



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Estudio de tiempos y métodos para mejorar la productividad en  
la empresa MINKHA METALES S.A.C, Arequipa, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR(ES):**

Adriazola Murguia, Hernando Edgardo(ORCID:0000-0003-3259-2533)  
Rivera Morales, Pedro Martin (ORCID: 0000-0001-6117-4467)

**ASESOR:**

Mg. Bazán Robles, Romel Darío (0000-0002-9529-9310)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A Dios por haberme otorgado el conocimiento y la salud para poder cumplir mis metas. También, a mis padres, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente formándome con buenos valores y éticas. Así mismo a mis hermanas y mi abuelita, que fueron ese motivo que me impulsaba cada día a salir adelante.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor Mg. Bazàn Robles, Romel Darìo, quien con sus conocimientos y apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a la empresa MINKHA Metales S.A.C por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a todos mis familiares, por apoyarme incondicionalmente. En especial, quiero hacer mención de mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	13
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	30
3.2. Variables y operacionalización .....	32
3.3. Población, muestra y muestreo .....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
3.5. Procedimientos .....	39
3.6. Métodos de análisis de datos .....	78
3.7. Aspectos éticos .....	79
IV. RESULTADOS .....	80
V. DISCUSIÓN .....	95
VI. CONCLUSIONES .....	100
VII. RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
ANEXOS.....	106

## Índice de tablas

Tabla 1. Relación de problemas.....	5
Tabla 2. Elementos del diagrama de Pareto .....	6
Tabla 3. Suplementos .....	51
Tabla 4. Registros de tiempos semanales pre test .....	52
Tabla 5. Registros de tiempos promedios por puesto de trabajo pre test .....	53
Tabla 6. Tiempo efectivo de trabajo pre test .....	54
Tabla 7. Piezas elaboradas pre test .....	55
Tabla 8. Productividad pre test.....	56
Tabla 9. Registros de tiempos semanales post test .....	68
Tabla 10. Registros de tiempos promedios por puesto de trabajo post test.....	69
Tabla 11. Tiempo efectivo de trabajo post test.....	70
Tabla 12. Piezas elaboradas post test .....	71
Tabla 13. Productividad post test .....	72
Tabla 14. Comparación de las actividades.....	73
Tabla 15. Comparación de las actividades del trazado y cortado.....	73
Tabla 16. Comparación de las actividades del perforado .....	74
Tabla 17. Comparación de las actividades del armado .....	74
Tabla 18. Comparación de las actividades del soldado.....	75
Tabla 19. Comparación de las actividades de limpieza .....	75
Tabla 20. Comparación del Tiempo normal.....	76
Tabla 21. Comparación del Tiempo estándar.....	76
Tabla 22. Comparación del Coeficiente de equilibrio .....	77
Tabla 23. Comparación del Tiempo efectivo de trabajo.....	77
Tabla 24. Comparación de las piezas fabricadas semanalmente .....	78
Tabla 25. Productividad de la empresa durante el periodo en estudio .....	81
Tabla 26. Comparación de la Productividad.....	81
Tabla 27. Medidas de tendencia central para la Productividad.....	82
Tabla 28. Eficiencia de la empresa durante el periodo en estudio.....	84
Tabla 29. Comparación de la Eficiencia .....	84
Tabla 30. Medidas de tendencia central para la Eficiencia .....	85
Tabla 31. Eficacia de la empresa durante el periodo en estudio .....	87

Tabla 32. Comparación de la Eficacia.....	87
Tabla 33. Medidas de tendencia central para la Eficacia.....	88

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Pareto .....	7
Figura 2. Diagrama de Ishikawa.....	8
Figura 3. Estudio del trabajo .....	19
Figura 4. Modelo básico pre experimental.....	31
Figura 5. Organigrama de la empresa MINKHA METALES S.A.C. ....	41
Figura 6. DOP para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK .....	42
Figura 7. DAP actual para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK .....	43
Figura 8. Análisis de actividades pre-test .....	44
Figura 9. Diagrama de recorrido actual para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK.....	45
Figura 10. Diagrama bimanual actual de la etapa: trazado y cortado .....	46
Figura 11. Diagrama bimanual actual de la etapa: perforado .....	47
Figura 12. Diagrama bimanual actual de la etapa: armado .....	48
Figura 13. Diagrama bimanual actual de la etapa: soldado .....	49
Figura 14. Diagrama bimanual actual de la etapa: limpieza .....	50
Figura 15. Cronograma para la implementación de la propuesta .....	57
Figura 16. DAP propuesto para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK .....	58
Figura 17. Análisis de actividades post test.....	61
Figura 18. Diagrama de recorrido propuesto para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK.....	62
Figura 19. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: trazado y cortado.....	63
Figura 20. Diagrama bimanual propuesta de la etapa: perforado .....	64
Figura 21. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: armado .....	65
Figura 22. Diagrama bimanual post-test de la etapa: soldado.....	66
Figura 23. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: limpieza .....	67
Figura 24. Comparación de la Productividad.....	82
Figura 25. Comparación de la Eficiencia .....	85
Figura 26. Comparación de la Eficacia.....	88
Figura 27. Prueba de normalidad de los índices de Productividad .....	89
Figura 28. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad .....	90
Figura 29. Diferencias emparejadas de índices de Productividad .....	90

Figura 30. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia .....	91
Figura 31. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia .....	92
Figura 32. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia.....	92
Figura 33. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia .....	93
Figura 34. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia.....	94
Figura 35. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia.....	94

## Resumen

La investigación Estudio de tiempos y métodos para mejorar la productividad en la empresa MINKHA METALES S.A.C. de Arequipa, 2021, tiene por objetivo determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la productividad en la fabricación de una pieza.

