó que el origen del problema radica en el área de trabajo, el alcance de los elementos necesarios para el ensamble de cada parte y los métodos de trabajo de las actividades de parte del empleado, debido a la dificultad que se presenta como tareas extras en el área de soldadura. Dado esto, también es probable que esta línea de producción exhiba más actividades intensivas en trabajo que otras áreas; sin embargo, estos procedimientos y tiempos de trabajo no están estandarizados. Desde este punto de vista, se determina que el trabajo realizado es el estudio de tiempo y movimiento en una línea de producción:

Cuando se realiza un estudio de tiempos y movimiento, se debe analizar profunda y coherentemente las actividades y variables del proceso. Este estudio proporcionará datos con los que podrán determinar la eficiencia de la línea; También se podrá probar el desempeño de cada operador tomándose el tiempo.

Con los resultados demostrados por los estudios de tiempos y movimientos, pueden tomarse otras medidas para mejorar la eficacia de la línea y mantener el control del tiempo de producción.

Como parte de la aplicación de métodos de investigación relacionados con el tiempo y el operador, determinar el método de lectura y el orden en que se registra el trabajo con la aplicación de los diagramas de proceso. Los resultados finales del estudio se presentan a continuación:



**Figura 4.9** Diagrama de Ishikawa [28]

### Medición del proceso:

Para esta parte se podría utilizar un formato para la identificación de actividades y elementos, pero también se presentan los cálculos realizados a lo largo de esta investigación para poder estandarizar los tiempos exactos y necesarios para la ejecución de las actividades en el área de soldadura, específicamente en la producción de puertas para las cajas fuertes.

Como se puede determinar no existe un control en el área, lo que deja al operador sin una secuencia clara en cuanto al proceso o secuencia de las actividades ya que dedicaba tiempo a la ejecución de otras actividades, dejando sin tiempo prudente a las de alta prioridad en el análisis del tiempo de reacondicionamiento del operador, si hay un aumento en la objetividad de la productividad por parte del recolector de datos del operador en el marco de la actividad que se realiza.





Esta solución tiene en cuenta los aspectos indicados en los diagramas de Ishikawa, así como los obtenidos durante las visitas a las empresas, por lo que se realizarán las mejoras correspondientes para que el operario realice un buen trabajo y mejor rendimiento en el área de soldadura; haciendo de las mejoras y nuevos tiempos estandarizados una herramienta útil para los operarios incluso para que con el uso de estos exista una mejor armonía y orden de los procesos productivos.

### **3.2.3.1 Propuesta para la estandarización de tiempos y mejora en la línea de producción de puertas del área de soldadura.**

Mediante el estudio de tiempos y movimientos se obtuvo como resultado los cálculos ya planteados en la línea de producción de puertas de las cajas fuertes dando resultados en los objetivos anteriores, así como se realizó el análisis general del área de trabajo, la ejecución de actividades y la disponibilidad de insumos dentro de la misma, para lo cual se realizó un nuevo diagrama de flujo y flujo de procesos queda cumplimiento a lo propuesto en el objetivo, haciendo uso de los tiempos ya estandarizados los cuales fueron ya calculados con la variación del ritmo de trabajo y los suplementos que presentan.

Donde se redujo cierta actividad o actividades con respecto a una disminución y acoplamiento de estos con el proceso de soldadura de puertas y la finalidad adquirir resultados positivos.

#### **Proceso de soldadura de la puerta:**



**Figura 4.10** Área de ensamble 1 soldadura.



**Figura 4.11** Puerta de la caja fuerte ensamblada.

### **Determinar acciones asociadas a la propuesta de mejora KPI**

La aplicación de nuevas técnicas para agilizar y simplificar el trabajo puede mostrar aumentos en la eficiencia y la productividad dentro del área de soldadura y la empresa. En este sentido, la estandarización de los tiempos de ciclo de trabajo y el análisis de la productividad se logrará únicamente agilizando y haciendo uso de las variables de ciertos procesos para eliminar pasos que no generan valor agregado y ejecutar los existentes de manera eficiente.

### **Ejecución de ejecución en una jornada laboral (EEJ)**

#### **1. Identificar las causas que impiden lograr el objetivo.**

Para la resolución del objetivo 3 con el KPI EEJ, en una reunión con las partes interesadas del proyecto de investigación, se ejecutó la herramienta torbellino de ideas y se analizaron las actividades que influyen y las que no, en los elementos del análisis KPI por medio del diagrama de flujo de procesos.



**Tabla 4.11** Actividades que afectan los elementos del KPI “EEJ”

DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS					
UBICACIÓN		ACTIVIDAD			
ACTIVIDAD: soldadura puerta		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA:		OPERACIÓN	6		
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	2		
MÉTODO: presencial		COMBINADO	5		
		DEMORA			
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1		
		ALMACENAMIENTO			
COMENTARIOS:		distancias	5m		
		TIEMPO	53		

Nº	Descripción	Tiempos (min)	Símbolos					
1	recepción del material							
2	montaje de la plancha	2,10						
3	verificación de medidas	2,85						
4	perforación	5,59						
5	traslado a la bodega							
6	soldadura tubos-eje	2,72						
7	soldadura caracoles	17						
8	soldadura placa antibrocas	8						
9	soldadura tapa superior	3						
10	colocación ceramica	1						
11	soldadura tapa inferior	1,71						
12	soldadura refuerzos y travesales	3,62						
13	desmontaje y verificación	1,67						
14	traslado al horno							
TOTAL		53						

\*Expresado los datos por el tesista.



Tomando como ejemplo los elementos de este KPI, que son afectados por las actividades comprendidas en las actividades 1, 5 y 14 del proceso de soldadura de puertas del diagrama de flujo de procesos, está enfocado a medir el desempeño de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral, así se determinará para cada actividad las causas que impiden el llegar al cumplimiento del objetivo, a partir del diagrama de flujo de procesos actual y de las observaciones realizadas por parte de los interesados. En la tabla 4.12 se determina las causas relacionadas con las actividades de recepción del material, transporte a la bodega y traslado al horno, la totalidad de las actividades y las posibles causas para este objetivo.

