

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

---

Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos y su impacto  
en la productividad de una factoría en Trujillo - 2023

---

Línea de Investigación: Diseño, manufactura y mecanización

Sub Línea de Investigación: Diseño de procesos industriales y fabricación de  
productos

Autores:

Gonzales Tirado, Arnold Steeven

Vega Morales, Sergio Arturo

Jurado evaluador:

Presidente : Muller Solón, José Antonio

Secretario : Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Vocal : Caballero García, Ana María

Asesor:

Urcia Cruz, Manuel

Código Orcid: <http://orcid.org/0000000182860597>

Trujillo-Perú

2023

Fecha de Sustentación: 08/04/2024

# Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos y su impacto en la productividad de una factoría en Trujillo - 2023

## ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[repositorio.upn.edu.pe](https://repositorio.upn.edu.pe)

Internet Source

Dr. Ing. MANUEL URCIA CRUZ  
Ingeniero Industrial  
Reg. CIP: 27703  
Reg. SINEACE: 0862  
RPG UNT: 614

9%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Internet Source

8%

3

[repositorio.upao.edu.pe](https://repositorio.upao.edu.pe)

Internet Source

1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

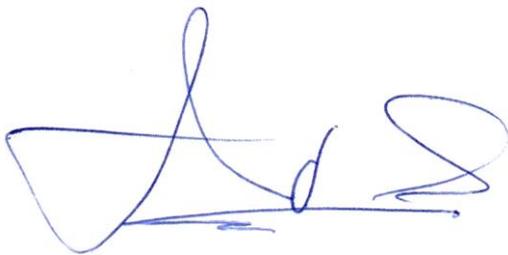
Exclude bibliography On

## **Declaración de Originalidad**

Yo, *URCIA CRUZ MANUEL*, docente del Programa de Estudio Ingeniería Industrial, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: “Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos y su impacto en la productividad de una factoría en Trujillo - 2023”, autores los bachilleres: *VEGA MORALES, SERGIO ARTURO* y *GONZALES TIRADO, ARNOLD STEEVEN*; dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (03/04/2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 03 de abril del 2024



---

Asesor: *Urcia Cruz Manuel*

DNI: 18208167

ORCID: <http://orcid.org/0000000182860597>



---

Autor: *Gonzales Tirado Arnold Steeven*

DNI: 72886168



---

Autor: *Vega Morales Sergio Arturo*

DNI: 73319515

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

---

Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos y su impacto  
en la productividad de una factoría en Trujillo - 2023

---

Línea de Investigación: Diseño, manufactura y mecanización

Sub Línea de Investigación: Diseño de procesos industriales y fabricación de  
productos

Autores:

Gonzales Tirado, Arnold Steeven

Vega Morales, Sergio Arturo

Jurado evaluador:

Presidente : Muller Solón, José Antonio

Secretario : Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Vocal : Caballero García, Ana María

Asesor:

Urcia Cruz, Manuel

Código Orcid: <http://orcid.org/0000000182860597>

Trujillo-Perú

2023

Fecha de Sustentación: 08/04/2024

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

---

Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos y su impacto  
en la productividad de una factoría en Trujillo - 2023

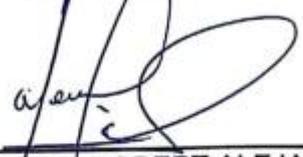
---

**APROBADO EN CONTENIDO Y ESTILO POR:**



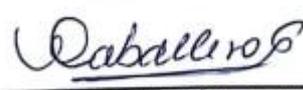
---

MULLER SOLÓN, JOSÉ ANTONIO  
PRESIDENTE  
CIP: 41187



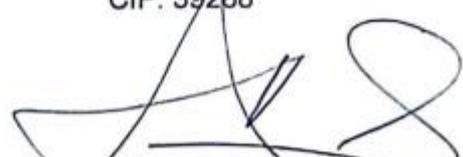
---

NECIOSUP GUIBERT, ROBERT ALEJANDRO  
SECRETARIO  
CIP: 44864



---

CABALLERO GARCÍA, ANA MARÍA  
VOCAL  
CIP: 39288



---

URCÍA CRUZ, MANUEL  
ASESOR  
CIP: 27703

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres, quienes siempre han sido mi mayor inspiración y me han brindado su apoyo incondicional en cada paso de mi educación. Gracias por creer en mí y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Agradezco a mi novia por su comprensión y apoyo durante esta etapa. Sus palabras de aliento y su presencia han sido una fuente de fortaleza para mí.

Agradezco también a mi asesor de tesis, cuya guía experta y conocimientos han sido fundamentales en el desarrollo de este trabajo. Su paciencia y compromiso con mi crecimiento académico han sido de gran valor.

A todos aquellos que, de alguna manera, han sido parte de este proceso de titulación, les agradezco infinitamente por su contribución y por haber sido parte de este logro.

**Arnold Steeven Gonzales Tirado**

Dedico este trabajo a mis padres Arturo y Angela por ser mi soporte en todo momento y por darme la fortaleza tanto económica como emocional durante estos años de estudios.

A mi hermano Marcelo que desde la distancia siempre me apoya y me da animo cada semana con sus mensajes, a mi hermano Alessandro por sus ocurrencias y a enseñarme a no rendirme.

Una dedicatoria especial para mis abuelitos Coco y María que siempre me apoyaron.

**Sergio Arturo Vega Morales**

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesor de tesis, Dr. Manuel Urcia Cruz, por su guía, apoyo y paciencia a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus conocimientos y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia y a mi novia, les agradezco por su apoyo incondicional y por ser mi fuente constante de motivación. Su comprensión y aliento fueron fundamentales para superar los desafíos que surgieron durante este proceso.

Este logro no habría sido posible sin la colaboración y apoyo de todos ustedes. Gracias sinceramente.

**Arnold Steeven Gonzales Tirado**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por brindarme la salud física y darme la fuerza de adquirir los conocimientos impartidos por mis docentes en todo el proceso de mi carrera Profesional.

A mis Padres Arturo y Angela por ser mi soporte y ayuda en todo momento durante esta etapa de mi vida, por su ánimo, aliento constante y no dejarme rendir en los diferentes momentos que se me presentaron.

A mis hermanos Angelo y Marcelo por su aliento y motivación

A mi asesor de Tesis Manuel Urcia y Docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial, por su enseñanza y conocimientos adquiridos.

Y todos los que me apoyaron de alguna manera en el culmino de este trabajo.

**Sergio Arturo Vega Morales**

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el impacto del diseño de ingeniería de tiempos y movimientos en la productividad de la producción de tornillos de bronce en una factoría en Trujillo, 2023. Mediante una investigación aplicada, explicativa, correlacional y no experimental, se analizó el proceso de producción durante 30 semanas, utilizando encuestas y análisis documental como técnicas de recolección de datos. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en la eficiencia del proceso de manufactura, reflejado en una reducción del tiempo de producción y una optimización de los movimientos operativos, con un valor de " $p=0.02 < 0.05$ ", lo que implica el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa. Tras la implementación de las mejoras, se logró una notable optimización en el proceso de producción: el tiempo de ciclo del operario se redujo en aproximadamente 25 minutos, aumentando la eficacia del hombre a un 62.49% y la utilización de la máquina a un 61.77%. Además, se observó una disminución en los suplementos de tiempo del 15% al 12%, contribuyendo a una mejora global en la productividad de 53.85%, en comparación con el estado inicial, lo que significó un aumento en la productividad del 15.39%. Se concluye que el diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos ha incrementado la productividad de la fabricación de tornillos metálicos en la factoría, evidenciando su eficacia y viabilidad económica.

**Palabras claves:** Fabricación, productividad, tornillos, factoría, ingeniería de tiempos y movimientos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the impact of the engineering design of times and movements on the productivity of the production of bronze screws in a factory in Trujillo, 2023. Through applied, explanatory, correlational and non-experimental research, the production process for 30 weeks, using surveys and documentary analysis as data collection techniques. The results showed a significant increase in the efficiency of the manufacturing process, reflected in a reduction in production time and an optimization of operational movements, with a value of " $p=0.02 < 0.05$ ", which implies the rejection of the hypothesis. null and the acceptance of the alternative hypothesis. After the implementation of the improvements, a notable optimization was achieved in the production process: the operator's cycle time was reduced by approximately 25 minutes, increasing human efficiency to 62.49% and machine utilization to 61.77%. In addition, a decrease in time supplements was observed from 15% to 12%, contributing to an overall improvement in productivity of 53.85%, compared to the initial state, which meant an increase in productivity of 15.39%. It is concluded that the improvement design based on method engineering has increased the productivity of the manufacturing of metal screws in the factory, evidencing its effectiveness and economic viability.

**Keywords:** Manufacturing, productivity, screws, factory, time and motion engineering.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Realidad problemática.....	1
1.2.	Descripción del problema .....	3
1.3.	Formulación del problema .....	3
1.4.	Justificación.....	3
1.4.1.	Social .....	3
1.4.2.	Teórica.....	3
1.4.3.	Práctica.....	3
1.4.4.	Metodológica.....	4
1.5.	Objetivos .....	4
1.5.1.	Objetivo general.....	4
1.5.2.	Objetivos específicos .....	4
II.	MARCO DE REFERENCIA .....	5
2.1.	Antecedentes del estudio .....	5
2.1.1.	A nivel internacional.....	5
2.1.2.	A nivel nacional.....	6
2.1.3.	A nivel local.....	7
2.2.	Marco teórico.....	7
2.2.1.	Ingeniería de métodos .....	7
2.2.2.	Estudio de tiempos .....	9
2.2.3.	Estudio del método de trabajo .....	11
2.2.4.	Herramientas de ingeniería.....	12
2.3.	Marco Conceptual .....	14
2.3.1.	Estudio de movimientos.....	14
2.3.2.	Fabricación de piezas metálicas.....	14
2.3.3.	Diagrama de Recorrido (DR).....	14
2.3.4.	Productividad.....	14
2.3.5.	Productividad Parcial.....	14
2.3.6.	Productividad Total.....	14
2.3.7.	Tornillos metálicos de cobre.....	14
2.3.8.	Maestranza.....	14
2.4.	Hipótesis.....	14
2.5.	Variables e indicadores .....	15

2.5.1. Variable independiente: Estudio del método de trabajo.....	15
2.5.2. Variable dependiente: Productividad. ....	15
2.5.3. Operacionalización de variable .....	16
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	17
3.1.1. Tipo.....	17
3.1.2. Nivel.....	17
3.2. Población y muestra .....	17
3.2.1. Población.....	17
3.2.2. Muestra.....	17
3.3. Diseño de investigación.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....	18
3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	18
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	19
4.1. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1 .....	20
4.2. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2 .....	20
4.3. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3 .....	32
4.4. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 4 .....	35
4.5. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 5 .....	41
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	46
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i> .....	16
Tabla 2. <i>Técnicas e instrumentos</i> .....	18
Tabla 3. <i>Productividad actual</i> .....	20
Tabla 4. <i>Frecuencia de problemas según diagrama de Ishikawa</i> .....	24
Tabla 5. <i>Descripción de actividades iniciales</i> . ....	25
Tabla 6. <i>Diagrama de operaciones iniciales</i> . ....	26
Tabla 7. <i>Diagrama de análisis de procesos iniciales</i> . ....	27
Tabla 8. <i>Tiempo de actividades iniciales</i> . ....	30
Tabla 9. <i>Tiempo del operario</i> .....	30
Tabla 10. <i>Suplemento de tiempos inicial</i> . ....	31
Tabla 11. <i>Diagrama bimanual del método de trabajo</i> . ....	32
Tabla 12. <i>Descripción de actividades finales</i> .....	35
Tabla 13. <i>Diagrama de procesos finales</i> . ....	37
Tabla 14. <i>Tiempo de actividades finales</i> . ....	39
Tabla 15. <i>Tiempos del operario</i> . ....	39
Tabla 16. <i>Suplementos de tiempo final</i> . ....	40
Tabla 17. <i>Comparación del tiempo de ciclo estándar</i> .....	41
Tabla 18. <i>Corporativa de la productividad de la máquina</i> .....	41
Tabla 19. <i>Comparativa de la productividad del operario</i> . ....	42
Tabla 20. <i>Comparativa de la productividad</i> . ....	42
Tabla 21. <i>Prueba de hipótesis</i> . ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	23
Figura 2. <i>Diagrama de recorrido inicial</i> .....	29
Figura 3. <i>Diagrama de operaciones final</i> .....	36
Figura 4. <i>Diagrama de recorrido final</i> .....	38

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

A nivel internacional, en la Unión Europea (UE); se examina la eficiencia productiva en más de 20 naciones industrializadas en el sector de la fabricación y las plantas de producción. Durante esta evaluación, se pudo verificar que el sector comercial ha experimentado un aumento del 4.1% anual en la última década, siendo Estados Unidos el líder en este crecimiento, impulsado por elementos que fomentan una economía más competitiva y dispuesta (Mas & Robledo, 2018). De igual manera, en América Latina, se observa una notable producción de cobre en Chile, que alcanzó un volumen de 5,6 millones de toneladas en el año 2019, consolidándose como el líder global en la producción de este mineral. Le siguen en el ranking Perú y China, con cifras de 2,4 y 1,6 millones de toneladas, respectivamente. En los últimos años, se han observado cambios significativos en la producción global de cobre, llegando a alcanzar los 20 millones de toneladas en el año 2019, siendo Chile el país líder en su producción. Asimismo, se produjo un incremento del 15% al finalizar el año 2021 (Banco Mundial, 2020)

A nivel nacional, la productividad en las empresas dedicadas a la factoría, las cuales han tenido un crecimiento económico importante a lo largo de los años, debido a su importancia en la fabricación de herramientas y artículos complementarios para repuestos, han incrementado los niveles tanto de trabajo, mano de obra e insumos; considerando uno de los factores a mejorar (Céspedes, Lavado, & Ramírez, 2017). Así mismo, según información de la agencia Andina, las factorías dedicadas a la producción de herramientas y artículos han tenido mayor incremento de la producción, debido a que Perú se encuentra entre los principales exportadores de cobre. Sin embargo, la productividad ha sufrido brechas debido a la competitividad de países desarrollados, los cuales tienen una producción muy superior y los precios están muy por debajo del mercado (Instituto Peruano de Economía, 2017).