El enfoque de investigación fue cuantitativo, de tipo aplicada, con nivel explicativo, el método fue hipotético-deductivo con un diseño experimental de corte longitudinal. La muestra, fue de 60 guías fabricadas durante 24 semanas, planteando 12 semanas del pre test y el post test; se realizó la medición antes y después del estudio de tiempos y métodos para mejorar el proceso productivo y los indicadores de productividad. Se empleó una ficha de recolección de datos para los indicadores de tiempos y movimientos realizados por los colaboradores y para la productividad. Se manejó la estadística descriptiva, y el contraste de hipótesis se realizó con la prueba t-student para diferencia de promedios.

Se obtuvo como resultado que existe una diferencia significativa de productividad en la fabricación de la pieza antes y después, con un incremento del 46.48%, concluyendo que la aplicación del estudio de tiempos y métodos incide sobre la productividad en la fabricación de la guía en la empresa.

**Palabras claves:** Estudio, tiempos, Métodos, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

## **Abstract**

The investigation Study of times and methods to improve productivity in the company MINKHA METALES S.A.C. of Arequipa, 2021, aims to determine how the application of the study of times and methods increases productivity in the manufacture of a part.

The research approach was quantitative, applied type, with explanatory level, the method was hypothetical-deductive with an experimental design of longitudinal section. The sample consisted of 60 guides manufactured during 24 weeks, with 12 weeks of the pre-test and the post-test; The measurement was carried out before and after the study of times and methods to improve the production process and productivity indicators. A data collection sheet was used for the indicators of times and movements made by the collaborators and for productivity. Descriptive statistics were used, and the hypothesis contrast was carried out with the t-student test for mean difference.

It was obtained as a result that there is a significant difference in productivity in the manufacture of the part before and after, with an increase of 46.48%, concluding that the application of the study of times and methods affects the productivity in the manufacture of the guide in the company.

Keywords: Study, times, Methods, Productivity, Efficiency, Effectiveness

## I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrolla la problemática de manera mundial, latinoamericana y nacional considerando el sector y la empresa en estudio, planteando la formulación del problema, objetivos, las justificaciones e hipótesis.

El sector metalmecánico es un área económica con muchas posibilidades de crear desarrollo, a través de riquezas, empleo y bienestar de los colaboradores. Actualmente llegó a convertirse en una de las actividades primordiales a nivel económico en el mundo. Por lo tanto, puede concluirse por su difusión y alcance que la industria de la metalmecánica conforma un engranaje principal en la gran cadena productiva de un país. No solamente por su tecnología y valor agregado, sino por su participación en diversos sectores de la industria. La gran mayoría de las naciones que presentan un desarrollo industrial evolucionado cuentan con empresas metalmecánicas solidificadas, originando de que las grandes potencias industriales y los países en vías de desarrollo, de manera diaria nuevas normas con la finalidad de lograr alcanzar un alto nivel de competencia y de productividad que ha obtenido esta actividad económica (CANACINTRA 2018).

**A nivel mundial**, la industria del sector metalmecánico está conformada por empresas que abarcan desde las herramientas utilizadas para fabricar estructuras metálicas y las maquinarias del tipo industrial. Este sector industrial se encuentra relacionado con todo el sector metálico que va desde la obtención de la materia prima hasta su procesamiento presentando como resultado el acero, que con su posterior transformación se tienen placas, alambres, láminas, etc. Las mismas pueden ser procesadas y son insumos básicos para fabricar productos metálicos, tales como vigas, guías, puertas, estructuras, tuberías, etc. (Alarcón y Jiménez 2020).

La industria metalmecánica mundialmente se encuentra decayendo debido al insumo básico, es decir el acero, en países como China y la India que son dos de los que presentan mayor demanda dentro del sector en los últimos tiempos ha bajado la fabricación de productos motivado principalmente a los costos para adquirir la materia prima, todo lo cual ha ocasionado que la productividad del sector en relación a la metalmecánica disminuya de forma relativa (Beteta y Guillen 2019).

**En Latinoamérica,** las empresas y organizaciones no escapan de esta realidad motivo por el cual han sido realizados diversos estudios e investigaciones de como mediante la reducción de mermas y productos con una mala calidad influyen de forma negativa en la productividad y rentabilidad de cualquier organización empresarial, buscando adecuar estrategias o metodologías para buscar solucionar dicha problemática, siendo las más usadas la ingeniería de métodos y la mejora de procesos de producción (Caldas y Vásquez 2019).

**Nivel Nacional,** las organizaciones del sector metalmecánico no presentan o utilizan métodos de trabajo estandarizados ni cuentan con colaboradores especializados en el ramo, principalmente debido al capital limitado, sobre todo en las pequeñas empresas, por lo cual los montos obtenidos son invertidos primordialmente en maquinaria, equipos o materia prima, dejando a un lado el poder de estandarizar los procesos y actividades. De acuerdo al INEI, en el periodo comprendido entre el 2013 y 2018 se presentó una variación en el índice mensual de producción del sector. Presentando una recuperación del 1,7% en los últimos meses del año 2018 en relación con el año 2017 (Alarcón y Jiménez 2020).