**Tabla 4.12** Causas y observaciones de las actividades

Actividades	Causas y observaciones	Proceso										
		Nº	Descripción	Tiempos (min)	●	■	◐	▼	◑	➔		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recepción del material</b></li> <li>• <b>Traslado a la bodega</b></li> <li>• <b>Traslado al horno</b></li> </ul>	<p>Mediante el método analítico se determinó que se presenta una pérdida de tiempo en el traslado de área a área como es de soldadura a la de corte en búsqueda de cada elemento necesario para el ensamble de las puertas, al igual que el transporte de las puertas al área de horno y cuello de botella en el traslado del trabajador a la bodega para la petición de los tubos ejes, mismo que al no encontrarse en stock se debe parar el proceso productivo hasta dar solución al mismo.</p>	1	recepción del material	1,12	●							
		2	montaje de la plancha	2,10	●							
		3	verificación de medidas	2,85	●							
		4	perforación	5,59	●							
		5	traslado a la bodega	1,17								➔
		6	soldadura tubos-eje	2,72								
		7	soldadura caracoles	17								
		8	soldadura placa antibrocas	8								
		9	soldadura tapa superior	3								
		10	colocación cerámica	1	●							
		11	soldadura tapa inferior	1,71	●							
		12	soldadura refuerzos y travesales	3,62	●							
		13	desmontaje y verificación	1,67	●							
		14	traslado al horno	1,25								➔
		TOTAL										
				53								

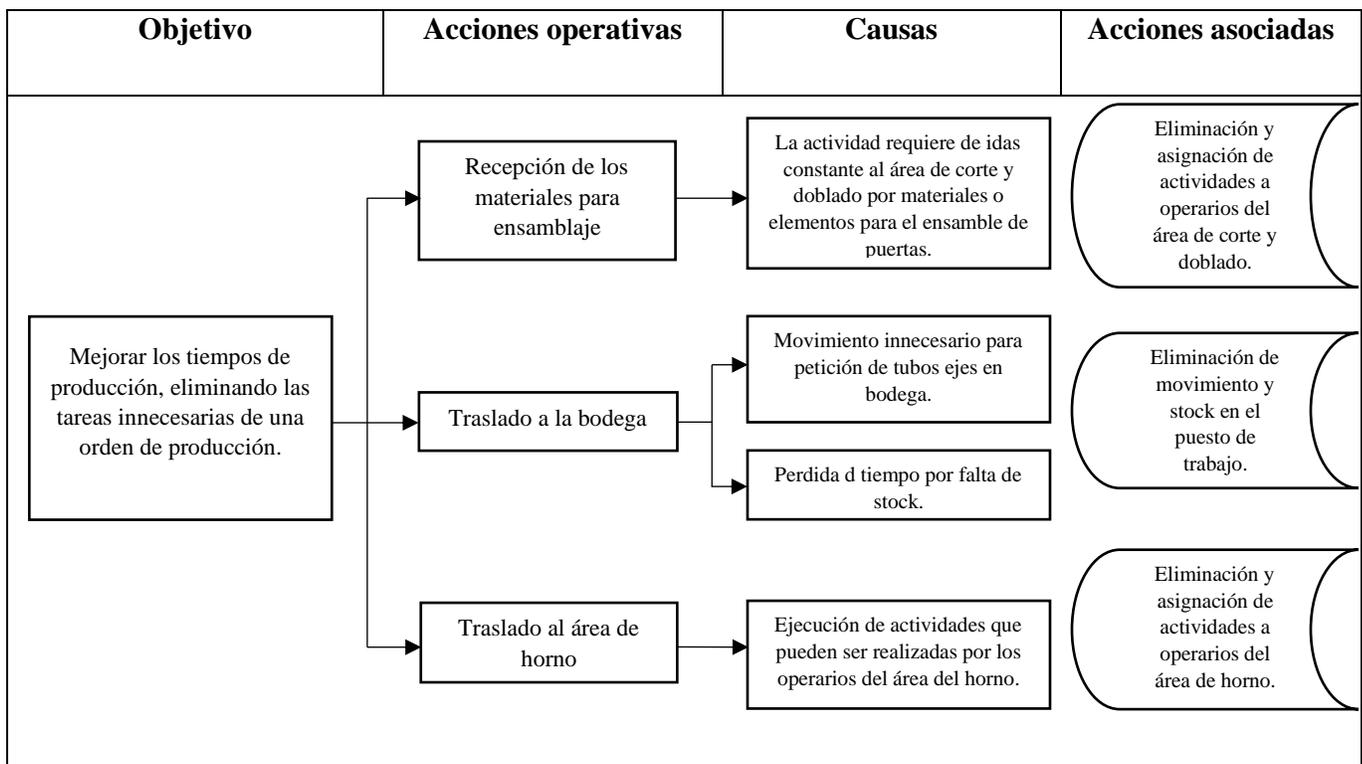
\*Expresado los datos por el tesista.



## 2. Determinar acciones asociadas.

Una vez definidas y organizadas las causas que pueden impedir el cumplimiento del objetivo, se determinan las acciones asociadas que permitirán dar corrección o mejora a la línea de producción de las puertas. Al realizar un nuevo análisis con las personas interesadas del proyecto de investigación utilizando un diagrama de decisión de acción, se definieron las posibles acciones que se deberían tomar dentro del proceso de producción para dar solución a las diferentes problemáticas.

**Tabla 4.13** Diagrama de decisiones de acción en relación al objetivo



\*Expresado los datos por el tesista.

## 3. Ejecución de acciones asociadas.

Se ejecutarán acciones asociadas dentro del proceso de toma de decisiones relacionadas con las acciones operativas de revisión de los procesos productivos o actividades de la línea de producción de puertas y el rediseño de los mismos.

**Revisión de los procedimientos (acción operativa 1) y rediseño o eliminación de actividades (acción operativa 2):** para la ejecución de las acciones asociadas a la eliminación de movimientos conjuntamente con las actividades que no generan valor agregado y la asignación de tareas a operarios,



se realizaron tres modificaciones dentro de la línea de producción de las puertas como se plantea a continuación mediante una matriz de tiempos actuales y modificados, así como el diagrama de flujo de procesos. Esto permitirá que los tres operarios que laboran en la línea de producción de las puertas ejecuten en el tiempo estimado su labor y realicen solo las tareas a las que fueron encargados, mejorando así el desarrollo de las actividades y aumentando su capacidad de producción.