A nivel local, hay muchas empresas que utilizan el cobre para la fabricación de diferentes piezas y productos metálicos, sobre todo en la industria metalmeccánica que se encarga tanto del diseño, la fabricación

misma y venta (Vera, 2010). En nuestra ciudad hay diferentes empresas que tienen como actividad principal la fabricación de piezas para otras empresas del sector, siendo proveedores fundamentales para el crecimiento de la industria.

Una factoría trujillana tiene dentro de sus actividades la fabricación de tornillos metálicos, siendo estos de cobre y los cuales son vendidos a su cliente principal, otra empresa encargada de producir soda caustica y en su proceso de electrolisis es donde utiliza los tornillos metálicos de cobre. La fabricación de estos tornillos metálicos de cobre representa un importante ingreso para la factoría, teniendo un alto costo de 60 dólares la unidad y por ser el producto que permite cumplir con las metas mensuales de la empresa.

Se seleccionó una empresa en Trujillo, dedicada al procesamiento de metales, esta empresa elabora componentes metálicos mediante mecanizado, realiza soldadura TIG y se especializa en la confección de estructuras de metal. Este estudio se enfocó en la operación de mecanizado de piezas metálicas dentro de su línea de producción de tornillos de cobre. Estos tornillos se fabrican y se venden a clientes exclusivos, así como a empresas que se dedican únicamente a la comercialización de repuestos para maquinaria pesada y piezas metálicas.

Durante los últimos tres años, esta empresa ha experimentado una caída en la eficiencia de la línea de producción de tornillos de cobre, con una estimación de disminución del 4.1%. Esta disminución se atribuye a las fluctuaciones en la producción, especialmente durante los años 2019 y 2020 debido a la pandemia por la Covid-19. Durante el estudio, se identificaron varios problemas, siendo el más destacado la falta de capacitación de los empleados que operaban las máquinas de forma inadecuada. Además, el uso de herramientas inapropiadas causaba fatiga muscular y generaba períodos de inactividad en las tareas de los operarios. También se observó la falta de métodos de trabajo actualizados, que sirvieran como guía para los operarios, así como la ausencia de tiempos designados para cada tarea. Esto permitía que los operarios trabajaran según su propio ritmo, lo que provocaba retrasos

en la producción y pérdidas económicas al no alcanzar los objetivos establecidos.

## **1.2. Descripción del problema**

Una empresa en Trujillo dedicada a la fabricación de tornillos de cobre enfrenta desafíos que afectan su productividad, tales como falta de capacitación del personal, uso ineficiente de herramientas y métodos de trabajo obsoletos, contribuyendo a una disminución del 4.1% en su eficiencia en los últimos tres años.

## **1.3. Formulación del problema**

¿De qué manera el estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos impacta en la productividad de una factoría en Trujillo – 2023?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Social**

Esta investigación contribuirá no solo a resolver los problemas de la empresa en cuestión, sino que también se convertirá en un modelo de referencia para otras organizaciones dentro del mismo sector. Así, servirá como una guía para futuros estudios que enfrentarán problemas similares y, en última instancia, generarán beneficios para la sociedad en general.

### **1.4.2. Teórica**

Este estudio recopila las definiciones y conceptos contemporáneos relacionados con la ingeniería de tiempos y movimientos, en el contexto de la problemática mencionada. Estos hallazgos son valiosos para investigadores y estudiantes que busquen información relevante para investigaciones futuras.

### **1.4.3. Práctica**

La investigación buscará ofrecer una solución que se enfoque en mejorar el desarrollo de los objetivos en la empresa, especialmente aquellos afines con la productividad, lo que tendrá un impacto directo en el rendimiento de los empleados, aportando beneficios significativos a la organización.

#### **1.4.4. Metodológica**

Este estudio sigue un enfoque cuantitativo, utilizando técnicas y herramientas adquiridas durante la formación académica para asegurar la objetividad en los resultados. Además, se llevará a cabo un análisis estadístico que abarcará tanto el análisis descriptivo como el inferencial. Los instrumentos utilizados en la investigación serán validados por el coeficiente de t- student.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el impacto del diseño de la ingeniería de tiempos y movimientos en la producción de tornillos de bronce en una Factoría de Trujillo, 2023.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la productividad actual en la factoría.
- Identificar la situación actual del proceso de fabricación.
- Analizar el método de trabajo en función a la ingeniería de métodos.
- Diseñar un nuevo método de trabajo para el proceso de producción de tornillos de bronce.
- Comparar la situación en la factoría antes y post mejora.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. A nivel internacional**

Según Quintero (2019) llamada “Estudios de métodos y tiempos para proceso de Batanado en empresa textil”, el propósito consistió en realizar un minucioso examen de los métodos de ingeniería con el fin de incrementar la eficiencia en la producción dentro de la entidad. Con relación a la metodología, se refinó una investigación superpuesta mediante la aplicación de herramientas que se enfocaron en abordar un problema particular desde una perspectiva cuantitativa, generando datos numéricos y diseños no basados en la experiencia empírica. Los resultados muestran que la eficiencia esperada es del 80,23%, la carga de trabajo es del 58,69%, el tiempo de actividad de la máquina es de 6,6 horas, el tiempo de ciclo es de 7,61 y el tiempo de inactividad es de 3,67 minutos.

Esta referencia contribuyó a la investigación el uso del cuestionario empleado con los trabajadores de la empresa; constituyendo una herramienta esencial para este estudio en virtud de su relevancia para recopilar información.

Según Dussan (2017) en su investigación titulada “Estudio de métodos y tiempos para mejorar y/o fortalecer los procesos en el área de producción de la empresa confecciones Gregory-Ibague”, el objetivo primordial consiste en la aplicación de la ingeniería de procesos y el análisis de tiempos en la línea de producción. Para alcanzar este propósito, se ha dado un énfasis considerable en la creación de diagramas de flujo y cronogramas analíticos del proceso. La metodología propuesta se caracteriza por su enfoque cuantitativo, su aplicación práctica.

Los resultados obtenidos muestran un aumento del 66% en la producción de la línea y en la eficiencia de la mano de obra.

Esta referencia contribuye al estudio proporcionando un registro y análisis teórico que sirve de base para el estudio y permitirá tener un marco analítico sólido.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Según Andrade, Del Rio y Alvear (2019) en su estudio titulado “Estudio de Tiempos y Movimientos para Aumentar la Eficiencia en una Organización de Producción en Calzado”, El propósito principal de esta investigación consiste en determinar la producción generada después de llevar a cabo mejoras en los procesos, utilizando el análisis de tiempos y movimientos como punto de partida. La metodología empleada se sustenta en un diseño cuasi experimental, con un enfoque práctico y cuantitativo. El estudio se centra en la fabricación de calzado de talla 40 durante un período de cuatro semanas. Para recopilar información, se empleó principalmente la técnica de observación directa.

Los resultados evidenciaron una mejora notable en la fabricación, mostrando un incremento del 5.04% en la producción.

Este dato contribuyó al informe proporcionando información y una base teórica que servirá como orientación para definir conceptos y una comprensión más profunda de las variables en el estudio.

Según Collado y Rivera (2018) en su investigación titulada “Mejora de la productividad por medio de la aplicación de herramientas de ingeniería de procedimientos en un taller mecánico automotriz”,

El propósito fundamental consiste en la optimización del proceso de evaluación de tiempos en diversas operaciones a través de una metodología de investigación práctica que hace uso de herramientas de calidad, adoptando un punto de vista orientado a la cuantificación y un diseño de carácter cuasi empírico. La muestra comprende información de seis grupos a lo largo de un período de 72 directrices, que abarca desde inicios de mayo a fines de agosto. Los efectos indicaron que al aplicar estos dispositivos con fines de mejora resultó en un incremento en la producción, elevándose del 97,49% al 98,2%.

Esta experiencia facilita el desarrollo de herramientas de recopilación de datos y personalización de encuestas que ayudarán a identificar problemas urgentes dentro de la empresa.

### **2.1.3. A nivel local**

Según Pérez (2020) en su investigación titulada “Estudio De Métodos y Tiempos para incrementar la productividad en el proceso productivo de Néctar de maracuyá envasado en la Planta Piloto UPAO, Trujillo – 2018”, tuvo como fin primordial, el análisis de métodos y tiempos con el objetivo de mejorar la eficiencia en la elaboración de néctar en la Planta Piloto UPAO. La metodología empleada fue no experimental, explicativa y correlacional. Para este examen, se consideró una población que abarcaba toda la producción anual correspondiente al año 2022.

El resultado obtenido reflejó un incremento significativo en los procesos de Lavado (80,43%) y Envasado (168,93%). Se ha comprobado que la implementación de estudios sobre métodos y tiempos en los procesos críticos resultó en un notable incremento productivo acorde a lo esperado.

Este antecedente enriqueció la investigación al involucrar el progreso y el ajuste de instrumentos para recopilar datos, lo que facilitará la identificación de la problemática actual en la empresa.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Ingeniería de métodos**

Según con Palacios (2016) la ingeniería de procedimientos, es una disciplina que se enfoca en la relación entre las personas y las actividades industriales asociadas a la fabricación de productos o prestación de servicios. En relación con esto, su punto de vista se basa en asignar a cada operario el lugar más adecuado para realizar sus tareas específicas, aprovechando sus habilidades y destrezas para transformar las materias primas en productos terminados dentro del proceso. También incluye elegir cuándo y cómo participar en estas actividades. Además, esta rama de la ingeniería se ocupa del análisis de dos elementos cruciales en la producción de bienes o servicios: el análisis de movimiento y el análisis de tiempo. Otras responsabilidades de esta disciplina se sustentan posteriormente en estos factores.

- Reconoce los métodos más adecuados para distribuir los materiales, conjuntos, tecnología y otros recursos disponibles dentro de la organización.
- Define la forma más efectiva de utilizar las herramientas logísticas integradas en la cadena de producción, tales como el transporte y el almacenamiento.

Según González y Arcienagas (2016) la ingeniería de procedimientos se encarga de realizar un análisis minucioso de las actividades realizadas a cabo en las estaciones de trabajo, identificando los problemas que puedan surgir mientras los trabajadores realizan sus tareas; desde ello consigue decidir una interrelación entre los dos actores en el proceso benéfico.

#### a) Importancia

En palabras de Palacios (2016) Según se afirma, esta disciplina tiene una gran importancia, ya que se encarga de establecer y evaluar el desempeño de los empleados en sus diferentes ocupaciones o tareas. El objetivo es lograr la mejor eficiencia posible, teniendo en cuenta tanto la contratación como la formación de nuevos trabajadores, para evitar que la reducción de mano de obra se convierta en una externalidad negativa que afecte negativamente a la empresa. Además, con el paso del tiempo, estos costos de contratación y capacitación tienden a aumentar, ya que la empresa enfrenta dificultades para encontrar personal calificado y se ve obligada a contratar a trabajadores con menos experiencia que ingresan al mundo laboral y, luego a la firma.