Debido a todo lo anteriormente expuesto, las organizaciones que pretenden presentar más competitividad dentro del mercado, se encuentran dispuestas a la aplicación del estudio de tiempos y métodos con la finalidad de optimizar la productividad y de esta manera mantener una evolución progresiva, en relación a los requerimientos que tiene el mercado. Todas las empresas deben encontrarse en la capacidad de lograr la satisfacción de las necesidades de los clientes, para

dar cumplimiento a tales requerimientos se debería obtener una mejora de manera integral de la organización, enfocando sus esfuerzos hacia mejora continua, donde la más adecuada alternativa para cualquier empresa logre un incremento de sus ganancias o beneficios es mediante de una mejoría de la productividad. Tomando como base que cualquier proceso de producción utiliza materias primas, recursos financieros y naturales, maquinaria, avances tecnológicos, la mano de obra, entre otros (Arrieta 2019).

Este es el caso de la empresa **TAMEFISA**, donde se diseñó una propuesta para mejorar la productividad utilizando como base el estudio de tiempos y métodos en la fabricación de husillos de cobre. El procedimiento de cambio se basó en la ingeniería de métodos a través de 5 pilares para la mejora, tales como la reducción de actividades colaborativas y su tiempo en aumento de las productivas, la eliminación de actividades innecesarias en el uso de máquinas y equipos a través de formatos de inspección, el empleo de nuevas herramientas de trabajo para controlar los tiempos, la capacitación al personal y su reasignación de acuerdo a la carga laboral para completar un ciclo mucho más productivo (Mariategui y Tapia 2021).

Actualmente el problema de la baja productividad en una empresa se debe a muchos factores, entre ellos se tienen la falta de métodos de trabajo, capacitación del personal, malas condiciones laborales, mala planificación del trabajo, instalaciones en mal estado, ausencias, retrasos, lo cual permite determinar la dependencia entre el estudio de tiempos y la productividad (Quinto 2019).

De aquí nace lo importante del estudio de tiempo y métodos en empresas exitosas del sector metalmecánico a nivel mundial, donde se realizó un análisis de la productividad partiendo del estudio de tiempos, que conforma una fundamental herramienta para realizar el diagnóstico que colabora con el diseño de propuestas y líneas de acción enfocadas a mejorar la productividad partiendo de la reducción de tiempos (Quinto 2019).

Obteniendo con esto un análisis que genera datos beneficiosos para aquellas empresas del sector metalmeccánico que no han logrado alcanzar un desarrollo competitivo y productivo.

**MINKHA METALES SAC**, es una organización que se especializa en la elaboración de productos metalúrgicos para el uso estructural, es decir una organización dedicada a la manufactura, comercialización y armado de estructuras metálicas. En la organización se quieren verificar los tiempos utilizados y los procesos realizados en la fabricación de piezas metal mecánicas debido a que se vienen presentando retrasos en la entrega de las mismas a los clientes, hecho que genera pérdidas y afecta negativamente la productividad de la organización.

Por esta situación y como la mayor parte de empresas industriales se deben realizar reformas para operar de forma más eficaz dentro de la competitividad del mercado, que permitan a la empresa tener un mejor y eficaz control interno de los procesos, es por ello el desarrollo de la actual investigación, la cual se encuentra enfocada en la aplicación del estudio de tiempos y métodos con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa.

A continuación, se exhiben las problemáticas, observadas en la empresa después de realizar la observación de las actividades realizadas en el proceso de fabricación desarrollado por la empresa.

De igual manera se tienen el diagrama de Pareto e Ishikawa donde se presenta un análisis grafico de las principales causas o problemáticas que conllevan a la presencia de una baja productividad dentro de la organización

**Tabla 1. Relación de problemas**

<b>CAUSAS</b>	
C-01	Tiempos improductivos
C-02	Mala distribución de espacios
C-03	Inadecuada planificación
C-04	Reprocesos en trabajos
C-05	Uso incorrecto de Materia prima
C-06	Mala supervisión en el control de Materiales
C-07	Insuficiente personal
C-08	Poca capacitación
C-09	Incumplimiento de procedimientos
C-10	Sobre stock
C-11	Mantenimiento fuera de periodo
C-12	Procesos no estandarizados
C-13	Maquinarias antiguas
C-14	Exceso de trabajo
C-15	Uso inapropiado de máquinas y herramientas
C-16	Incumplimiento de cronograma
C-17	Inadecuada administración de inventarios
C-18	Inadecuada calibración de equipos
C-19	Absentismo personal
C-20	Desorden en el área

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se pueden detallar los problemas recurrentes en la empresa MINKHA METALES SAC, siendo estos clasificados según la intensidad o grado de recurrencia en la empresa. Donde se observa que los tiempos improductivos, la mala distribución de los espacios de trabajo y la inadecuada planificación son los tres principales problemas de la organización