**Tabla 4.14** Propuesta de tiempos en el diagrama de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura puerta		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	5			
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE				
MÉTODO: presencial		COMBINADO	5			
		DEMORA				
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
COMENTARIOS:		distancias	5m			
		TIEMPO	49			

			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)	●	■	○	▼	⬇	➔
1	montaje de la plancha	2.10	●					
2	verificación de medidas	2.85		■				
3	perforación	5.59	●					
4	soldadura tubos-eje	2.72			○			
5	soldadura caracoles	17.42				▼		
6	soldadura placa antibrocas	7.63					⬇	
7	soldadura tapa superior	2.64						➔
8	colocación ceramica	1.38	●					
9	soldadura tapa inferior	1.71			○			
10	soldadura refuerzos y travesales	3.62	●					
11	desmontaje y verificación	1.67	●					
TOTAL		49						

\*Expresado los datos por el tesista.

La mejora optima es la eliminación de los procesos ya que se debería designar dichas actividades a cada operario de área y cada trabajador ejecute las tareas que le corresponden y así también se podría contar con dicho elemento dentro del puesto de trabajo o el área en general de soldadura y evitar tiempos y movimientos innecesarios.



**Tabla 4.15** Propuesta de mejora-actividades eliminadas y redistribuidas

SOLDADURA PUERTAS							
PROCESO HABITUAL				PROCESO PROPUESTO			
N.º	ACTIVIDAD	Tt	Trabajador	Trabajador	Tt	ACTIVIDAD	N.º
1	Recepción del material	1,12	1	1	2,10	Montaje de la plancha	1
2	Montaje de la plancha	2,10			2,85	Verificación de medidas	2
3	Verificación de medidas	2,85			5,59	Perforación	3
4	Perforación	5,59			2,72	Soldadura tubos-eje	4
5	Traslado a la bodega	1,17					
6	Soldadura tubos-eje	2,72					
7	Soldadura caracoles	17,42	2	2	17,42	Soldadura caracoles	5
8	Soldadura placa anti brocas	7,63			7,63	Soldadura placa anti brocas	6
9	Soldadura tapa superior	2,64			2,64	Soldadura tapa superior	7
10	Colocación cerámica	1,38			1,38	Colocación cerámica	8
11	Soldadura tapa inferior	1,71	3	3	1,71	Soldadura tapa inferior	9
12	Soldadura refuerzos y travesales	3,62			3,62	Soldadura refuerzos y travesales	10
13	Desmontaje y verificación	1,67			1,67	Desmontaje y verificación	11
14	Traslado al horno	1,25					
		<b>53</b>	<b>TOTAL</b>		<b>49</b>		

\*Expresado los datos por el tesista.

## Eficiencia de ejecución de una orden de producción (EOP)

### 1. Obtener los datos y medidas que componen los elementos del KPI.

Se realiza la observación y medición del proceso productivo de la línea de las puertas en un día de trabajo, también se analiza las hojas de estudio para obtener los resultados de las medidas presentadas continuación:



**Tiempo de ejecución planeada de una orden de producción (TPOP):** la medida de estos elementos, se presenta en la tabla (4.16) de la línea de producción de las puertas que fue determinada a partir de los tiempos promedios de cada actividad y los diagramas de flujo de procesos propuestos para la mejora de la producción.

**Tiempo de ejecución real de una orden de producción (TROP):** las medidas de estos elementos son presentadas en la tabla (4.17) y se obtiene la producción de la orden programada para el día de la investigación, este proceso empieza con el llenado de las hojas de estudio y preparación de la empresa para el inicio de sus labores y la ejecución de la orden a las 07:30 am, hasta las 03:30 pm en donde el proceso productivo se detuvo debido al término de la jornada laboral y finalización de la orden de producción, sin incluir el tiempo de break y almuerzo. Por lo tanto, el elemento TROP para el análisis es de 08 horas y 00 minutos.

**Tabla 4.16** Determinación del elemento TPOP

<b>SOLDADURA PUERTAS</b>			
<b>N.º</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Mejora Tiempo (min)</b>	
		<b>x (min)</b>	<b>δ (min)</b>
1	Montaje de la plancha	2.10	0
2	Verificación de medidas	2.85	0.48
3	Perforación	5.59	2.03
4	Soldadura tubos-eje	2.72	1.09
5	Soldadura caracoles	17.42	15
6	Soldadura placa anti brocas	763	2.13
7	Soldadura tapa superior	2.64	1
8	Colocación cerámica	1.38	0.37
9	Soldadura tapa inferior	1.71	0.5
10	Soldadura refuerzos y travesales	3.62	1.27
11	Desmontaje y verificación	1.67	0.62
<b>TPOP (min)</b>		<b>49</b>	<b>24.49</b>

\*Expresado los datos por el tesista.



**Tabla 4.17** Determinación del elemento TROP

Orden	Hora de inicio de orden	Hora de fin de orden	Tiempo total utilizado para la ejecución	Tiempo de break y almuerzo	TROP
Propuesta	07:30 am	03:30 pm	08h:00min	15 min – break 30 min - almuerzo	07h:15min

\*Expresado los datos por el tesista.

## 2. Calcular el KPI por medio de su fórmula.

Se realizo el cálculo del KPI aplicando la ecuación (4.20), así realizando la conversión del tiempo de los elementos en horas a minutos, así obteniendo el EOP como se indica en

(4.20)

$$EOP = \frac{TPOP}{TROP}$$

$$EOP_{Mejora} = \frac{49 \text{ min}}{420.15 \text{ min}}$$

$$EOP_{Mejora} = 0.1166$$

$$EOP_{Mejora} = 11.66\%$$

La **eficiencia de ejecución de una orden de producción** actual de la puerta es de un 11.66% el cual se considera como mejora y aumento en la producción viendo el cumplimiento de la hipótesis propuesta en el objetivo de la capacidad de producción anterior de 85.93% a un 97.58%, el cual es estandarizar los tiempos estimados para el desarrollo de cada actividad dentro del proceso de producción de las puertas, ayudando a gestionarlos, desarrollarlos y controlarlos de mejor manera adecuada, para reducir tiempos improductivos y aumentar la producción.