#### b) Aplicaciones y uso

Según con Kiran (2020) en la industria, aún se sigue utilizando ampliamente el factor humano en el proceso de producción. Por este motivo la ingeniería de procedimientos sigue siendo notable desde su tratado en las primicias de la ingeniería. En este marco, el análisis de sistemas permite mejorar las operaciones y eliminar actividades comerciales, lo que enfatiza la importancia de utilizar el conocimiento en la toma de decisiones efectivas en la gestión efectiva de esta área. Además, de acuerdo con la perspectiva de Palacios en su trabajo de

2016, la ingeniería de procedimientos no se limita únicamente a la gestión de la fuerza laboral, sino que también puede desempeñar un papel fundamental en otros contextos o situaciones para lograr una gestión más eficiente.

Además de su relevancia popular en la gestión laboral, esta disciplina también contribuye al agrupamiento de procesos de mantenimiento, segmentando la maquinaria de manera más eficiente según cada tipo de tarea. Además, establece pautas mejoradas para el uso de materiales y evalúa indicadores de productividad en la planta. Se realiza una valoración de los trabajos manuales durante el proceso de producción con el objetivo de optimizar los recursos y la mano de obra disponible. Por último, se implementan métodos claros para la carga y descarga de materiales como parte de los esfuerzos para salvar la salud de los trabajadores; Diversos estudios han destacado su relevancia en disciplinas ergonómicas relacionadas con los movimientos cuidadosos entre los empleados.

### **2.2.2. Estudio de tiempos**

Según Brenes (2015) esta medida proporciona información básica sobre el tiempo necesario para completar todos los pasos del proceso de fabricación y se utiliza en estudios de datos experimentales en condiciones estándar para obtener resultados de medición precisos. A través de un análisis detallado de los tiempos en el estudio, se fundamentan estándares para todas las ocupaciones, lo que permite comparar el rendimiento de cada trabajador y así determinar la óptima de tareas.

#### **a) Requerimientos.**

Antes de comenzar a estudiar, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Para instaurar un estándar, es crucial que el operador tenga un dominio perfecto de la técnica que se está estudiando.

- El método utilizado para estudiar debe ser estandarizado y consistente.
  - Tanto los empleados y sus supervisores como los representantes sindicales deben saber que se están realizando evaluaciones.
  - Los analistas necesitan una formación adecuada, junto con todas las herramientas esenciales necesarias para llevar a cabo una evaluación de manera eficaz.
  - El equipo estándar incluye al menos un cronómetro, formatos o hojas imprimibles más calculadoras, mientras que dispositivos adicionales como cámaras/grabadoras junto con cronómetros dobles/cronómetros electrónicos combinados con computadoras personales multiplicarán aún más la eficacia durante el análisis.
- b) Es vital una actitud tranquila tanto por parte de los trabajadores sometidos a examen por los analistas que deben hacerlo sin ejercer presiones innecesarias sobre aquellos a quienes evalúan.
- c) Objetivos
- Reducir el período necesario para completar las tareas.
  - Economizar capitales y reducir gastos en la medida de lo posible.
  - Producir sin comprometer los suministros o la eficiencia energéticos.
  - Crear un producto cada vez más fiable y con una calidad superior.
- d) Medición del trabajo en factor al tiempo estándar.
- García, R (2005) propone un enfoque de investigación que se basa en la utilización de varias técnicas para determinar el contenido de una tarea específica y establecer el tiempo que un colaborador competente requiere para completarla de acuerdo con una norma de rendimiento predefinida. Los objetivos de la medición del trabajo son dobles: por un lado, determinar el tiempo estándar necesario para llevar a cabo la tarea y, por otro lado, mejorar la eficiencia del trabajo.

El primer paso en el proceso de estudio de tiempos es la determinación del tiempo estándar. Aunque el analista puede considerar necesario volver a observar las operaciones, esta etapa no requiere habilidades aritméticas avanzadas. Implica cálculos simples que pueden ser realizados rápidamente con la ayuda de un asistente o mediante el uso de una hoja de cálculo. Sin embargo, se necesita una sólida capacidad de análisis para evaluar la consistencia de los datos obtenidos durante la fase de observación, así como un claro conocimiento de las medidas a tomar según la situación actual (Rivera, 2014).

e) Tiempo suplementario personal

El tiempo suplementario personal es aquel tiempo generado por interrupciones en el trabajo, por ejemplo: Necesidades fisiológicas, break, interrupciones producidas por esfuerzo mental o físico, entre otros puntos (Rivera, 2014).

Para el cálculo del tiempo estándar es importante considerar el tiempo estándar y se considera como norma para todas las actividades productivas un 5% de esto.

$$TS = TN (1 + S)$$

TS= Tiempo estándar, TN= Tiempo Normal, S =Suplementos.

### **2.2.3. Estudio del método de trabajo**

En este contexto, cada tarea se analiza cuidadosamente para determinar el método más adecuado para su ejecución. Esto incluye considerar las tareas a realizar, el flujo de trabajo, la distribución del área, las herramientas necesarias, las condiciones ambientales y la frecuencia de repetición de cada actividad que involucra a las personas. A través de esta investigación, los costos se reducen al centrarse en la optimización del espacio y la precisión del tiempo de ejecución.

## **2.2.4. Herramientas de ingeniería**

### **2.2.4.1 Diagrama de Ishikawa**

Para Valenzuela (2000), el Diagrama de Ishikawa, comúnmente llamado "espina de pescado" debido a su forma característica, y formalmente conocido como Diagrama Causa-Efecto (CE), es una herramienta empleada para organizar la información con el propósito de clarificar la identificación de las causas fundamentales de un problema. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este instrumento por sí solo no puede determinar la causa raíz del problema.

El CE provee varias funciones simples: representa visualmente los elementos que pueden contribuir al fenómeno o impacto estudiados; muestra claramente las interacciones entre estos posibles componentes causales; e hipotetiza sobre estas conexiones cualitativamente. Es posible encontrar repetidamente algún componente culpable apareciendo en diferentes secciones del diagrama. El objetivo principal detrás del uso del CE es establecer relaciones tentativas antes de realizar investigaciones experimentales más detalladas para determinar causalidades específicas necesarias en cada caso individual.

### **2.2.4.2 Diagrama de Pareto**

Para López (2016), el diagrama de Pareto es una herramienta analítica que simplifica la identificación de las causas más relevantes de una dificultad en comparación con aquellas menos significativas. Su base se encuentra en la premisa de que las causas de los problemas pueden clasificarse en dos categorías: esenciales (menos frecuentes) y menos esenciales (más frecuentes). Este enfoque se sustenta en el principio de Pareto, que sostiene que el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas. El diagrama de Pareto ofrece una representación gráfica de la distribución de los elementos, proporcionando información clave.

### **2.2.4.3 Diagrama de procesos**

Para Rodríguez (2017), el diagrama de operaciones del proceso (DOP), este es un diagrama que ilustra las actividades y evaluaciones dentro de un sistema productivo. Sirve como representación gráfica del proceso de creación o prestación de servicios, mostrando tanto las tareas completadas como aquellas pendientes, así como los materiales utilizados en el mismo orden cronológico continuo. El propósito principal del diagrama es registrar solamente aquellos procedimientos e inspecciones más importantes para medir la efectividad general sin enfocarse en quién realiza cada tarea ni su ubicación física específica.

### **2.2.4.4 Diagrama analítico de procesos.**

Esta herramienta analiza de manera detalla la redistribución de la planta, limitando los proyectos por la ampliación según la capacidad de las instalaciones, en esta investigación adoptando 03 cursogramas, siendo los siguientes:

- Se denomina Cursograma del Operario a un esquema que detalla las tareas ejecutadas por el empleado.
- El Cursograma de Material, en cambio, representa visualmente cómo se maneja y procesa dicho material.
- Por último, el Cursograma de Equipo concentra datos sobre la correcta utilización de todos los equipos empleados en la línea productiva.

Estos componentes son de suma importancia, ya que constituyen la herramienta más eficaz para perfeccionar los procedimientos laborales. Sin importar la técnica concreta que se aplique posteriormente, la creación del diagrama siempre marca el punto de partida. Aunque es posible que los empleados no estén familiarizados con técnicas de registro más avanzadas, es posible que comprendan que un diagrama o cuadro que utilice diferentes símbolos para representar la espera o el transporte indica esta necesidad.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Estudio de movimientos.**

Término que se refiere a la ingeniería de procedimientos

### **2.3.2. Fabricación de piezas metálicas.**

Proceso donde un metal como el acero o hierro pasa por un proceso de conversión o transformación.

### **2.3.3. Diagrama de Recorrido (DR).**

Esquema donde se muestra el recorrido de la planta en un plano de tipo bidimensional o tridimensional.

### **2.3.4. Productividad.**

Indicador que muestra la relación de lo producido y los recursos empleados para producir aquel producto.

### **2.3.5. Productividad Parcial.**

Se refiere a la relación que se establece entre la producción total de un sistema y uno de sus recursos o insumos, calculado al dividir la salida total entre una entrada específica.

### **2.3.6. Productividad Total.**

Son todos los recursos (entradas) empleados en la producción entre el total de productos que salen.

### **2.3.7. Tornillos metálicos de cobre.**

También llamados ejes, son tornillos anchos de cobre de mayor tamaño y diámetro y se utilizan en prensas.

### **2.3.8. Maestranza.**

Se trata de la agrupación de talleres y oficinas asignadas a labores relacionadas con la obra y la mecánica.

## **2.4. Hipótesis**

El Estudio del método de trabajo en la línea de fabricación de tornillos impacta significativa y positivamente en la productividad de una factoría en Trujillo – 2023.

## **2.5. Variables e indicadores**

**2.5.1. Variable independiente:** Estudio del método de trabajo.

**2.5.2. Variable dependiente:** Productividad.

### 2.5.3. Operacionalización de variable

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Teórica	Dimensión	Indicador
Estudio del método de trabajo	Esta técnica tiene como objetivo la productividad utilizando los mismos recursos o alcanzar el mismo nivel de producción con menos recursos. Esto se logra a través de un análisis exhaustivo y crítico de las operaciones, métodos y procedimientos de trabajo, buscando identificar y aplicar mejoras sistemáticas.	El diseño propuesto basado en la ingeniería de métodos el cual se encargará de analizar los tiempos y métodos de trabajo.	Estudio de Tiempos  Estudio de métodos de trabajo	$TS = TN (1 + S)$ <p>TS = Tiempo estándar, TN = Tiempo Normal, S = Suplementos</p> $\%ANV = \frac{\sum ANV}{\sum AT} \times 100$ <p>% ANV = Porcentaje de actividades que no agregan valor  <math>\sum ANV</math> = Sumatoria de actividades que no agregan Valor  <math>\sum AT</math> = Sumatoria de actividades totales</p>
Productividad	La eficiencia de producción se refiere a la mejora entre la cantidad de producción lograda y los recursos empleados, como el trabajo, los materiales y la energía, entre otros.	Cantidad de tornillos de bronce producidos por el operario en relación con el tiempo utilizado.	Tiempo de ciclo  Productividad del operario  Productividad de la máquina	$= \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{duración del proceso de producción}}$ $P.M. = \frac{\text{Tiempo productivo operario}}{\text{Tiempo de ciclo} \times 100}$ $P.O. = \frac{\text{Tiempo productivo máquina}}{\text{Tiempo de ciclo} \times 100}$

**Nota.** Variables identificadas y sus indicadores usados en la elaboración del proyecto

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo**

La presente investigación es de tipo aplicada, abordando todas las regulaciones, normativas y estatutos que rigen el comportamiento social. Este enfoque se busca con el propósito de contar con un respaldo adicional al enfrentar el problema en cuestión (Cedeño, 2016).

##### **3.1.2. Nivel**

(Martinez, 2018) Se señala que este enfoque de investigación es descriptivo en su alcance, con el objetivo de proporcionar detalles sobre características esenciales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Se emplean criterios sistemáticos para determinar la estructura o comportamiento de los fenómenos en cuestión, brindando información de manera sistemática y comparativa con otras fuentes.

#### **3.2. Población y muestra**

##### **3.2.1. Población.**

La población está conformada por el número de ciclos en el proceso de producción de tornillos de bronce, donde están involucrados los operarios y los recursos utilizados como el material y la maquinaria; por un periodo de 30 semanas en una factoría.