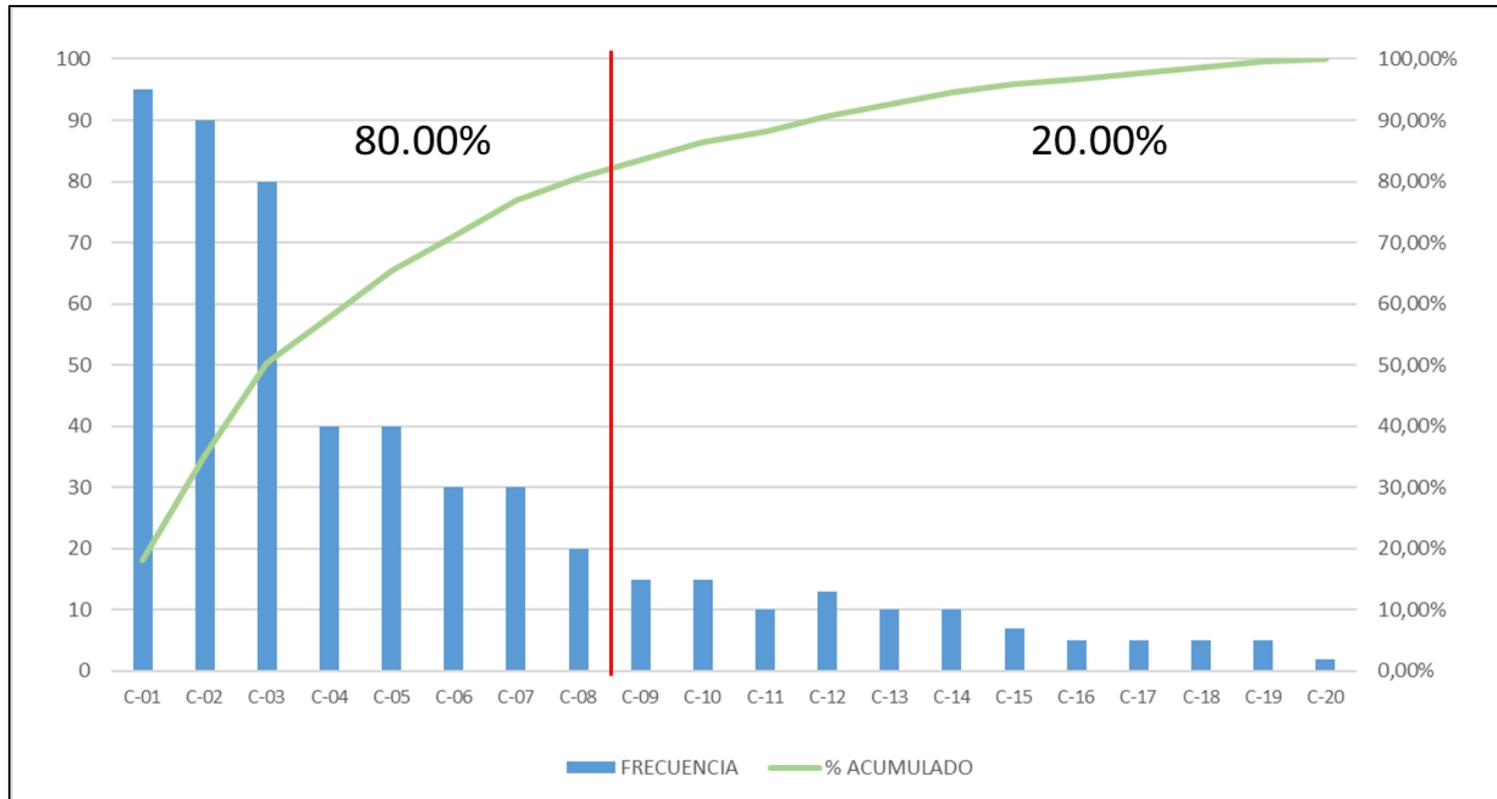
**Tabla 2. Elementos del diagrama de Pareto**

<b>Causa / Problema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia Acumulada</b>	<b>% Acumulado</b>
C-01	90	16,92%	90	16,92%
C-02	85	15,98%	175	32,89%
C-03	80	15,04%	255	47,93%
C-04	50	9,40%	305	57,33%
C-05	40	7,52%	345	64,85%
C-06	30	5,64%	375	70,49%
C-07	30	5,64%	405	76,13%
C-08	20	3,76%	425	79,89%
C-09	20	3,76%	445	83,65%
C-10	15	2,82%	460	86,47%
C-11	13	2,44%	473	88,91%
C-12	10	1,88%	483	90,79%
C-13	10	1,88%	493	92,67%
C-14	10	1,88%	503	94,55%
C-15	7	1,32%	510	95,86%
C-16	5	0,94%	515	96,80%
C-17	5	0,94%	520	97,74%
C-18	5	0,94%	525	98,68%
C-19	5	0,94%	530	99,62%
C-20	2	0,38%	532	100,00%
<b>Total</b>	<b>532</b>	<b>100,00%</b>		

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 2, se pueden detallar los principales problemas recurrentes en la empresa MINKHA METALES SAC, brindándoles una ponderación según el grado de recurrencia de los ya mencionados, siendo el C-01 el problema de mayor ocurrencia y el C-20 el de menor ocurrencia.