**Tabla 4.18** Aplicación de los diagramas de procesos

Área	Línea de producción	Operarios	Tareas	Tiempo de ciclo
SOLDADURA	Ensamble de puertas	Muestra de 3	11	49

\*Expresado los datos por los tesisistas.

**Capacidad de la productividad propuesta.**

$$Productividad = \frac{producción}{número\ de\ empleados * min} \quad (4.21)$$

$$Productividad = \frac{7}{3 * 350.35}$$

$$Productividad = 0.007$$

La capacidad de la productividad de la puerta es de 0.007 unidades diarias por minuto.

**Variación de la producción:**

Se procede a reemplazar los valores calculados en la ecuación de productividad como se muestra en la ecuación (4.22):

$$0.007 = \frac{producción}{3 * 350.35} \quad (4.22)$$

$$0.007 * 1051.05 = producción$$

$$producción = 7.4$$

La variación que se presenta en la producción con respecto al tiempo real utilizado para el desarrollo de cada actividad dentro del proceso presenta una variación baja dándonos a conocer un incremento y acercamiento a la producción real, además que el proceso va acorde a las nuevas medidas tomadas



para que mejore la ejecución de las diferentes actividades del proceso productivo del ensamble de la puerta de las cajas fuertes.

Sin embargo, el estudio va más allá de comprender cuánto tiempo lleva el proceso de fabricación y utilización de los resultados para equilibrar los tiempos de producción. En general, los estudios revisados lograron una mejora en su eficacia.

Este proceso es muy útil como herramienta para reducir el tiempo de retrabajo por problemas y pretende contribuir a la eficiencia productiva.

Asimismo, desea contribuir al sistema de control de calidad de las empresas al brindar información importante sobre la jornada laboral estándar de los trabajadores en el proceso de decapado.

**Tabla 4.19** Tabla de comparación de la mejora en los resultados

	<b>Horas</b>	<b>Productividad</b>		<b>Porcentaje de incremento</b>
<b>Tiempo anterior</b>	8	7	Und	6%
<b>Tiempo asignado</b>	7.15	7.4	Und	



## 4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

### 4.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que los diagramas de flujo de procesos ayudaran a controlar y monitorear el flujo de materiales y mano de obra, ya que sin estas herramientas técnicas no es fácil identificar el estado actual de las líneas de producción, provocando retrasos en la fabricación, así como no conocer el tiempo de producción estándar exacto y ejecución de cada una de las actividades.
- Se puede decir que, mediante el estudio de los tiempos y movimientos en el proceso de soldadura de la puerta se logró estandarizar el tiempo necesario para el desarrollo de cada actividad, en donde se determinó el tiempo real en la línea de producción de la puerta dando como resultado un total de 53 minutos en el proceso, tomando en cuenta la variación del ritmo de trabajo y los suplementos impuestos a cada uno de los trabajadores, con una capacidad de producción real de 7 unidades por jornada laboral y una productividad de 2.33 unidades por trabajador.
- A través de los resultados obtenidos del análisis KPI de la línea de producción de la puerta, la mitigación de tareas extras y estandarización de tiempos se redujo a 49 min el proceso productivo de la puerta, dando como resultado una eficiencia de ejecución de una orden de producción actual de la puerta de un 11.66% el cual se considera como mejora y aumento en la producción viendo el cumplimiento de la hipótesis propuesta en el objetivo de la capacidad de producción anterior de 85.93% a un 97.58%.



## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa SURIMAX, que realice la socialización y distribución de los respectivos diagramas de flujo de procesos, ya que mediante estos se lograra identificar el tiempo estándar que se necesita para su producción o ejecución de las actividades dentro de cada línea, en específico la línea de soldadura de las puertas, con el fin de eliminar cuellos de botella y demoras en su producción ya que esto generaría pérdidas de tiempo y productividad.
- Se debe tomar en consideración, los tiempos propuesta para la estandarización en la línea de soldadura de las puertas, ya que es la que cuenta con mayor número de actividades a ejecutar y presenta tareas extras en la producción, con esta se eliminaran transportes innecesarios, subtareas y se evitara el desorden en el proceso de soldadura e incrementar la productividad.
- Para eliminar operaciones y transportes innecesarios, la empresa SURIMAX debe mantener las prácticas y tiempos de trabajo recomendados, para así aumentar la capacidad de producción, verificar el cumplimiento de estos a lo largo de la línea de producción y mantener la productividad de la empresa.
- La empresa debe realizar un estudio completo de los tiempos y movimientos de toda el área de producción para determinar varios índices de capacidad productividad y el método de ejecución de los procesos productivos, para así ir definiendo valores y estándares de producción.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. D. R. D. A. Adrián Andrade, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,» *Scielo*, vol. 30, n° 3, p. 91, 2019.
- [2] D. M. Ortíz Guerrero, «Repositorio digital UTA,» mazo 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32721>.
- [3] L. M. C. Unda, «“Estudio de tiempos y movimientos en el área de confección para mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Impactex”,» Repositorio Digital UTA, Ambato, 2019.
- [4] K. A. J. Bautista, «“Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel”,» Repositorio Digital UTA, Ambato, 2013.
- [5] B. W. NIEBEL, Ingeniería Industrial, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2004.
- [6] B. S. Lopez, «Estudio del trabajo,» 18 junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/>.
- [7] B. W. Niebel, Ingeniería Industrial, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2009.
- [8] W. K. Hadson, «Manual de Ingeniería Industrial,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.freelibros.net/ingenieria/maynard-manual-del-ingeniero-industrial-tomo-i-4ta-edicion-william-k-hodson>.
- [9] R. C. Vaughn, «Análisis de métodos y estudio de tiempos,» de *Introducción a la Ingeniería Industrial*, Barcelona, Editorial Reverte, 1988, pp. 401 - 402.
- [10] B. S. Lopez, «Ingeniería industrial.com,» 26 junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/seleccion-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>.
- [11] J. A. C. Ruiz, Mejora de métodos y tiempos de fabricación, Zaragoza: Marcombo, 2012.