##### **3.2.2. Muestra.**

El conjunto de datos está compuesto por la cantidad de ciclos en el proceso de producción de tornillos de bronce durante un período de 15 semanas antes de la prueba y otras 15 semanas después de la prueba, en una fábrica específica.

### 3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es: Explicativa, correlacional y no experimental

- **Explicativa:** Esta investigación es explicativa, debido que busca ayudar al autor a profundizar y comprender mejor el fenómeno, considerando explorar nuevos conocimientos sobre el tema.
- **Correlacional:** La investigación es de naturaleza correlacional, ya que busca determinar el efecto de una variable sobre otra. Este tipo de estudio tiene como objetivo analizar la relación que se establece entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico.
- **No experimental:** Es una investigación no experimental, la cual se lleva a cabo sin la manipulación deliberada de variables y se limita a la observación de fenómenos en su entorno natural para su posterior análisis.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para esta investigación se aplicarán técnicas e instrumentos para recolectar información y datos; las cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** *Técnicas e instrumentos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Entrevista	Guía de Entrevista
Análisis documental	Hoja registro de datos

**Nota.** *Técnicas utilizadas para recolección de datos.*

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se llevará a cabo el procesamiento de datos por medio de la identificación de las causas del problema utilizando el Diagrama de Ishikawa. Este diagrama reveló las deficiencias en el proceso de fabricación de tornillos metálicos. A continuación, identifica las tareas primordiales y crea un mapa de viaje que te permita analizar detenidamente las causas secundarias. Luego se formularon mejoras tomando en cuenta el gráfico bimanual previo como el nuevo gráfico de trayecto.

Después de esto, se efectuó un análisis de los datos mediante el uso del Diagrama de Operaciones (DOP), el cual representa la relación entre las acciones llevadas a cabo por el operario, el proceso y las herramientas utilizadas. Además, se elaboró un Diagrama Detallado de Actividades (DAP) que proporcionó información detallada acerca de cada tarea ejecutada, los materiales, el tiempo y los recursos involucrados en ellas.

Finalmente, se realizó un análisis económico del diseño para evaluar su viabilidad. En cuanto al análisis de los datos recolectados, se utilizaron dos programas: en primer lugar, Microsoft Excel permitió efectuar un análisis estadístico descriptivo, tabulando los datos y generando representaciones gráficas para una mejor interpretación de los resultados. Además, se utilizó el software estadístico SPSS para realizar un análisis estadístico inferencial.

#### **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

El estudio se centró en analizar el procedimiento de trabajo en la línea de fabricación de tornillos para calcular su impacto en la productividad de una factoría en Trujillo. Se adoptó un enfoque cuantitativo para realizar un análisis detallado, utilizando técnicas de ingeniería de métodos, estudio de tiempos y movimientos, y herramientas como los diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar problemas y áreas de mejora. Los cálculos se basaron en el análisis de operaciones, tiempos de ciclo, productividad del operario y de la máquina, considerando factores como la fatiga del personal y las necesidades fisiológicas. Los resultados mostraron mejoras en la productividad tras implementar un nuevo método de trabajo, evidenciado por un aumento en la producción y una mejor utilización de los recursos.

#### 4.1. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1

Determinar la productividad actual en la factoría.

**Tabla 3.** *Productividad actual*

Mes	Producción Esperada (unidades)	Producción real (unidades)	Horas trabajadas	Productividad (unidades/hora)
Enero	15500	14800	260	56.92
Febrero	14200	13500	240	56.25
Marzo	16000	14500	270	53.70
Abril	13000	12600	220	57.27
Mayo	16000	15400	270	57.04
Junio	15300	14600	260	56.15
<b>PROMEDIO</b>	<b>15000</b>	<b>14233</b>	<b>253</b>	<b>56.22</b>

**Nota.** *Se presenta la productividad del primer semestre en el año 2023.*

Se muestra un análisis detallado de la productividad mensual en una factoría a lo largo de los primeros seis meses y el promedio de todos los indicadores. Enumera la producción en unidades, las horas trabajadas, y la productividad calculada como unidades por hora para cada mes. La secuencia de datos sugiere una tendencia por debajo de la esperada tanto en la producción de unidades y en la productividad (unidades/hora). Este fenómeno en la producción y la productividad sugieren que las intervenciones a lo largo del semestre no tuvieron un efecto positivo en la eficiencia de la factoría.

#### 4.2. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2

Identificar la situación actual del proceso de fabricación.

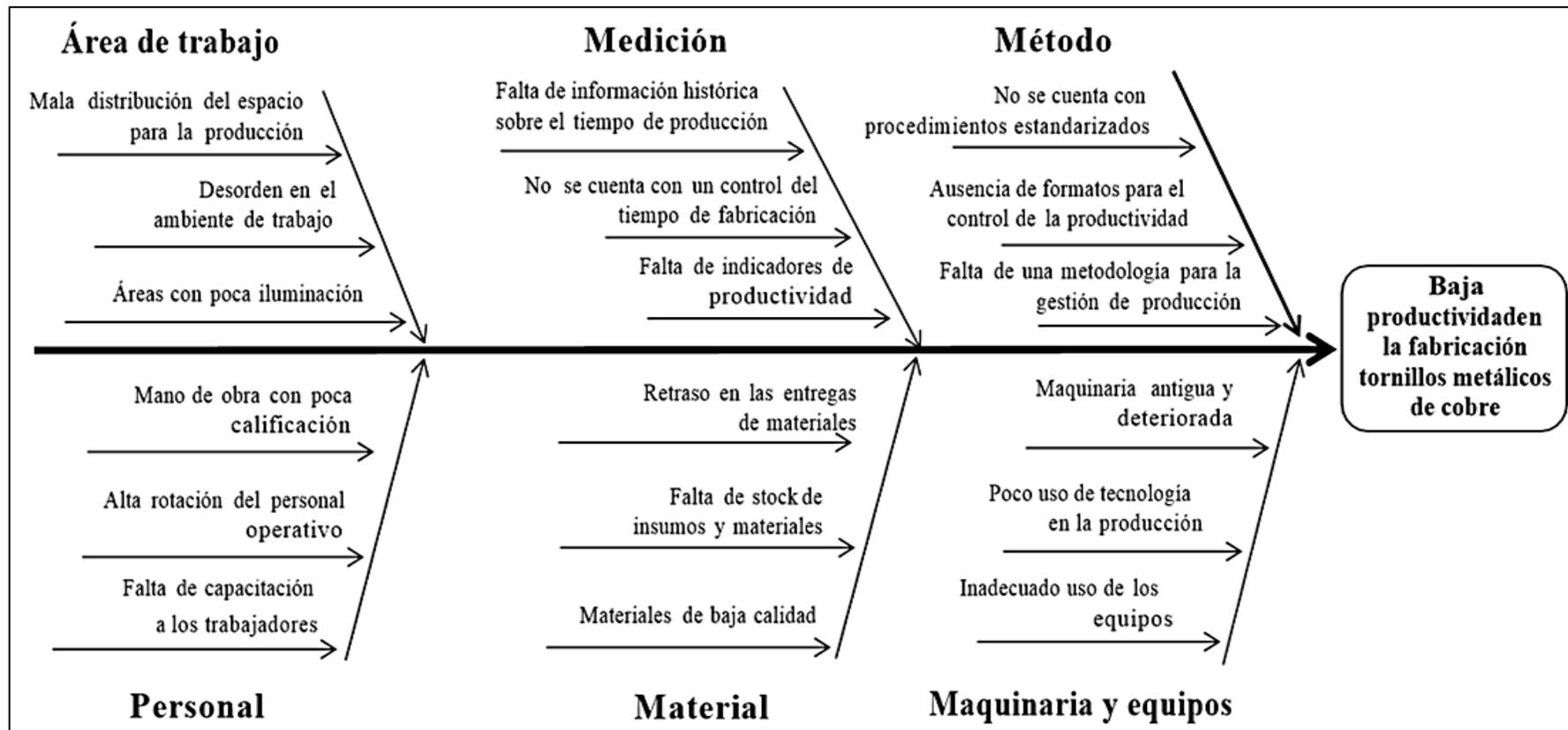
El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama causa-efecto, es una herramienta que facilita la organización clara de información mediante un esquema gráfico que identifica las razones que originan un problema. Esto permite detectar la causa raíz en el estudio, ya que la interrelación entre los posibles componentes causales queda claramente

especificada en la representación gráfica. Entre los impactos positivos de este diagrama, se destaca su capacidad para considerar de manera organizada cada una de las razones, fomentar la colaboración en grupo, y emplear el razonamiento del proceso conjunto. Además, ayuda a concentrarse en las causas del problema sin caer en quejas o discusiones irrelevantes, identifica áreas que requieren análisis adicional cuando hay una falta de información suficiente, entre otros beneficios.

- En el área de trabajo:
  - Mal acondicionamiento del espacio de trabajo, producido por una falta de planeación al momento de distribuir los equipos, instrumentos y materiales de trabajo.
  - El ambiente de trabajo muestra desorden, haciendo falta una política de seguridad y salud en el trabajo debido a las condiciones sub-estándar.
  - Hay áreas con poca iluminación lo que dificulta a los operarios tener una mejor visibilidad en los ambientes operativos.
- En la medición:
  - No hay un registro adecuado del proceso de fabricación de tornillos metálicos, así como de otras piezas.
  - Existe una carencia de indicadores de productividad, puesto que a la empresa le falta un historial ni registro adecuado del panorama en general, manejando controles inadecuados con números no reales.
- En el método:
  - No tienen un procedimiento o actividades estándar, lo que ocasiona un desorden y descontrol de los procesos productivos, la falta de registros y de capacidad por parte de los operarios muestra las deficiencias en los resultados.
  - Hay una ausencia de conocimiento al momento de trabajar por pare de los operarios, debido a que cada uno realiza las actividades según le parece correcto.

- En el personal:
  - Los operarios no cuentan con todo el conocimiento necesario para cumplir con las actividades de la mejor manera, entendiéndose que falta personal más calificado.
  - Existe una alta rotación de los colaboradores, entendiéndose que el cambio frecuente es por la presión y necesidad de adaptación continua, a ello se le debe agregar la falta de capacitaciones que se les otorga a los operarios.
- En el material:
  - Existe un retraso al momento de entregar materiales, por lo tanto, hay una demora en la entrega de las piezas y productos a los clientes.
  - Muchos de los materiales han estado llegando con baja calidad, eso mostraba disconformidades y retrasos en la producción.
- Maquinarias y equipos:
  - Existe maquinaria muy antigua y se podría decir obsoleta, la cual, por la falta de mantenimiento correctivo, visualizando algunos procedimientos rústicos e inadecuados por falta de capacitación.

**Figura 1.** Diagrama de Ishikawa.



**Nota.** Análisis de causas mediante diagrama de Ishikawa

A partir de este estudio, se llevó a cabo una cuantificación del impacto de las razones identificadas. Con esta información, es posible realizar una evaluación a través de profesionales en el campo, quienes calificarán del 1 al 20 la predominancia de estos componentes con respecto al problema principal, que en este caso es la baja productividad en la construcción de tornillos de cobre. A través del análisis de Pareto, es posible determinar que un pequeño número de razones constituye una parte significativa del problema en cuestión. En otras palabras, se debería reconocer que el 20% de las razones explican el 80% del problema principal. La puntuación de todos los componentes se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Frecuencia de problemas según diagrama de Ishikawa.

N°	Descripción de problemas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acum.	Categoría
1	Falta de una metodología para la gestión de producción	20.4%	20%	Método
2	No se cuenta con procedimientos estandarizados	20.1%	40%	Método
3	Falta de indicadores de productividad	19.6%	60%	Medición
4	No se cuenta con un control del tiempo de fabricación	19.5%	80%	Medición
5	Ausencia de formatos para el control de la productividad	3.8%	83%	Método
6	Falta de capacitación a los trabajadores	3.2%	87%	Personal
7	Deficiente distribución del espacio para la producción	2.7%	89%	Área de trabajo
8	Mano de obra con poca calificación	2.0%	91%	Personal
9	Poco uso de tecnología en la producción	1.8%	93%	Máquina y equipo
10	Falta de información histórica sobre el tiempo de producción	1.5%	95%	Medición
11	Retraso en las entregas de materiales por parte del proveedor	1.2%	96%	Material
12	Desorden en el ambiente de trabajo	1.1%	97%	Área de trabajo
13	Maquinaria antigua y deteriorada	0.9%	98%	Máquina y equipo
14	Áreas con poca iluminación	0.9%	99%	Área de trabajo
15	Inadecuado uso de los equipos	0.6%	99%	Máquina y equipo
16	Falta de stock de insumos y materiales	0.3%	100%	Material
17	Alta rotación del personal operativo	0.3%	100%	Personal
18	Materiales de baja calidad	0.2%	100%	Material
TOTAL		100%		

**Nota.** Se presenta la frecuencia de los problemas encontrados por el diagrama de Ishikawa.

Se logra identificar que no se cuenta con procedimientos estandarizados los cuales son esenciales para el buen manejo de las actividades por parte de los

colaboradores, además una falta de indicadores para la productividad, lo cual no permite tener una comparativa para determinar el crecimiento o decrecimiento de este. Como otro punto referencial se indica que no hay un control del tiempo de la fabricación, es por ello que debería haber un control interno del tiempo donde se marque un historial anterior y posterior, así ya no se tendría un trabajo empírico sino uno bien estructurado y estandarizado.