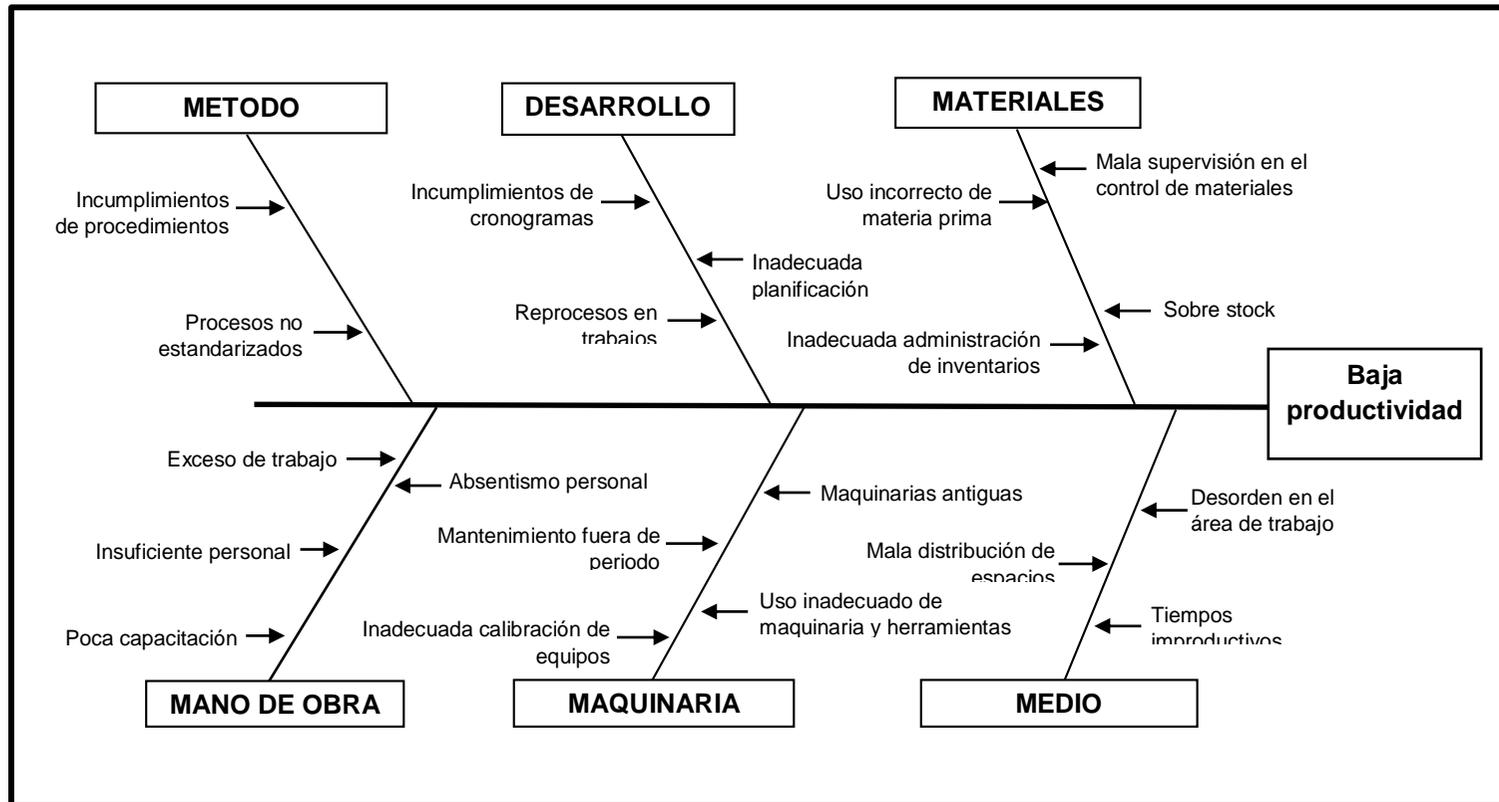
Observándose entonces que, los tiempos improductivos (C-01), la mala distribución de los espacios de trabajo (C-02) y la inadecuada planificación (C-03) son los principales problemas de la organización, es decir entre los tres generan casi la mitad (47,93%) de las fallas de productividad de la empresa.



**Figura 1. Diagrama de Pareto**

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la figura 1, en el Diagrama de Pareto, que el 40,00% (ocho problemas) de los problemas ocasionan el 80,00% de las fallas en la productividad de la empresa MINKHA METALES SAC, siendo los tiempos improductivos (C-01) y la mala distribución de los espacios de trabajo (C-02) y la inadecuada planificación (C-03) los principales problemas de la organización.



**Figura 2. Diagrama de Ishikawa**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se pueden detallar los problemas más importantes en relación a la productividad de la empresa MINKHA METALES SAC lo que genera fallas en la productividad de la misma, donde se observa principalmente en el medio y el desarrollo de las actividades se encuentra los principales problemas de la organización.

Fundamentado en la problemática de la realidad exhibida, la investigación se plantea como **problema general** establecer: ¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?

Así mismo se establecen como **problemas específicos**:

- ¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficiencia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?
- ¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficacia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?