- [12] J. A. C. Ruiz, «Estudio de movimientos,» 23 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>.
- [13] O. C. Rivas, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE ROPA,» 2005. [En línea]. Available: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1454\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf).
- [14] R. G. Criollo, ESTUDIO DEL TRABAJO. Ingeniería de métodos y medición del trabajo, D.F. México: McGraw Hill., 2005.
- [15] G. A. Gomez Alexis, «Instituto Tecnológico de Tijuana,» 17 junio 2014. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/et11221057312211582/estudio-de-tiempos-con-cronometro#:~:text=El%20estudio%20con%20cron%C3%B3metro%20es,ejecuci%C3%B3n%20de%20una%20tarea%20determinada..>
- [16] F. E. y. S. M. MEYERS, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo, México: Pearson, 2006.
- [17] B. y. F. Niebel, «Ingeniería industrial,» de *Ingeniería industrial y técnicas del trabajo*, México, Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2009, p. 256.
- [18] G. KANAWATY, «Introducción al estudio del trabajo,» de *LIBRO\_GEORGE\_KANAWATY*, Organización internacional del trabajo, 1996, p. 474.
- [19] J. D. G. Amparo Escalante, Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil., D.F México: Alfaomega, 2015.
- [20] F. E. Meyers, «Estudio de Tiempos y Movimientos: para la manufactura ágil,» 2000. [En línea]. Available: [https://books.google.com.ec/books?id=cr3WTuK8mn0C&printsec=frontcover&dq=isbn:9684444680&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false..](https://books.google.com.ec/books?id=cr3WTuK8mn0C&printsec=frontcover&dq=isbn:9684444680&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false..)
- [21] G. M. Villacres, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE GUAYUSA ECOCAMPO,» 2008. [En línea]. Available: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2532/1/76809.pdf..>
- [22] B. R. Jay Heizer, Principios de Administración de Operaciones, México: Pearson Educación, 2009.
- [23] J. Bravo, Gestión de Procesos, vol. cuarta, Santiago de Chile: Evolucion, 2011.



- [24] M. Gonzales, Gestion de la producción, vol. primer, Vigo: Ideaspropias, 2006.
- [25] CONAVALSÍ, 27 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.conavalsi.com/blog/como-optimizar-la-produccion-de-una-empresa..>
- [26] J. Pacheco, 22 septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-optimizacion-procesos/..>
- [27] Delsol, «Estudio de tiempos y movimientos,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.sdelsol.com/glosario/estudio-de-tiempos-y-movimientos/..>
- [28] L. Manufacturing, «Optimización de procesos de producción de una empresa,» 2019. [En línea]. Available: <https://leanmanufacturing10.com/como-optimizar-el-proceso-de-produccion-de-una-empresa>.
- [29] L. C. Palacio, Ingenieria de métodos: movimientos y tiempos, vol. segunda, Bogota: ECOE ediciones, 2016.



# 6. ANEXOS



# **ANEXO 1**

## **Informe Anti-Plagio Proyecto de Titulación**



<b>Facultad:</b>	Ciencias de las Ingenierías y Aplicadas												
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Industrial												
<b>Nombre del docente evaluador que emite el informe:</b>	M.Sc. Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán												
<b>Documento evaluado:</b>	Estudio de Tiempos y Movimientos en el área de producción para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa SURIMAX												
<b>Autores del documento:</b>	Sr. Hidalgo Zagal Jefferson Fernando												
<b>Programa de similitud utilizado:</b>	Sistema URKUND												
<b>Porcentaje de similitud según el programa utilizado:</b>	3%												
<b>Observaciones:</b> <b>Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.</li> <li>• El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones.</li> <li>• El documento no cumple criterios de originalidad.</li> </ul>	--X-- ----- -----												
<b>Fecha de realización del informe:</b>	02/17/2023 14:28:00 PM												
<b>Captura de pantalla del documento analizado:</b>													
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Document Information</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Analyzed document</td> <td>INTRODUCCIÓN_HIDALGO JEFFERSON.pdf (D158901688)</td> </tr> <tr> <td>Submitted</td> <td>2023-02-17 14:28:00</td> </tr> <tr> <td>Submitted by</td> <td>Cristian Espin</td> </tr> <tr> <td>Submitter email</td> <td>cristian.espin@utc.edu.ec</td> </tr> <tr> <td>Similarity</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Analysis address</td> <td>cristian.espin.utc@analysis.arkund.com</td> </tr> </table> </div>		Analyzed document	INTRODUCCIÓN_HIDALGO JEFFERSON.pdf (D158901688)	Submitted	2023-02-17 14:28:00	Submitted by	Cristian Espin	Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec	Similarity	3%	Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.arkund.com
Analyzed document	INTRODUCCIÓN_HIDALGO JEFFERSON.pdf (D158901688)												
Submitted	2023-02-17 14:28:00												
Submitted by	Cristian Espin												
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec												
Similarity	3%												
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.arkund.com												
<p>-----</p> <p>M.Sc. Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán  <b>Tutor de Proyecto de Investigación</b></p>													



## Document Information

---

Analyzed document	INTRODUCCIÓN_HIDALGO JEFFERSON.pdf (D158901688)
Submitted	2023-02-17 14:28:00
Submitted by	Cristian Espin
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Tesis, Carolina Andrago.docx</b> Document Tesis, Carolina Andrago.docx (D56332888)		1
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS - FINAL ELVIS LLANO Y RAMIRO YANCHAPAXI.docx</b> Document TESIS - FINAL ELVIS LLANO Y RAMIRO YANCHAPAXI.docx (D110711937) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.arkund.com		5
<b>SA</b>	<b>guia 2 velocidad.docx</b> Document guia 2 velocidad.docx (D76465139)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS_BUSTAMANTE_RODRIGUEZ.docx</b> Document TESIS_BUSTAMANTE_RODRIGUEZ.docx (D43649556)		2
<b>SA</b>	<b>guia 2 velocidad.docx</b> Document guia 2 velocidad.docx (D76386487)		4
<b>SA</b>	<b>estandarizacion_LISSETH_NOVILLO.pdf</b> Document estandarizacion_LISSETH_NOVILLO.pdf (D54710440)		1
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / 2_Tesis Jose Ignacio Freire.docx</b> Document 2_Tesis Jose Ignacio Freire.docx (D158851071) Submitted by: veronica.freire@utc.edu.ec Receiver: veronica.freire.utc@analysis.arkund.com		2
<b>SA</b>	<b>TESIS (SANTIAGO PAUCAR ZAMBRANO).pdf</b> Document TESIS (SANTIAGO PAUCAR ZAMBRANO).pdf (D17045261)		1