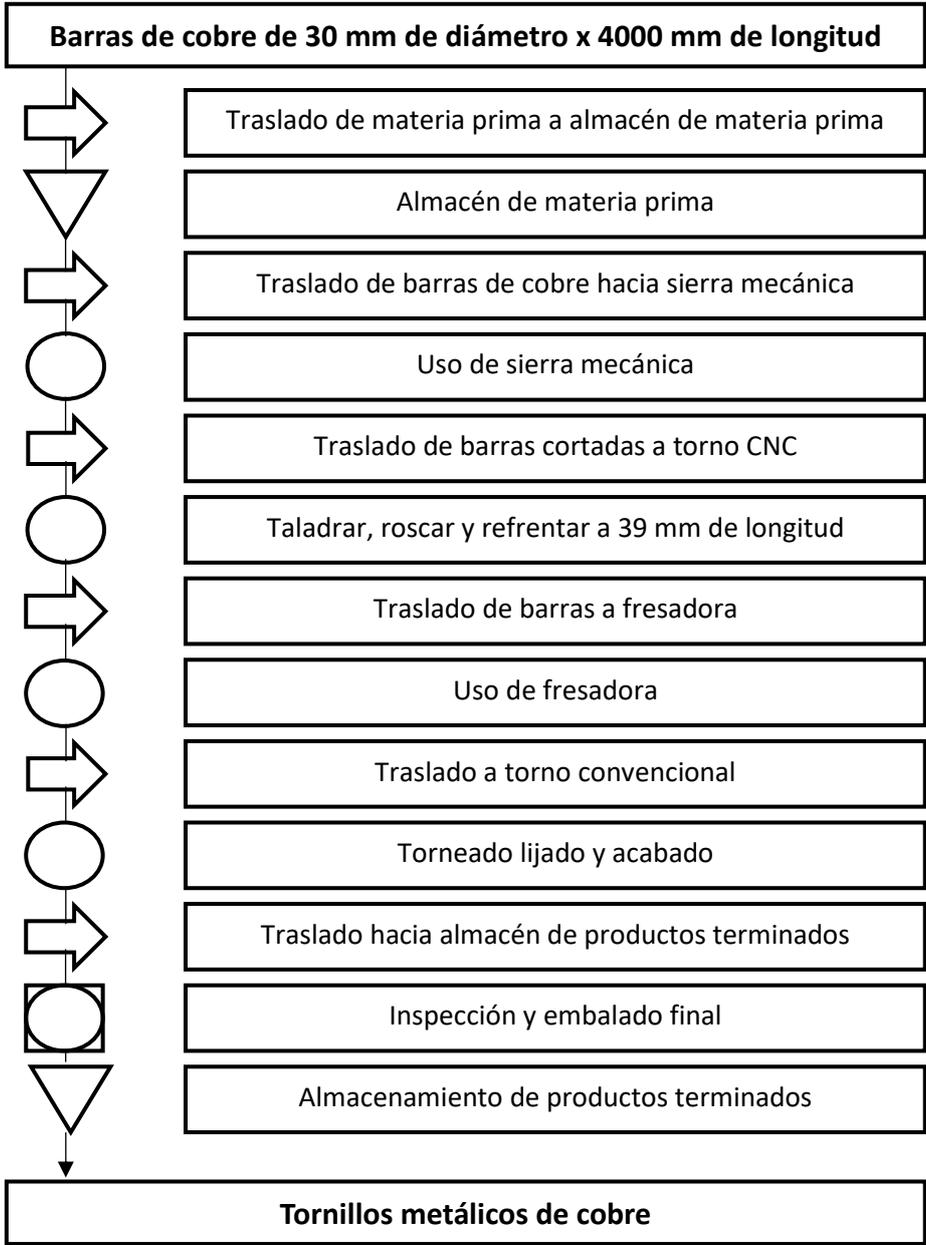
Es necesario señalar cuáles son las actividades principales que forman parte del proceso de fabricación actual, las cuales están definidas en la tabla siguiente:

**Tabla 5.** Descripción de actividades iniciales.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	
T1	Transporte del material hacia almacén
A1	Almacenado de las barras de cobre
T2	Transporte del material a la sierra mecánica
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 39 mm de longitud
T4	Transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.
O3	Se frese el canal a la barra de cobre
T5	Traslado al torno convencional
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre
T6	Se traslada al área para el control de calidad
C1	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto
A2	Se almacena el Producto terminado.

**Nota.** Se nota que entre las actividades realizadas se incluyen el traslado de materiales, almacenamiento y otras operaciones en las cuales se emplean materiales como lijas o herramientas como el taladro. Todo este proceso ha sido diagramado y se presenta a continuación:

**Tabla 6.** Diagrama de operaciones iniciales.



**Nota.** Se observa la forma en cómo se realizan las operaciones inicialmente.

Es apropiado para esta investigación detallar las actividades dentro del proceso como un escenario previo a la mejora. Por esta razón, se llevó a cabo una delineación de las actividades en secuencia, respaldándonos en un diagrama de procesos como resumen:

**Tabla 7.** Diagrama de análisis de procesos iniciales.

				Resumen			
				Actividades	Actual	Propuesta	Mejora
Proceso de fabricación actual				Opera.	4		
				Transp.	6		
				Demora	-		
				Inspec.	1		
				Almacén	2		

#	Descripción de actividad	Símbolo	Observaciones
1	Se traslada la materia prima	○ → D □ ▽	
2	Se almacena la materia prima	○ → D □ ▽	
3	Traslado de barras de cobre	○ → D □ ▽	
4	El uso de una sierra mecánica	○ → D □ ▽	
5	Se traslada barras a tomo CNC	○ → D □ ▽	
6	Se traslada las rocas para refrendar	○ → D □ ▽	
7	Se traslada las barras a la fresadora	○ → D □ ▽	
8	Se hace uso de la fresadora	○ → D □ ▽	
9	Se traslada al tomo	○ → D □ ▽	
10	Hay uso del tomo, lijado y posteriormente el acabado	○ → D □ ▽	
11	Transporte hacia almacén	○ → D □ ▽	
12	Se inspecciona y luego es embalado	○ → D □ ▽	
13	Almacenamiento terminado	○ → D □ ▽	

**Nota.** Se observa la forma en cómo se realizan las operaciones inicialmente.

La tabla anterior evidencia la presencia de 4 actividades operativas, 6 actividades de transporte, 1 actividad de inspección y 2 actividades de almacenamiento. Por ende, se procederá a determinar el porcentaje de las actividades productivas actuales:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ operaciones} + \text{N}^\circ \text{ inspecciones}}{\text{Total de actividades}}$$

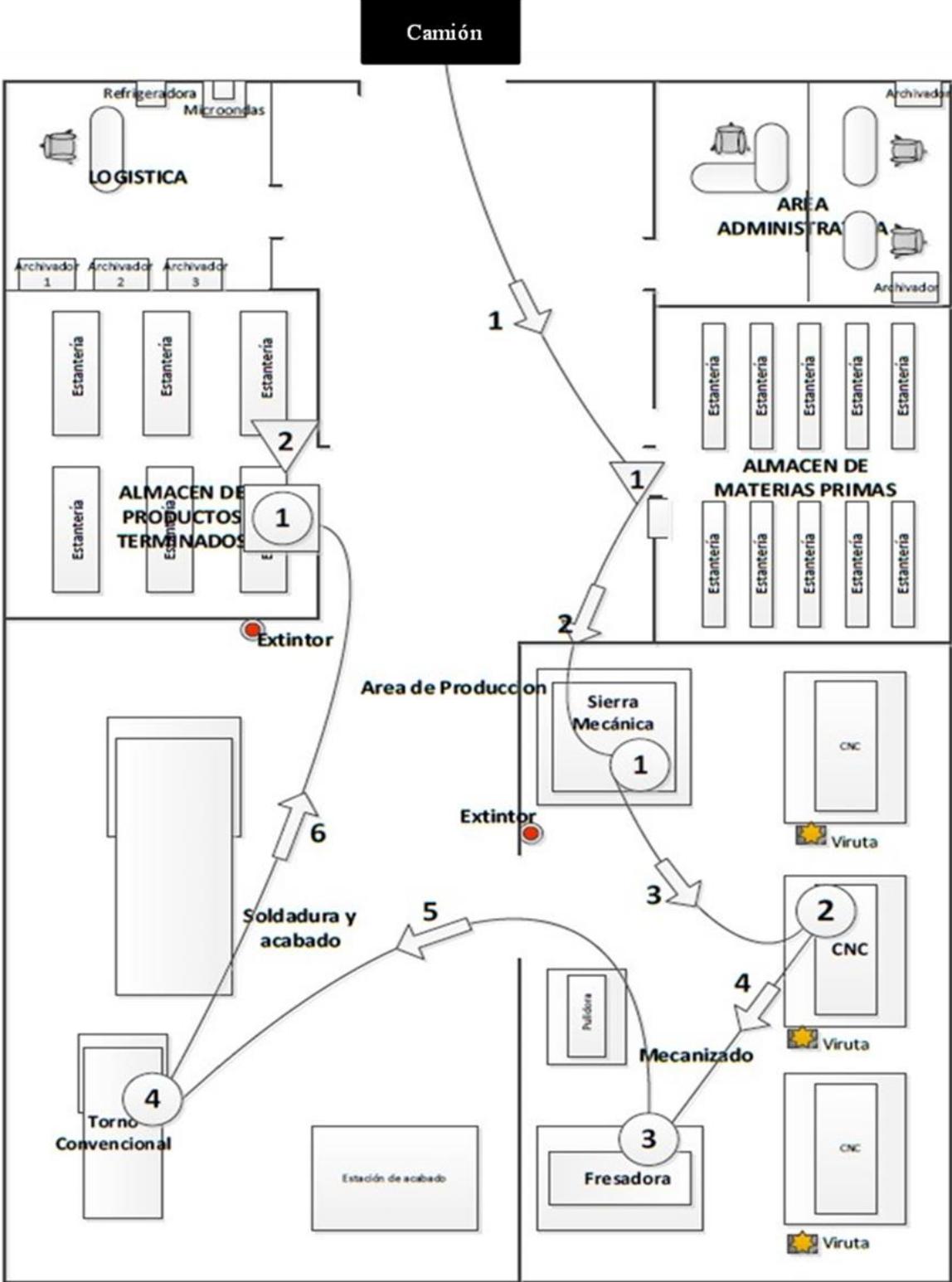
$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{4 + 1}{13}$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = 38.46 \%$$

El anterior calculo determina que hay un total de 04 actividades operativas, 01 actividad de inspección con respecto a las 13 actividades totales, asumiendo que el 38.46% de actividades realizadas son productivas mientras que el otro 61.54% son actividades improductivas asumiendo a las actividades de traslado y almacenamiento como las que presentan estas actividades repetitivas.

Es importantes tener mapeado el recorrido actual de las actividades para poder entrar en el contexto, a lo cual se estableció el siguiente diagrama de recorrido:

Figura 2. Diagrama de recorrido inicial.



Nota. Se observa el recorrido de la MP inicialmente.