Tenemos como **justificación teórica**, que al aplicar el estudio de tiempos y métodos para incrementar la productividad se reducirán los tiempos innecesarios y las actividades que no tienen valor para la productividad. Asimismo, se puede indicar los estándares para el rendimiento del proceso productivo del cual se realizó el registro y programación de la producción de forma eficiente. Al lograr una mejora de la metodología del trabajo y de los tiempos utilizados los mismos se verán reflejados en la calidad obtenida del producto, ofreciendo resultados satisfactorios para buscar solución a la problemática a investigar, logrando con esto un aporte relacionado con establecer que la metodología del estudio de tiempos y métodos fue verificada destacando su correcto conocimiento, y su importancia al momento de ser implementada en las actividades productivas de cualquier organización. Lo que concuerda con lo señalado por Bernal (2010), existe justificación teórica cuando la finalidad del estudio es concebir reflexión y debate académico sobre los conocimientos existentes, confrontando la teoría, contrastando resultados o haciendo epistemología en referencia a los conocimientos que ya existen. (Pág. 106)

La **justificación metodológica** radica en que puede ser citado como material de referencia muy importante para la realización de otras investigaciones relacionadas a la variable estudio de tiempos y métodos, que permite a las organizaciones mejorar la productividad al momento de la fabricación de sus productos. Igualmente aporta información al método científico debido a que la implementación del estudio hace referencia al cumplimiento de las investigaciones científicas logrando de esta manera verificar que la metodología utilizada es correcta. Cumpliendo así, con lo definido por Bernal (2010) la justificación metodológica de una ocurre cuando una investigación a ser realizada va a proponer un método o estrategia novedosa con la finalidad de obtener conocimientos confiables y válidos. (Pág. 106)

De igual manera, la **justificación social** se refleja en obtener procesos que sean más eficientes y con calidad, costos bajos para la producción y mejoras de tiempos y métodos en la empresa, a su vez estos beneficios se pueden traducir en un ahorro económico que permite el incremento de los puestos de trabajo para la sociedad, lo que concuerda con lo señalado por Carrasco (2019), la justificación social reside en los beneficios que alcanza para la ciudadanía en cuanto a un progreso social para la población. (Pág. 120)

En cuanto a la **justificación económica**, la organización obtiene beneficios económicos al momento de una mejora de los procedimientos de fabricación y al diseñar el control respectivo para lograr reducir los tiempos de producción y excluir aquellos procesos no acordes que generan costos no necesarios en la manufactura, es decir se logró reducir los costes de mano de obra y de producción en los procesos de fabricación de las estructuras metálicas, de igual manera lo que concuerda con lo señalado por Carrasco (2019), la justificación económica de un estudio se encuentra en las utilidades para una organización en cuanto a un ahorro monetario. (Pág. 120)

**La justificación práctica** se detalla en la implementación de los instrumentos de estudio de tiempos y métodos, logrando la resolución de la problemática que actualmente se presentan en la empresa tiene en relación a los tiempos muertos ocurridos durante los procesos operativos, al no existir una mejora ni control del proceso de que perturba de manera notable la productividad en el área de fabricación. En concordancia con Bernal (2010) donde indica que un estudio presenta justificación práctica al momento de desarrollar apoyo para la resolución de un problema o, por lo menos, realiza una propuesta de tácticas que al implementarse contribuyan a resolverlo. (Pág. 106)

La investigación aborda como **objetivo general**: Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la productividad la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

De igual manera se plantea como **objetivos específicos**:

- Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficiencia la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.
- Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficacia la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

Teniendo como **hipótesis general** del estudio: La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

Planteándose como **hipótesis específicas**:

- La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa significativamente la eficiencia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.
- La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa significativamente la eficacia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace mención de los antecedentes encontrados al momento de investigar las diferentes fuentes bibliográficas relacionadas al tema de estudio; se cuentan con antecedentes nacionales e internacionales.

**Alarcón y Jiménez (2020)** en su estudio "***Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de estructuras metálicas en Maquiser E.I.R.L. Comas, 2020***", tiene como objetivo determinar como el estudio del trabajo mejora la productividad en la manufactura de estructuras metálicas en la empresa. La investigación es de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental planteando pre test y post test para medir la productividad. La población y muestra fue constituida por la cantidad de puertas metalizas fabricadas en la empresa durante 10 semanas. La tecnica utilizada para el recojo de información fue la observación utilizando como instrumento una ficha de registro, que se valido mediante juicio de expertos. Para analizar la información recolectada se utilizaron los paquetes de Excel y SPSS v.25. Los resultados obtenidos señalan que la productividad paso de un 68,13% a un 86,46%, mostrando una mejoría de un 18,33%, la eficiencia paso de 83,08 a un 92,40%, con una mejora del 9,32% y la eficacia de 82,00% se mejoró a 93,33%, lo que indica un aumento de 11,33%. Despues de analizados los resultados se llego a la conclusión que el "Estudio del trabajo" mejora la "Productividad" en el proceso de manufactura de estructuras metálicas.

**Mariátegui y Tapia (2020)** en su tesis "***Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricacion de husillos de cobre en la empresa TAMEFISA***", tuvo el objetivo principal de elaborar una propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la organización. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel descriptivo, un diseño cuasi experiemntal de corte longitudinal; la muestra estuvo conformada por el proceso de fabricación de husillos analizado durante 30 semanas, siendo 15 para

el escenario previo y 15 para el posterior y la técnica de recolección de datos fue la observación directa, mediante una ficha de observación como instrumento. Los resultados concluyen que fue posible elaborar una propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la organización, dado que se logró una mejora en los indicadores de la productividad tales como el tiempo de ciclo que pasó de 1 hora con 27 minutos y 37 segundos a 1 hora con 2 minutos y 39 segundos, la productividad del operario pasó de 59.54% a 62.49% y la productividad de la máquina se incrementó de 46.49% a 61.77%.