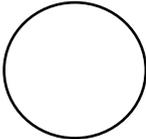
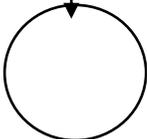
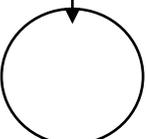
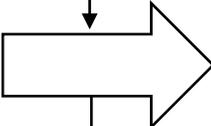
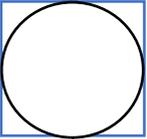
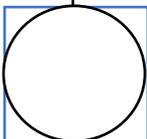
-----  
M.Sc. Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán  
Tutor de Proyecto de Investigación



# **ANEXO 2**

## **DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE SOLDADURA**



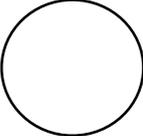
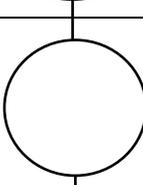
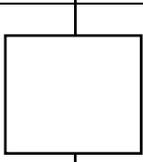
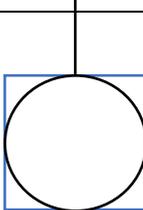
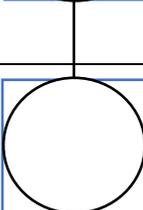
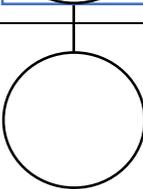
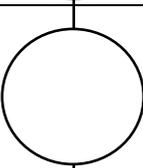
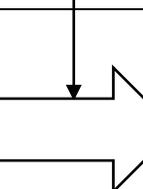
PUERTA			
N°	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	OBSERVACIÓN
1	Recepción del material		
2	Montaje de plancha-mesa de trabajo		
3	Medición y verificación de planos		
4	Perforación		
5	Traslado operario a bodega		
6	Ensamble tubos-eje		PROCESO DE SOLDADURA
7	Ensamble de caracoles		



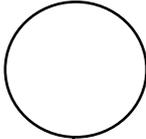
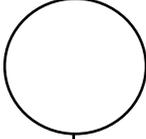
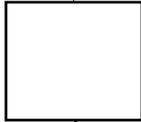
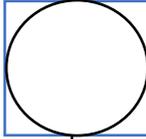
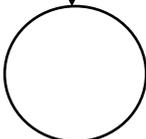
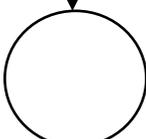
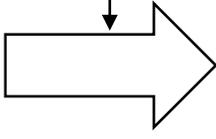


8	Ensamble placa anti brocas		
9	Ensamble tapa superior		
10	Colocación cerámica		
11	Ensamble tapa inferior		
12	Refuerzos y travesales		
13	Desmontaje puerta		
14	Traslado al horno		



<b>LATERALES</b>			
<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
1	Recepción del material		
2	Montaje de plancha-mesa de trabajo		
3	Medición y verificación de planos		
4	Encajonamiento 5.4 o 6cm		<b>PROCESO DE SOLDADURA</b>
5	Encajonamiento 3.1 o 4cm		
6	Refuerzos y travesales		
7	Desmontaje lateral		
8	Traslado al horno		

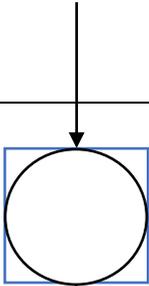
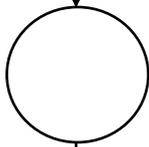
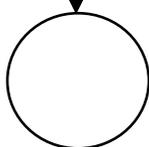
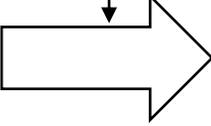


ESPALDA			
Nº	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	OBSERVACIÓN
1	Recepción del material		
2	Montaje de plancha-mesa de trabajo		
3	Medición y verificación de planos		
4	Encajonamiento 5.4 o 6cm		PROCESO DE SOLDADURA
5	Refuerzos y travesales		
6	Desmontaje espalda		
7	Traslado al horno		

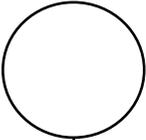
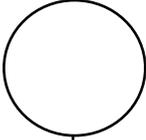
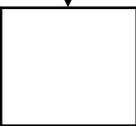
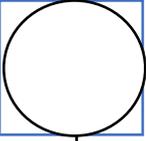
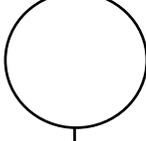
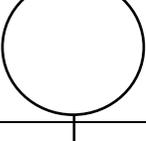
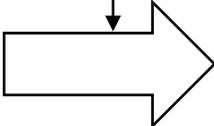


BASE			
Nº	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	OBSERVACIÓN
1	Recepción del material		
2	Montaje de plancha-mesa de trabajo		
3	Medición y verificación de planos		
4	Perforación agujeros-base		
5	Encajonamiento parte exterior 3.1cm		PROCESO DE SOLDADURA
6	Medición de la caja centro		



7	Encajonamiento parte interior 5.4cm		PROCESO DE SOLDADURA
8	Refuerzos y travesales		
9	Desmontaje base		
10	Traslado al horno		



<b>TAPA</b>			
<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
1	Recepción del material		
2	Montaje de plancha-mesa de trabajo	 	
3	Medición y verificación de planos	 	
4	Encajonamiento 3.1cm	 	<b>PROCESO DE SOLDADURA</b>
5	Refuerzos y travesales	 	
6	Desmontaje tapa	 	
7	Traslado al horno	 	



# **ANEXO 3**

## **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DEL ÁREA DE SOLDADURA**



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura puerta		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	6			
PERADOR:	ANÁLISIS:	TRANSPORTE	2			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	5			
		DEMORA				
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
COMENTARIOS:		distancias	5m			
		TIEMPO	44			