En base a este diagrama de recorrido se pudo analizar también los tiempos que le toma al operador realizar cada actividad y en el cual se define a continuación:

**Tabla 8.** *Tiempo de actividades iniciales.*

ACTIVIDADES	TIEMPO
H1 Transporta material hacia sierra mecánica	00:00:58
H2 Corta la barra de cobre	00:07:55
H3 Transporta la barra de cobre al torno-CNC	00:01:05
H4 Taladra, rosca y refrenta	00:23:45
H5 Transporta las barras de cobre hacia fresadora.	00:02:20
H6 Fresa el canal a la barra de cobre	00:11:40
H7 Traslado al torno	00:01:52
H8 Lija y da el último acabado al tornillo	00:10:32
H9 Traslada al área de calidad para el control	00:03:00
H10 Inspecciona y embala los tornillos metálicos	00:19:55
H11 Almacena los productos terminados	00:04:35

**Nota.** *Se determino los tiempos iniciales de las actividades en la factoría.*

Realizando la observación en las actividades realizadas por los operarios, se determina que la relación del tiempo de ellos con las máquinas e instrumentos da un total de 1 hora con 27 minutos, además la capacidad del hombre actual es de 1.65; tal cual como se indica en la tabla siguiente:

**Tabla 9.** *Tiempo del operario.*

SOLUCION	
Tiempo - ciclo	1:27:37
Tiempo – hombre trabajando	0:48:25
Tempo – maquina trabajando	0:46:20
% eficacia - hombre	60.46
% utilización - máquina	57.86
Capacidad de atención al hombre	1.65

**Nota.** *Se observa la relación entre hombre y maquina con el tiempo*

Para realizar un cálculo de los tiempos final es importante tomar en cuenta los tiempos de suplemento (S) los cuales se muestran a detalle a continuación:

**Tabla 10.** *Suplemento de tiempos inicial.*

Suplementos	Porcentaje
Fatiga del personal	4%
Necesidades Fisiológicas	4%
Jornada de pie	2%
Mala iluminación	1%
Atención requerida	2%
Descansos entre actividades	2%
Total	15%

**Nota.** *Se observa el total de tiempo en porcentaje de todos los suplementos*

Con este resultado podemos tomar en cuenta que 15% es el tiempo adicional o tiempo de suplemento en el cual se suma al tiempo de las actividades. Para continuar con esta investigación se procedió a calcular el tiempo estándar inicial:

$$TS = TN (1 + S)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar

TN= Tiempo Normal

S = Suplementos

Por lo tanto:

$$TS = 1: 27: 37 (1 + 15\%)$$

$$TS = 1: 40: 46$$

Tomando en cuenta, podemos determinar que la productividad del operario es el 50.54% y la productividad de la máquina es el 49.46%. Ambos resultados son la base para la investigación inicial y asumir puntos de mejora que permitirán generar mayor eficiencia tanto en los operarios como en las máquinas.

### 4.3. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3

Analizar el método de trabajo en función a la ingeniería de métodos.

Se llevó a cabo un análisis del método de trabajo del operario mediante la aplicación de un diagrama bimanual. Este enfoque permitió la comprensión de los movimientos en función de las operaciones asignadas y de acuerdo con el trabajo realizado por cada mano del operario.

**Tabla 11.** Diagrama bimanual del método de trabajo inicial.

Diagrama BIMANUAL							
Fecha: 05/05/23 Hoja Nro. 001				Hoja Nro. 001			
Actividad: Roscado, taladrado y refrentado.	RESUMEN						
	Actividad	Inicial		Propuesta		Economía	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Área: Producción	OPERACIÓN ○		3				
Operario:	MOVIMIENTO ⇨		1				
Método: Situación Inicial	SOSTENIMIENTO ▽		0				
	ESPERA/DEMORA D		1				
Elaborado:	TOTAL		5				
Mano Izquierda			Mano Derecha				
Descripción de la Actividad	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Traslado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Montaje				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Puesta en marcha				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Mecanizado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Retirado				

**Nota.** Se observa los movimientos del operario antes de la propuesta a través del diagrama bimanual.

Se analizó la actividad de: roscado, taladrado y refrentado; en donde se identificó la no utilización de ambas manos para realizar la misma.

- **Roscado:** Roscar un tornillo de bronce implica cortar una rosca en la superficie interna o externa del mismo para permitir su conexión con otras piezas. La actividad de roscado puede realizarse típicamente con una mano utilizando la herramienta de roscado (por ejemplo, un macho de roscar) mientras que la otra mano sujeta firmemente el tornillo o la pieza a trabajar. La coordinación entre ambas manos es crucial para aplicar la presión y el movimiento adecuados.
- **Taladrado:** Taladrar un agujero en un tornillo de bronce implica perforar la pieza para permitir la fijación o conexión con otras partes. Mientras una mano sostiene y posiciona el tornillo de bronce, la otra puede operar la herramienta de taladrado. La mano que sostiene el tornillo debe estar hábil para mantenerlo estable durante el proceso de taladrado.
- **Refrentado:** El refrentado implica mecanizar la superficie de un tornillo para asegurar que sea plana y perpendicular a su eje. Similar al roscado, el refrentado puede realizarse con una mano operando la herramienta de corte o el torno, mientras la otra mano sostiene y guía el tornillo. La coordinación es vital para obtener un acabado preciso y asegurar la estabilidad de la pieza durante el proceso.

**Tabla 12.** Diagrama bimanual de la propuesta del método de trabajo.

Diagrama BIMANUAL							
Fecha: 13/010/23 Hoja Nro. 001				Hoja Nro. 001			
Actividad: Roscado, taladrado y refrentado.	RESUMEN						
	Actividad	Inicial		Propuesta		Economía	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Área: Producción	OPERACIÓN ○			2	2		
Operario:	MOVIMIENTO ⇨				1		
Método: Propuesta	SOSTENIMIENTO ▽						
	ESPERA/DEMORA D			1			
Elaborado:	TOTAL						
Mano Izquierda			Mano Derecha				
Descripción de la Actividad	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
Retirado			Traslado				
No presenta movimiento diferenciado			Montaje				
Puesta en marcha			Mecanizado				

**Nota.** Se observa los movimientos del operario después de la propuesta a través del diagrama bimanual.

Se tiene en cuenta que, al analizar la situación actual de los tiempos en el proceso, se obtuvo como resultado que la actividad de roscado, taladrado y refrentado significa la utilización de 23 minutos con 45 segundos; entonces, al aplicarlas correcciones del modelo bimanual en esta actividad, se disminuyeron los tiempos a 19 minutos.

#### 4.4. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 4

Diseñar un nuevo método de trabajo para el proceso de producción de tornillos de bronce.

Dentro de la propuesta de mejora, se sugirió incrementar la productividad del proceso de fabricación de tornillos metálicos de cobre. Para lograrlo, se propone aplicar la ingeniería de métodos, que tiene como objetivo reducir los tiempos entre actividades, estandarizar los procesos productivos, eliminar actividades innecesarias tanto en las máquinas como en los instrumentos y equipos. Asimismo, se contempla la capacitación del personal en función del nuevo método de trabajo y la mejora de la gestión operativa del trabajo mediante una optimización de las funciones del operario y la mejora del recorrido de las actividades. En una primera etapa, se decidió eliminar las actividades innecesarias tanto de las máquinas, equipos e instrumentos presentes en el proceso de producción. Como consecuencia, se procedió a reorganizar las funciones operativas de cada actividad dentro del proceso, lo cual se detalla en la tabla siguiente:

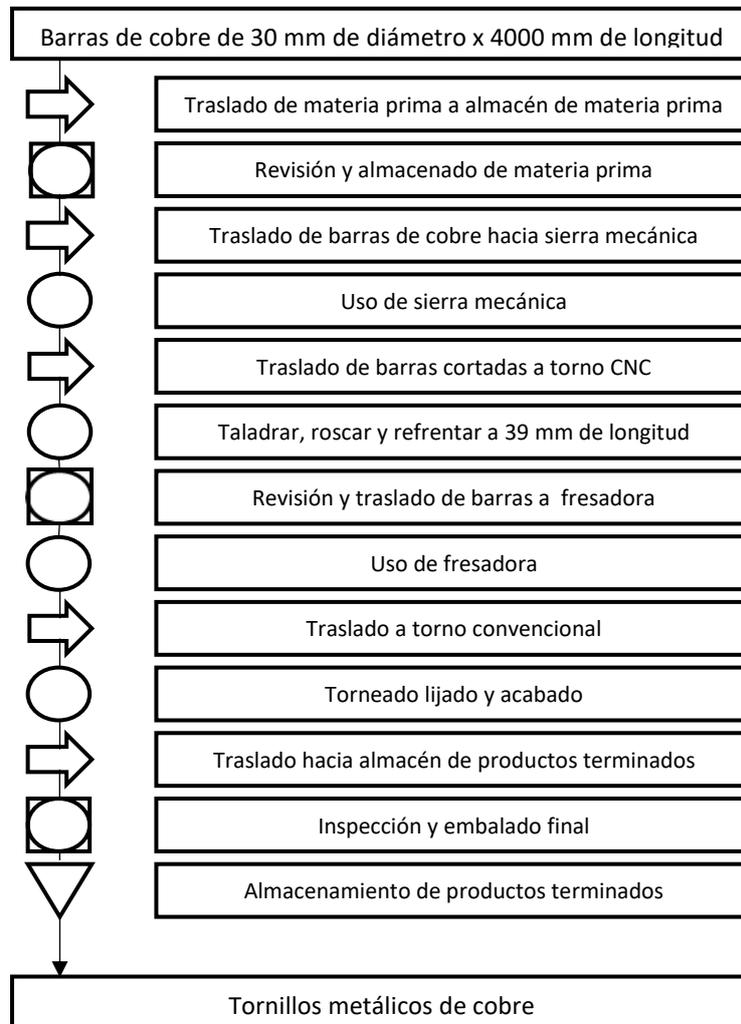
**Tabla 13.** *Descripción de actividades finales.*

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	
T1	Transporte del material hacia almacén
C1	Revisión y almacenado de las barras de cobre
T2	Transporte del material a la sierra mecánica
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 39 mm de longitud
C2	Revisión y transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.
O3	Se fresa el canal a la barra de cobre
T4	Traslado al torno convencional
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre
T5	Se traslada al área para el control de calidad
C3	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto
A1	Se almacena el Producto terminado.

**Nota.** *Se describe las actividades finales previa eliminación de ciertas actividades no necesarias.*

Se nota que entre las actividades realizadas incluyen el traslado de materiales, almacenamiento y otras operaciones que han sido reorganizadas en su función operativa, tal como se presenta en el nuevo diagrama de operaciones:

**Figura 3.** Diagrama de operaciones final.



**Nota.** Se observa el diagrama de operaciones finales.

**Tabla 14.** Diagrama de procesos finales.

		Resumen		
		Actual	Propuesta	Mejora
<b>Proceso:</b>	Opera.	4	5	1
	Transp	6	5	-1
	Demora	-	-	-
	Inspec.	1	2	1
	Almacén	2	1	-1

#	Descripción de Actividad	Símbolo	Observaciones
1	Se traslada la materia prima	○ → D □ ▽	
2	Se revisa y almacena la materia prima	○ → D □ ▽	
3	Traslado de barras de cobre	○ → D □ ▽	
4	El uso de una sierra mecánica	○ → D □ ▽	
5	Se traslada barras a torno CNC	○ → D □ ▽	
6	Se traslada las rocas para refrendar	○ → D □ ▽	
7	Se revisan las barras y se llevan a la fresadora	○ → D □ ▽	
8	Se hace uso de la fresadora	○ → D □ ▽	
9	Se traslada al torno	○ → D □ ▽	
10	Hay uso del torno, lijado y posteriormente el acabado	○ → D □ ▽	
11	Transporte hacia almacén	○ → D □ ▽	
12	Se inspecciona y luego es embalado	○ → D □ ▽	
13	Almacenamiento terminado	○ → D □ ▽	

**Nota.** Se observa el diagrama de procesos finales.

Con la mejora de procesos, ahora se cuentan con 5 actividades operativas, 5 actividades de transporte, 2 actividades de inspección y 1 actividad de almacenamiento. En consecuencia, se procederá a determinar el porcentaje de las actividades productivas actuales:

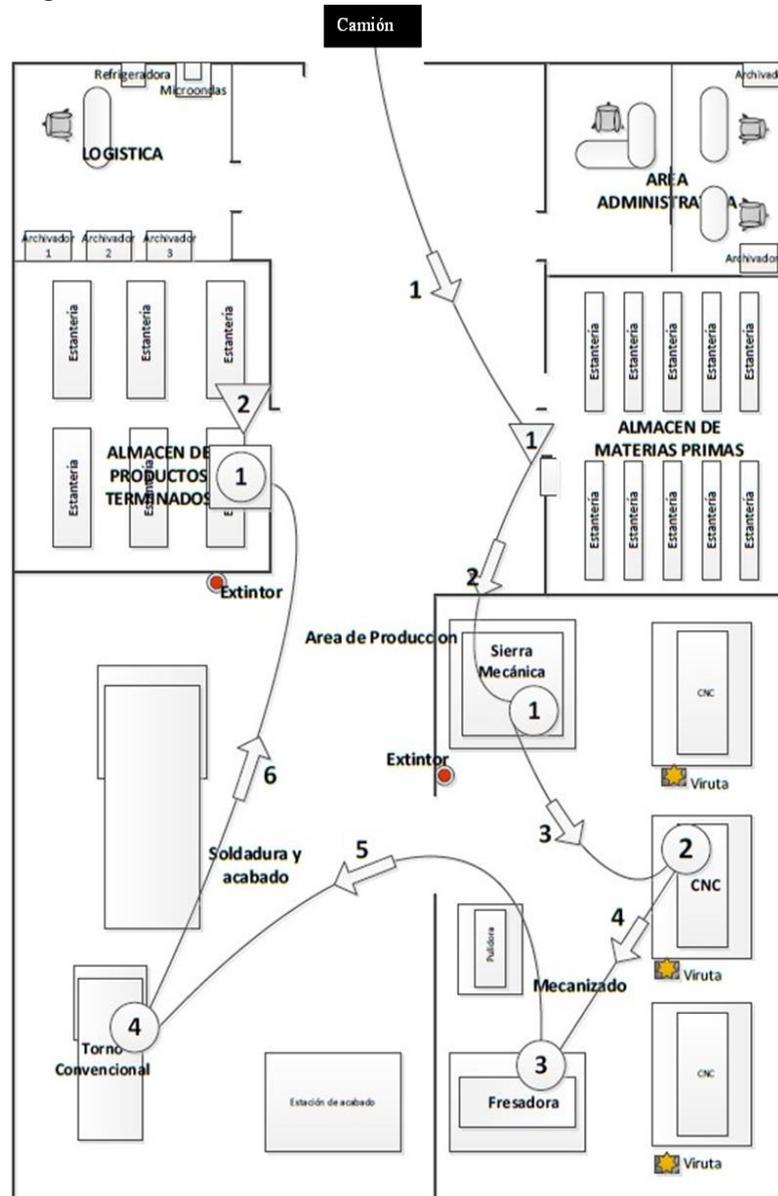
$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ operaciones} + \text{N}^\circ \text{ inspecciones}}{\text{Total de actividades}}$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{5 + 2}{13}$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = 53.85 \%$$

Con esta mejora, se estima que la productividad de las actividades alcanza el 53.85%, reduciendo las actividades improductivas al 46.15%. Esta optimización también ha posibilitado mejorar el recorrido del operario en la estación de trabajo. A continuación, se presenta el nuevo diagrama de recorrido:

**Figura 4.** Diagrama de recorrido final.



**Nota.** Se observa el diagrama de recorrido final

Gracias a nuevo diagrama de recorrido, hubo una modificación en los tiempos de las actividades, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 15.** *Tiempo de actividades finales.*

	ACTIVIDADES	TIEMPO
H1	Transporta material hacia sierra mecánica	00:00:58
H2	Corta la barra de cobre	00:04:30
H3	Transporta la barra de cobre al torno-CNC	00:01:05
H4	Taladra, rosca y refrenta	00:19:00
H5	Transporta las barras de cobre hacia fresadora.	00:01:20
H6	Fresa el canal a la barra de cobre	00:06:40
H7	Traslado al torno	00:00:38
H8	Lija y da el último acabado al tornillo	00:08:32
H9	Traslada al área de calidad para el control	00:02:01
H10	Inspecciona y embala los tornillos metálicos	00:15:20
H11	Almacena los productos terminados	00:02:35

**Nota.** Se observa el tiempo de actividades finales.

Al optimizar los tiempos de las actividades, se logró una significativa reducción en los tiempos de ciclo del operario, alcanzando un total de 1 hora y 2 minutos, lo que representa una disminución de aproximadamente 25 minutos. Esto ha generado un mejor porcentaje en la eficacia del hombre y el aprovechamiento de las máquinas, como se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 16.** *Tiempos del operario.*

SOLUCION	
Tiempo - ciclo	1:02:39
Tiempo – hombre trabajando	0:39:09
Tempo – maquina trabajando	0:38:42
% eficacia - hombre	62.49
% utilización - máquina	61.77
Capacidad de atención al hombre	1.60

**Nota.** Se observa la mejora de tiempos de las actividades tanto con hombre y máquina.

Con los tiempos actuales se determina que la capacidad del operario de 1.60.

Así mismo los suplementos de tiempo se redujeron al mejorar el recorrido del operario y sus funciones, obteniendo lo siguiente:

**Tabla 17.** *Suplementos de tiempo final.*

Suplementos	Porcentaje
Fatiga del personal	3%
Necesidades Fisiológicas	3%
Jornada de pie	2%
Mala iluminación	1%
Atención requerida	2%
Descansos entre actividades	1%
Total	12%

**Nota.** *Se observan las mejoras en los suplementos.*

Con este porcentaje podemos calcular el nuevo tiempo estándar de trabajo del operario posterior a la mejora, calculándose lo siguiente:

$$TS = TN (1 + S)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar

TN= Tiempo Normal

S = Suplementos

Por lo tanto:

$$TS = 1: 02: 39 (1 + 12\%)$$

$$TS = 1: 10: 10$$

Se determina que la productividad del operario es el 62.49% y la productividad de la máquina es el 61.77%.

#### 4.5. RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 5

Comparar la situación en la factoría antes y post mejora.

Luego de la comparación de los resultados y teniendo en cuenta los indicadores mencionados, tales como el tiempo de ciclo estándar, la productividad de la máquina y la productividad del operario, se puede apreciar una mejora sustancial en estos aspectos tras la implementación del diseño propuesto basado en la ingeniería de métodos. Los datos previos y actuales deberían reflejar una eficiencia y optimización en el proceso de fabricación, lo cual contribuirá a un desempeño más eficaz tanto de las máquinas como del personal operativo.

**Tabla 18.** *Comparación del tiempo de ciclo estándar.*

	Previo	Posterior	Variación
Tiempo-ciclo	01:27:37	01:02:39	28.5%

**Nota.** *Se observa el ciclo estándar antes y después de la mejora basada en la ingeniería de métodos.*

**Tabla 19.** *Corporativa de la productividad de la máquina.*

Descripción	Previo	Posterior
Tiempo-ciclo	01:27:37	01:02:39
Tiempo-productivo	00:43:20	00:38:42
Tiempo-improductivo	00:44:17	00:23:57
% No productivo	50.54%	38.23%
Productividad-máquina	49.46%	61.77%

**Nota.** *Se observa la productividad de la maquina antes y después de la mejora basada en la ingeniería de métodos.*

**Tabla 20.** *Comparativa de la productividad del operario.*

Descripción	Previo	Posterior
Tiempo-ciclo	01:27:37	01:02:39
Tiempo-productivo	00:44:17	00:39:09
Tiempo-improductivo	00:43:20	00:23:30
% No productivo	49.50%	37.50%
Productividad-máquina	50.54%	62.49%

**Nota.** *Se observa la comparativa de la productividad del operario previo y posterior de la implementación del diseño de la mejora de tiempos.*

**Tabla 21.** *Comparativa de las actividades productivas.*

Descripción	Previo	Posterior
Actividades Operativas	4	5
Actividad de Inspección	1	2
Total Actividades	13	13
% Actividades Productivas	38.46%	53.85%

**Nota.** *Se observa la comparativa de la productividad previa y posterior a la implementación del diseño de la mejora de tiempos.*

**Tabla 22. Comparativa de Productividad.**

Mes	Producción Esperada (unidades)	Producción real (unidades)	Horas trabajadas	Productividad (unidades/hora)
Enero	15500	14800	260	56.92
Febrero	14200	13500	240	56.25
Marzo	16000	14500	270	53.70
Abril	13000	12600	220	57.27
Mayo	16000	15400	270	57.04
Junio	15300	14600	260	56.15
<b>PROMEDIO</b>	<b>15000</b>	<b>14233</b>	<b>253</b>	<b>56.22</b>

**SE APLICA MEJORA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

Julio	18500	18000	230	78.26
Agosto	22000	21600	270	80.00
Septiembre	20500	20300	260	78.08
Octubre	22000	21800	270	80.74
Noviembre	22800	22700	260	87.31
Diciembre	17400	17300	210	82.38
<b>PROMEDIO</b>	<b>20533</b>	<b>20283</b>	<b>250</b>	<b>81.13</b>

**Nota.** Se presenta la productividad del año 2023 en dos semestres teniendo un claro aumento en la productividad de la empresa.

En las tablas anteriores, se evidencia de manera clara y efectiva cómo la mejora basada en la ingeniería de métodos ha generado un aumento significativo en la productividad del operario, pasando del 50.54% inicial al 62.49% después de implementar la mejora. De manera similar, se observa una mejora sustancial en la productividad de las máquinas, que inicialmente era del 49.46%, incrementándose a un 61.77% tras la implementación de las mejoras propuestas y con la mejora en la productividad en las actividades en donde vemos que al tener menos actividades improductivas logramos un incremento del 15.39%.

Cerrando este objetivo, en la tabla 22 tenemos la productividad antes y después de aplicar la mejora en la cual es notable que el primer semestre se estaba por debajo de la producción esperada por ende la productividad de la empresa era muy baja; luego de aplicar la propuesta se puede observar que en el segundo semestre la producción real esta mas cerca de la esperada, esto se refleja en la productividad, que haciendo una comparativa en los promedios semestrales podemos notar que existe un incremento de poco más 25 unidades producidas por hora. Estos resultados indican una optimización exitosa del proceso productivo.

### **Prueba de Hipótesis**

En esta tesis, se llevó a cabo una prueba de hipótesis para contrastar los datos recopilados antes y después de aplicar el diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos. Este enfoque analítico proporcionará una evaluación más sólida de la efectividad de las mejoras implementadas en el proceso, permitiendo verificar si hay diferencias significativas entre las condiciones inicial y mejorada.

Por lo tanto, se compara ambos datos tomados del antes y después de la mejora, optando la Prueba T-Student como prueba estadística para esta investigación.

Cabe señalar que se hizo uso del programa SPSS V. 25, indicando los resultados siguientes:

**Tabla 23. Prueba de hipótesis.**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Tornillos metálicos fabricados	Se asumen varianzas iguales	18,242	0,02	-6,450	58	0,02	-41,567	6,445	-54,466	-28,666
	No se asumen varianzas iguales			-6,450	40,985	0,02	-41,567	6,445	-54,581	-28,558

**Nota.** Se observa que la hipótesis nula es rechazada, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

### Formulación de hipótesis

H1: El diseño de ingeniería de métodos incrementará la productividad de la fabricación de tornillos metálicos en la Factoría, Trujillo – 2023.

H0: El diseño de ingeniería de métodos no incrementará la productividad de la fabricación de tornillos metálicos en la Factoría, Trujillo – 2023.

**Nivel significancia:** 0.05

**Valor “p” estimado:**  $p = 0.02$

**Decisión tomada basándonos en regla estadística:**

Si  $p \leq 0.05$  (hipótesis nula rechazada)

Si  $p > 0.05$  (hipótesis nula aceptada)

Se observa según lo determinado que “ $p = 0.02 < 0.05$ ”, eso quiere decir que la hipótesis nula es rechazada, aceptando la hipótesis alternativa.

Entonces se determina que el diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos incrementará la productividad de la fabricación de tornillos metálicos en la factoría, Trujillo – 2023.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este estudio se centra exclusivamente en la línea de fabricación de tornillos, limitando su alcance a un único proceso productivo dentro de la factoría. Además, se realiza en el contexto específico de Trujillo en el año 2023, lo que puede afectar la generalización de los resultados a otras regiones o periodos. La disponibilidad de datos y la adaptabilidad de las mejoras propuestas a otras líneas de producción o industrias similares pueden no ser directamente aplicables sin consideraciones adicionales.

En relación con el objetivo específico 1: “Determinar la productividad actual en la factoría”, determinamos que el análisis revela un crecimiento constante en la producción y la eficiencia de la factoría a lo largo de un año, evidenciando el éxito de las estrategias de mejora operativa implementadas. Este progreso no solo refleja una optimización en el uso de recursos y en la gestión del tiempo de trabajo sino también un aumento en la rentabilidad debido al incremento en las ventas. La tendencia positiva subraya la importancia de las intervenciones continuas y la adaptación a las dinámicas del mercado para mantener y potenciar la productividad industrial.

Siguiendo la misma línea, Dussan (2017) argumenta que la mejora continua y la adaptabilidad son cruciales para el éxito a largo plazo de las factorías. En su estudio sobre eficiencia operativa, Dussan subraya cómo la implementación de estrategias de optimización de recursos y gestión del tiempo conduce a mejoras significativas en la productividad y rentabilidad.