**Osorio y Velasquez (2020)** en su investigación “*Implementación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la empresa Tealmol S.A.C. de Ate, 2020*”, tienen como objetivo determinar en qué medida la implementación ingeniería de métodos mejora la productividad en la empresa. La investigación presenta un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un diseño experimental debido a que se realiza la evaluación de la variable independiente mediante un pre y post test. La población y muestra esta compuesta por 25 formatos utilizados en el recojo de los datos respectivos de los indicadores en estudio evaluados de manera semanal. La técnica utilizada para la recolección de los datos requeridos fue la observación y como instrumento una ficha de recojo validada mediante la validación de expertos de la universidad. Los resultados obtenidos presentan una mejora de la productividad de un 5.56%, eficiencia 1.41% y eficacia 4.16%, lo que conlleva a concluir que la implementación de la ingeniería de métodos mejora la productividad de la empresa, mediante la optimización de los tiempos improductivos y proponiendo mejoras en el área de producción.

**Beteta y Guillen (2019)** en su estudio “*Ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de soldadura de la empresa D & L INDUSTRIAL S.A.C., 2019*”, plantean como objetivo determinar que la aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la productividad en el área de soldadura de la empresa. El estudio posee un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con un diseño cuasi experimental de alcance transversal. La población y muestra del estudio estuvo

conformada por 32 semanas, donde 16 semanas pertenecen al pre test y las otras 16 semanas al post test en relación a la aplicación de la ingeniería de métodos. Para realizar las mediciones se utilizó la observación como técnica y como instrumento una ficha de recolección, así como la medición de los tiempos requeridos para el desarrollo de los procesos y las actividades realizadas. Se utilizó la estadística para analizar los datos obtenidos. Los resultados obtenidos señalan un aumento del 28% para la productividad, y la eficacia y eficiencia incrementaron en un 32% y 7% de forma respectiva. Por lo cual se concluye que la implementación de la ingeniería de métodos ocasionó una mejoría en la productividad del área de soldadura de la organización en estudio.

**Quinto (2019)** en su investigación “***Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada – 2018***”, señala como finalidad determinar como la aplicación del estudio de tiempos mejora la productividad del personal operativo. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, la investigación es de tipo aplicada con un nivel correlacional – descriptivo con un diseño cuasi experimental y de corte longitudinal. La muestra de la investigación estará conformada por 20 trabajadores. Como técnica para la recolección de datos utilizó la observación mediante fichas de observación como instrumentos. Los resultados obtenidos de la correlación entre el estudio de tiempos y la productividad, tuvieron un valor estadístico  $t$  es igual a 27.27, este se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general, evidenciando que la aplicación del estudio de tiempos incremento positivamente la productividad del personal operativo. De igual manera antes de realizar la mejora el proceso demoraba 3875 min (8 días), con la mejora aplicada se logró reducir 661 minutos, economizando de esta manera una jornada laboral y una mejora de la productividad en una media del 77%.

**Lavado y Reyes (2019)** en su investigación “***Aplicación de Ingeniería de Métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi E.I.R.L. Chimbote, 2019***”, tienen como

objetivo aplicar la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero. El estudio presenta un diseño pre-experimental ya que se manipula la variable independiente con el fin de observar como influye sobre la variable dependiente. La observación fue utilizada como técnica para la recolección de información y como instrumento se utilizó una ficha de recolección, validada mediante juicio de expertos. Los resultados obtenidos luego de la implementación de las mejoras señalan que se aumentó la productividad en un 71%, se disminuyó el tiempo de fabricación en un 67%, todo esto conlleva a concluir que la aplicación de la ingeniería de métodos mediante el estudio de tiempos y actividades logró mejorar la productividad en la fabricación de la empresa.

**Chuquisala (2018)** en su tesis “*Mejoramientos a los indicadores de productividad en la empresa TRANSARC S.A, línea de parrillas superiores*”, señala como objetivo general mejorar los indicadores de productividad en la empresa. La investigación es de tipo descriptiva, se utilizó la observación como técnica para recolectar la información de los procesos, así como la revisión de documental de los informes mensuales de la empresa para los datos de productividad y como instrumento una ficha de recolección para ambos casos. Para dar cumplimiento al objetivo se realizó un estudio de métodos y tiempos de las actividades de la empresa, se realizó un análisis de la situación mediante un DOP, DAP, los indicadores de tiempo, actividades, productividad, eficiencia y eficacia. Luego de analizados los resultados se concluye que existían falencias en las actividades realizadas por los colaboradores, así como en los tiempos utilizados para su desempeño, mostrando tiempos perdidos por calibraciones y mantenimiento no programadas. Para lo cual se plantearon mejoras de dichas actividades logrando una mejora en la productividad de la empresa.

**Rico y Mafla (2018)** en su investigación “*Propuesta de mejora área de soldadura empresa SOLOMOFLEX*”, plantearon como objetivo desarrollar un estudio de métodos y tiempos en el área de soldadura con la finalidad de mejorar la productividad. El estudio es de tipo descriptivo – exploratorio, utilizando el método

inductivo para comprobar la hipótesis planteada. La observación fue utilizada como técnica para la recolectar la información necesaria y una ficha de recojo como instrumento. Para dar cumplimiento al objetivo planteado se realizó un estudio de los métodos de trabajo y de los tiempos usados en los procesos productivos del área de soldadura, donde se realizaron mediciones antes y después de la implementación de las mejoras. Los resultados obtenidos conllevaron a concluir que la aplicación del estudio del trabajo logró mejorar la productividad de la empresa, logrando así reducir la cantidad de operarios requeridos para la producción permitiendo un aumento en la productividad entre 1 y 2 piezas por hora, así como de las mejoras en cada una de las actividades realizadas en el área de estudio.