			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)	●	■	◉	▼	◐	➔
1	recepción del material	1,3	●					
2	montaje de la plancha	2	●					
3	verificación de medidas	2,3	●					
4	perforación	5,1	●					
5	traslado a la bodega	1,33						
6	soldadura tubos-eje	2,01						
7	soldadura caracoles	11,27						
8	soldadura placa antibrocas	8,05						
9	soldadura tapa superior	2,03						
10	colocación cerámica	1,06	●					
11	soldadura tapa inferior	2	●					
12	soldadura refuerzos y travesales	3,07	●					
13	desmontaje y verificación	1,25	●					
14	traslado al horno	1,23						
TOTAL		44						



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura laterales		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	4			
PERADOR:	ANÁLISIS:	TRANSPORTE	1			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	2			
		DEMORA				
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
COMENTARIOS:		distancias	2,5m			
		TIEMPO	11.43			

			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)	●	■	◉	▼	◐	➔
1	recepción del material	1.09	●					
2	montaje de la plancha	1.59	●					
3	verificación de medidas	1	●					
4	encajonamiento 5,4cm	1.54						
5	encajonamiento 3,1cm	1.16						
6	soldadura refuerzos y travesales	2.57						
7	desmontaje y verificación	1.25	●					
8	traslado al horno	1.23						
TOTAL		11.43						





DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS					
UBICACIÓN		ACTIVIDAD			
ACTIVIDAD: soldadura espalda		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA:		OPERACIÓN	4		
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1		
MÉTODO: presencial		COMBINADO	1		
		DEMORA			
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1		
		ALMACENAMIENTO			
COMENTARIOS:		distancias	2,5m		
		TIEMPO	9.29		



			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)						
1	recepción del material	1	●					
2	montaje de la plancha	1.59	●					
3	verificación de medidas	0.54						
4	encajonamiento 5,4cm	1.6						
5	soldadura refuerzos y travesales	2.08	●					
6	desmontaje y verificación	1.25	●					
7	traslado al horno	1.23						
TOTAL		9.29						

DIAGRA DE FLUJO DE PROCESOS					
UBICACIÓN		ACTIVIDAD			
ACTIVIDAD: soldadura base		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA:		OPERACIÓN	5		
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1		
MÉTODO: presencial		COMBINADO	3		
		DEMORA			
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1		
		ALMACENAMIENTO			
COMENTARIOS:		distancias	2,5m		
		TIEMPO	19.34		



			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)						
1	recepción del material	1.41	●					
2	montaje de la plancha	2.03	●					
3	verificación de medidas	2.45						
4	perforación agujeros-base	4.38						
5	encajonamiento exterior 3,1cm	1.56						
6	medición de caja centro	0.43						
7	encajonamiento interior 5,4cm	2.01						
8	soldadura refuerzos y travesales	2.59	●					
9	desmontaje y verificación	1.25	●					
10	traslado al horno	1.23						
TOTAL		19.34						



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
UBICACIÓN		ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD: soldadura tapa		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA:		OPERACIÓN	4			
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE	1			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	1			
TIPO: trabajador		DEMORA				
COMENTARIOS:		INSPECCIÓN	1			
		ALMACENAMIENTO				
		distancias	2,5m			
		TIEMPO	8.93			

			Símbolos					
Nº	Descripción	Tiempos (min)						
1	recepción del material	1.09	●					
2	montaje de la plancha	1.27	●					
3	verificación de medidas	0.45		●				
4	encajonamiento 3,1cm	1.56			●			
5	soldadura refuerzos y travesales	2.08	●					
6	desmontaje y verificación	1.25	●					
7	traslado al horno	1.23						●
TOTAL		8.93						





# **ANEXO 4**

## **TABLA DE TIEMPOS ACTUALES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PUERTA**



**SOLDADURA PUERTAS**

Nº	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos																DS	To	VR	TN	S	Tt
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16						
1	Recepción del material	1,3	1	0,59	1,07	1,29	1,27	1,4	1,3	1,25	0,5	1,44	1,37	1,28	0,47	0,59	1	1,762	0,926	105	0,973	0,15	<b>1,12</b>
2	Montaje de la plancha	2,03	2	1,55	2	2,1	2,3	1,63	2,06	1,35	1,17	2,4	2,04	1,59	2	1,28	1,55	2,062	1,738		1,825		<b>2,10</b>
3	Verificación de medidas	2,3	2,45	3	2,2	2,25	2,54	2	3	2,39	2,56	2,48	2,07	2,37	2,58	2,17	2	1,362	2,364		2,482		<b>2,85</b>
4	Perforación	4,2	3,56	5	4,37	5,17	4	5,53	5,01	3,38	4,37	5,23	4,53	5,6	5,39	4,6	6	8,357	4,629		4,860		<b>5,59</b>
5	Traslado a la bodega	1,33	1,07	1,53	0,53	1,1	1,25	1,14	0,59	1,38	1,17	1,26	0,6	0,57	1,27	1,42	1,3	1,658	0,966		1,014		<b>1,17</b>
6	Soldadura tubos-eje	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	0,000	2,250		2,363		<b>2,72</b>
7	Soldadura caracoles	11,27	15	13,17	12,3	14	13,3	15,27	12,07	14,29	15	16,48	14,5	16	15,23	14,5	13,06	32,042	13,938	98	14,635	0,19	<b>17</b>
8	Soldadura placa anti brocas	7,35	6,5	8,05	6,58	8	8,59	7	6,39	7,34	5,59	6,27	5,47	5,28	6,05	7,36	5,24	16,092	6,542		6,411		<b>8</b>
9	Soldadura tapa superior	2,27	2,3	2,32	2,19	2,2	2,3	2,25	2,19	2,15	2,19	2,37	2,56	2,15	2,07	2,47	2,32	0,234	2,263		2,217		<b>3</b>
10	Colocación cerámica	1	1,33	1,07	1,37	1,08	1,05	1,37	1,04	1,3	1,17	1,26	1,35	1,39	1,19	1,28	1	0,314	1,186		1,163		<b>1</b>
11	Soldadura tapa inferior	1,57	1,35	2	2,04	1,17	1,17	1,04	2,3	2,3	2,48	1,49	1,35	1,18	1,07	1,59	2	3,531	1,505	97	1,474	0,16	<b>1,71</b>
12	Soldadura refuerzos y travesales	3,3	3,3	3,27	3,42	3,21	3,3	3,21	3,17	3,25	3	3,18	3,06	3,2	3,35	3,31	3	0,215	3,216		3,120		<b>3,62</b>
13	Desmontaje y verificación	1,25	1,06	1,59	2,01	2	1,24	2,05	1,54	1,25	2	1,59	1,37	1,17	1,27	2,13	1,38	2,006	1,480		1,436		<b>1,67</b>
14	Traslado al horno	1	1,06	1,07	1	1,23	1,06	1,06	1,1	1,25	1,18	1,33	1,06	1	1,27	1,13	1,09	0,161	1,110		1,076		<b>1,25</b>
<b>TOTAL</b>		42,42	44,2	46,46	43,3	47,1	45,62	47,2	44,01	45,13	44,63	49,03	43,58	45,03	45,46	46,08	43,19						<b>53</b>