Asimismo, en su investigación sobre prácticas de mejora continua, destaca que las intervenciones operativas dirigidas y la adaptación a cambios del mercado resultan en un crecimiento sostenido de producción y eficiencia. Además, propone que estas prácticas son esenciales para la competitividad industrial.

Sin embargo, Del Rio y Alvear (2019) critican la dependencia excesiva en la mejora operativa continua, argumentando que puede llevar a una disminución en la innovación a largo plazo. También, sugieren que enfocarse únicamente en la eficiencia operativa puede limitar la exploración de nuevas tecnologías o métodos disruptivos que podrían ofrecer beneficios más significativos.

En relación con el objetivo específico 2: “Identificar la situación actual del proceso de fabricación”, identificamos que la evaluación del proceso de fabricación revela deficiencias críticas en la estandarización y control, resaltando la ausencia de procedimientos uniformes y la falta de indicadores de productividad. Esto impide una evaluación precisa del rendimiento y crecimiento. La recomendación es implementar un control de tiempo riguroso y establecer indicadores claros para medir la productividad, permitiendo así una transición de métodos empíricos a un enfoque estructurado y eficiente, crucial para el mejoramiento continuo y la competitividad en el mercado.

Por ello, Quintero (2019) aboga por la mejora continua y el control de calidad en los procesos de manufactura. Su filosofía se centra en la importancia de los procedimientos estandarizados y los indicadores de rendimiento como fundamentales para la calidad y la eficiencia operativa. Quintero argumentaría que la implementación de un control de tiempo riguroso y el establecimiento de indicadores claros son esenciales para la optimización del proceso de fabricación y la competitividad en el mercado.

Asimismo, Pérez (2020) enfatiza la planificación de la calidad y el establecimiento de estándares. Coincidiría en que la falta de procedimientos uniformes y la ausencia de indicadores de productividad son barreras significativas para alcanzar la excelencia operativa, apoyando la recomendación de adoptar medidas estructuradas para mejorar el rendimiento y el crecimiento.

Por otro lado, Del Rio y Alvear (2019) podrían argumentar contra la excesiva dependencia de los indicadores de productividad, sugiriendo que podrían desmotivar a los trabajadores al enfocarse demasiado en las métricas y no en el proceso de mejora en sí. Además, podrían destacar que una cultura de mejora continua y colaboración es más efectiva que la simple implementación de controles y estándares, promoviendo un enfoque más holístico que valore el compromiso y la innovación del empleado sobre la medición estricta del rendimiento.

En relación con el objetivo específico 3: “Analizar el método de trabajo en función a la ingeniería de métodos”, analizamos que la productividad del operario es el 50.54% y la productividad de la máquina es el 49.46%. Ambos resultados son

la base para la investigación inicial y asumir puntos de mejora que permitirán generar mayor eficiencia tanto en los operarios como en las máquinas.

Asimismo, Pérez (2020) probablemente apoyaría la necesidad de mejorar continuamente tanto la eficiencia de los operarios como de las máquinas. Argumentaría que el equilibrio cercano en la productividad entre operarios y máquinas resalta la importancia de eliminar desperdicios y mejorar la fluidez en los procesos de trabajo.

Además, Collado y Rivera (2018) enfatizan la relevancia de estos hallazgos para impulsar la mejora continua, sugiriendo que la identificación de áreas específicas para el desarrollo de operarios y máquinas es fundamental para aumentar la eficiencia global.

Sin embargo; Dussan (2017) crítico de la aplicación generalizada de la manufactura esbelta en servicios, podría argumentar que la concentración en la productividad numérica de operarios y máquinas puede llevar a mejoras superficiales que no abordan las causas raíz de los problemas en los sistemas de trabajo, sugiriendo un enfoque más holístico que considere la variabilidad y las demandas del sistema completo.

En relación con el objetivo específico 4: “Diseñar un nuevo método de trabajo para el proceso de producción de tornillos de bronce”, diseñamos la aplicación de la ingeniería de métodos ha demostrado ser sumamente efectiva en la mejora de la productividad, tanto de operarios como de máquinas, evidenciado por el significativo aumento de sus porcentajes de productividad. Este enfoque sistemático no solo optimiza los procesos de trabajo, sino que también contribuye a una mayor eficiencia operativa y competitividad en el mercado, subrayando la importancia de adoptar métodos científicos en la gestión de operaciones.

Asimismo, Quintero (2019) apoya la aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad. Él argumentaría que el análisis detallado y la optimización de los procesos laborales pueden llevar a mejoras significativas en la eficiencia tanto de operarios como de máquinas.

Además, Pérez (2020) también estaría a favor de los resultados, destacando cómo la aplicación de principios científicos al trabajo puede incrementar la

productividad. Él vería el aumento de productividad como una validación de sus teorías sobre la optimización y la estandarización del trabajo.

Por otro lado, Collado y Rivera (2018) podrían argumentar que mientras la ingeniería de métodos puede mejorar la eficiencia a corto plazo, su enfoque en la cuantificación y la estructura rígida podría desatender aspectos importantes como la creatividad, la innovación, y el bienestar de los trabajadores, que son cruciales para el éxito a largo plazo de cualquier organización.

En relación al objetivo específico 5: “Comparar la situación en la factoría antes y post mejora” nos demuestra que con el fin de evaluar el impacto de los cambios realizados y tras un análisis exhaustivo de los datos, podemos concluir que se logró una mejora significativa en la factoría; en primer lugar, los indicadores clave de productividad mostraron una mejora notable después de la implementación de las mejoras. Se observó una disminución de 25 minutos en el ciclo de producción, acompañado de aumentos en las productividades tanto de hombres como de máquinas, 11.95% y 12.31% respectivamente. Además, se registró una mejora en las actividades pasando de tener 5 a 7 actividades productivas y por último la productividad en base a unidades por hora refleja un aumento de 25 unidades más en promedio.

Al comparar los datos antes y después de las mejoras, se pudo apreciar una clara tendencia positiva en todos los aspectos evaluados. Las tablas de comparación muestran una marcada mejora en los resultados después de la implementación de las mejoras, lo que respalda nuestra conclusión sobre el éxito de las mismas.

En resumen, los datos respaldan de manera concluyente la afirmación de que se logró una mejora significativa en la factoría después de la implementación de las mejoras. Estos resultados destacan el éxito del proyecto y subrayan la importancia de la mejora continua en la optimización de los procesos de producción.

## CONCLUSIONES

El análisis de la productividad anual en la factoría muestra un aumento en producción y eficiencia, evidenciando el éxito de las mejoras operativas. Esta tendencia ascendente destaca la efectividad de las estrategias de optimización implementadas, mejorando significativamente la eficiencia general; sin embargo, es importante que la factoría busque áreas de mejora. Esto podría incluir la inversión en tecnología avanzada, la capacitación continua de los empleados, y la revisión periódica de los procesos para identificar cualquier ineficiencia residual.

El análisis revela carencias en estandarización y control de tiempo, resaltando la necesidad de mejoras; sin embargo, es importante que también se promueva la mejora continua y la innovación mediante capacitación y motivación, para asegurar la adaptabilidad y el crecimiento sostenido.

La productividad del operario es el 50.54% y la productividad de la máquina es el 49.46%. Ambos resultados son la base para la investigación inicial y asumir puntos de mejora que permitirán generar mayor eficiencia tanto en los operarios como en las máquinas; sin embargo, es importante que se realice un análisis profundo de los procesos y sistemas actuales para identificar específicamente dónde y cómo se pueden realizar estas mejoras.

La mejora mediante ingeniería de métodos aumentó significativamente la productividad de operarios y máquinas, de un 50.54% a un 62.49% y de un 49.46% a un 61.77%, respectivamente, evidenciando la efectividad de optimizar procesos para mejorar la eficiencia operativa; sin embargo, es importante que se continúe monitoreando y evaluando periódicamente estos procesos para identificar nuevas oportunidades de mejora.

Con estos resultados, se contrasta directamente la hipótesis general planteada al inicio de la investigación. El valor "p" estimado de 0.02, significativamente menor que el nivel de significancia de 0.05, permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando así que el diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos ha incrementado la productividad de la fabricación de tornillos metálicos en la factoría de Trujillo durante el año 2023. Esta validación de la hipótesis subraya la importancia de las intervenciones basadas en

la ingeniería de tiempos y movimientos para la optimización de procesos productivos, marcando un precedente valioso para futuras investigaciones y prácticas industriales enfocadas en la mejora continua de la productividad y eficiencia.

## RECOMENDACIONES

Implementar sistemas de seguimiento y análisis continuo de la productividad para identificar tendencias, oportunidades de mejora y medir el impacto de las estrategias implementadas en tiempo real.

Realizar auditorías regulares del proceso de fabricación para identificar desviaciones de los procedimientos estándar, carencias en la capacitación del personal y oportunidades de mejora en el uso de herramientas y equipos.

Aplicar técnicas de ingeniería de métodos para redefinir los procesos de trabajo, optimizando el flujo de operaciones y reduciendo las actividades que no agregan valor, para incrementar la eficiencia operativa.

Desarrollar e implementar un plan de acción detallado para la introducción de nuevos métodos de trabajo, incluyendo la capacitación del personal, la actualización de equipos y la reorganización del espacio de trabajo.

Realizar un análisis de costo-beneficio de los nuevos métodos de trabajo propuestos para evaluar su viabilidad financiera y el retorno de la inversión esperado, asegurando que las mejoras propuestas sean sostenibles y rentables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apaza, M. (2004). Evaluación De Rentabilidad Económica. Perú: Editora y distribuidora S.R.L.
- Arellano, O., Quispe, G., Ayaviri, D. & Escobar, (2017). Estudio de la Aplicación del Método de Costos ABC en las Mypes del Ecuador. Revista de Investigaciones Altoandinas, 19(1), 33-46.  
<https://dx.doi.org/10.18271/ria.2016.253>
- Barraza, S. (2013). Implicancias del método de costeo ABC. Quipukamayoc, 21(39), 65-73.
- Bellido Sánchez P. (2010). Definiciones ABC. Costos ABC. Primera. Lima : Pacífico Ediciones, 2010, pág. 221 a 253.
- Bellido Sánchez, P. (2003). Costos ABC: Costeo basado en actividades. Lima: Pacífico Editores.
- Benites Castro, C. V., & Chávez García, T. L. (2015). El sistema de costos ABC y su incidencia en la rentabilidad de la empresa de Calzados Rip Land SAC.
- BRIMSOM, James A. Contabilidad por actividades: un enfoque de ABC. Editorial Alfaomega. México, 1997-1998.
- Gitman Lawrence J.(1992), "Fundamentos de Administración Financiera", edit. Harla S.A., México.
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). Principios de administración financiera. México DF
- Gómez Aparicio, J. (2014). Gestión logística y comercial. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448193636.pdf>
- Gonzales, O. (Junio de 2014). Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga. Rev. esc.adm.neg, 70.
- Gutiérrez Poma, Z. E. (2012). Sistema de Costos ABC y su impacto en la rentabilidad de la Empresa Zicca Calzados.
- Jara Huachopoma, C. (2018). "implementación del sistema de costos ABC y su impacto en la rentabilidad de la empresa Inversiones 2ª". Universidad Continental.
- Jiménez Sánchez, J. & Hernández García, S. (2002). Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico. México: Instituto Mexicano del transporte. Obtenido de:

<https://imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt215.pdf>

- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2019). Purchasing and Supply Chain Management (7th ed.). Cengage Learning.
- Pérez Barral, O. (2005). Propuesta de Herramientas de gestión para Empresas de Servicio .Caso GET Varadero. Varadero: Universidad de Matanzas.
- Rojas López, M. (2015). Logística integral / Miguel David Rojas, Erica Guisao, José Cano. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 226 p. ; 24. ISBN 978-958-75-43-5
- Santa Palella, S., & Martins Pestana, F. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa.
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (2020). Production Planning and Control for Supply Chain Management (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Vera Llipo, G. L. (2018). Propuesta de mejora en la gestión logística para incrementar la rentabilidad de la empresa consorcio CAM Lima. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/14675>
- Zambrano, G., & Orrala Villavicencio, G. L. (2018). Propuesta de reducción de costos de operación y gastos generales para Corporación Santa Ana SA (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).
- Zumaeta Vásquez, H. J. (2018). Propuesta de mejora en la gestión logística para aumentar la rentabilidad en la empresa comercial Zumaeta E.I.R.L.