# **ANEXO 5**

## **TABLA DE TIEMPOS PROPUESTOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PUERTA**



**SOLDADURA PUERTAS**

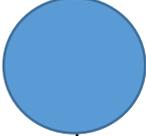
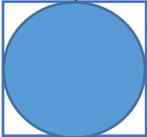
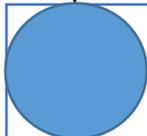
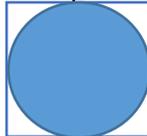
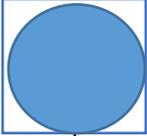
Nº	ACTIVIDAD	Lectura de tiempos																DS	To	VR	TN	S	Tt
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16						
1	Montaje de la plancha	2,03	2	1,55	2	2,1	2,3	1,63	2,06	1,35	1,17	2,4	2,04	1,59	2	1,28	1,55	2,062	1,738	105	1,825	0,15	2,10
2	Verificación de medidas	2,3	2,45	3	2,2	2,25	2,54	2	3	2,39	2,56	2,48	2,07	2,37	2,58	2,17	2	1,362	2,364		2,482		2,85
3	Perforación	4,2	3,56	5	4,37	5,17	4	5,53	5,01	3,38	4,37	5,23	4,53	5,6	5,39	4,6	6	8,357	4,629		4,860		5,59
4	Soldadura tubos-eje	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	0,000	2,250		2,363		2,72
5	Soldadura caracoles	11,27	15	13,17	12,3	14	13,3	15,27	12,07	14,29	15	16,48	14,5	16	15,23	14,5	13,06	32,042	13,938	98	13,660	0,19	17
6	Soldadura placa anti brocas	7,35	6,5	8,05	6,58	8	8,59	7	6,39	7,34	5,59	6,27	5,47	5,28	6,05	7,36	5,24	16,092	6,542		6,411		8
7	Soldadura tapa superior	2,27	2,3	2,32	2,19	2,2	2,3	2,25	2,19	2,15	2,19	2,37	2,56	2,15	2,07	2,47	2,32	0,234	2,263		2,217		3
8	Colocación cerámica	1	1,33	1,07	1,37	1,08	1,05	1,37	1,04	1,3	1,17	1,26	1,35	1,39	1,19	1,28	1	0,314	1,186		1,163		1
9	Soldadura tapa inferior	1,57	1,35	2	2,04	1,17	1,17	1,04	2,3	2,3	2,48	1,49	1,35	1,18	1,07	1,59	2	3,531	1,505	97	1,459	0,16	1,71
10	Soldadura refuerzos y travesales	3,3	3,3	3,27	3,42	3,21	3,3	3,21	3,17	3,25	3	3,18	3,06	3,2	3,35	3,31	3	0,215	3,216		3,120		3,62
11	Desmontaje y verificación	1,25	1,06	1,59	2,01	2	1,24	2,05	1,54	1,25	2	1,59	1,37	1,17	1,27	2,13	1,38	2,006	1,480		1,436		1,67
<b>TOTAL</b>		38,79	41,1	43,27	40,7	43,4	42,04	43,6	41,02	41,25	41,78	45	40,55	42,18	42,45	42,94	39,8						<b>49</b>



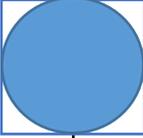
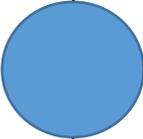
# **ANEXO 6**

## **DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE LA PUERTA**



PUERTA			
N°	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	OBSERVACIÓN
1	Montaje de plancha-mesa de trabajo		
2	Medición y verificación de planos		
3	Perforación		
4	Ensamble tubos-eje		PROCESO DE SOLDADURA
5	Ensamble de caracoles		
6	Ensamble placa anti brocas		
7	Ensamble tapa superior		



8	Colocación cerámica		
9	Ensamble tapa inferior		
10	Refuerzos y travesales		
11	Desmontaje puerta		



# **ANEXO 7**

## **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS ACTUAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE LA PUERTA**



**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS**

UBICACIÓN		ACTIVIDAD			
ACTIVIDAD: soldadura puerta		EVENTO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA:		OPERACIÓN	5		
PERADOR:	ANALISIS:	TRANSPORTE			
MÉTODO: presencial		COMBINADO	5		
		DEMORA			
TIPO: trabajador		INSPECCIÓN	1		
		ALMACENAMIENTO			
COMENTARIOS:		distancias	5m		
		TIEMPO	49		



N°	Descripción	Tiempos (min)	Símbolos						
									
1	montaje de la plancha	2.10	●						
2	verificación de medidas	2.85		■					
3	perforación	5.59	●						
4	soldadura tubos-eje	2.72			●				
5	soldadura caracoles	17.42			●				
6	soldadura placa antibrocas	7.63			●				
7	soldadura tapa superior	2.64			●				
8	colocación ceramica	1.38	●						
9	soldadura tapa inferior	1.71			●				
10	soldadura refuerzos y travesales	3.62	●						
11	desmontaje y verificación	1.67	●						
TOTAL		49							



# **ANEXO 8**

## **PROPUESTA DE LAYOUT**