**Kamble y Kulkarni (2014)** en su artículo “*Productivity improvement at assembly station using work study techniques*”, en su investigación realizan un estudio del tiempo de ciclo y el método existente de diferentes estaciones de trabajo para sugerir una mejora en el método utilizado mediante una reducción de los tiempos de ciclo y lograr mejorar la productividad. Los datos fueron obtenidos durante la visita a la empresa y las discusiones realizadas con el propietario, encontrándose que los tiempos muertos o ineficientes se encontraron en mayor en el área de montaje, por tal motivo fue seleccionada la sección de montaje para realizar el estudio de trabajo. La importancia de la investigación se encuentra directamente relacionada con la reducción de los tiempos ineficientes y el aumento de la productividad. Las ventajas de este proyecto radican en la mejora de la productividad al reducir el tiempo de ciclo, logrando un flujo sin problemas de los componentes para el montaje, reduciendo la fatiga del trabajador, diseñando una propuesta para mejorar el método, luego de su implementación la línea de montaje pasó de tener un tiempo de 45,49 minutos para el montaje de la pieza a un tiempo de 30,94 logrando un ahorro de 14,55 minutos por operador.

**Kulkarni, Kshire y Chandratre (2014)** en su artículo “*Productivity improvement through lean deployment & work study methods*”, plantean que el estudio de tiempos y métodos es la metodología sistemática para verificar las diferentes

actividades pero que se encuentran relacionadas entre sí, con la finalidad de mejorar la eficiencia, la utilización de los recursos y que permite establecer estándares de desempeño y calidad de las actividades a realizar. En lenguaje simple, se puede definir como el análisis del trabajo con el simple propósito de encontrar mejoras del método desarrollado en la realización del trabajo y también determinar el tiempo estándar requerido para realizarlo. De igual manera que la medición del trabajo se refiere a la estimación del tiempo estándar para una actividad que es el tiempo específico para completar un trabajo utilizando el método establecido. Se puede definir la hora estándar como el tiempo utilizado por un promedio experimentado para el trabajo con disposiciones para retrasos más allá del operador control. El estudio de tiempos lo definen de forma sencilla como una técnica para estimar el tiempo que se le debe dar a un colaborador para completar una tarea específica utilizando un método en específico.

Con la finalidad de comprender mejor las variables estudio, se presentan como referencias las teorías señalas a continuación:

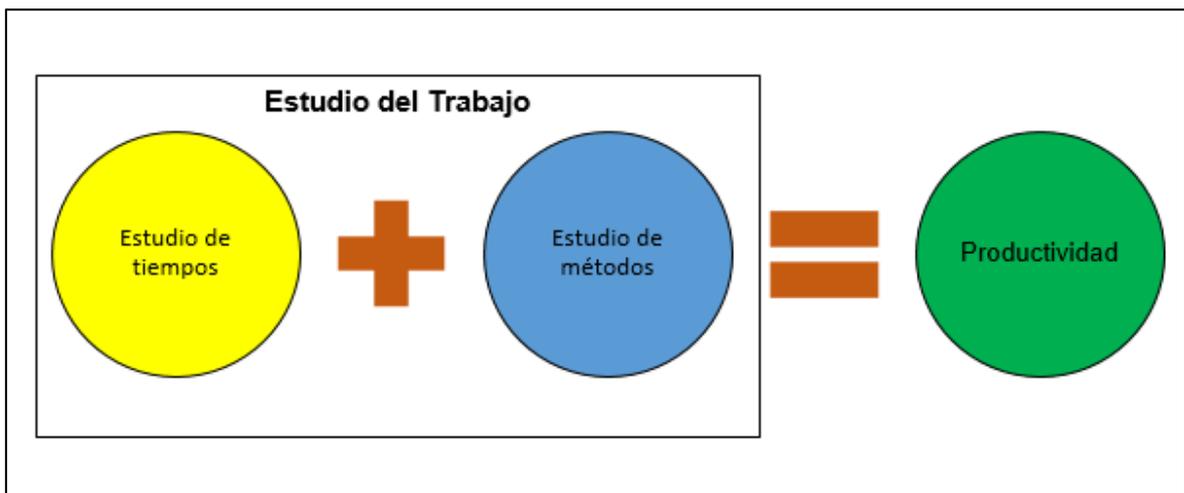
Para Kanawaty (2014) el **estudio de tiempos y métodos** es la aplicación de técnicas con la finalidad de identificar los tiempos que tarda un operario calificado en desarrollar o desempeñar una actividad en particular de acuerdo a una normativa o procedimiento prestablecido de rendimiento. Se menciona que tanto el estudio de tiempos como el de métodos se encuentran estrechamente relacionados entre sí, el primero se encuentra asociado al estudio de cualquier tiempo improductivo que realice un colaborador en un proceso productivo, y el segundo a la minimización o simplificación de las tareas o actividades desempeñadas por el colaborador al momento de ejecutar cualquier operación.

El estudio del trabajo tiene como finalidad estudiar y detallar las tareas y actividades de una organización, para lograr mejorar el método empleado en la fabricación de un producto mediante la eliminación de aquellas actividades que sean excesivas o no son necesarias, se encuentra conformado por 2 técnicas, que son el estudio de métodos y el estudio de tiempos, las dos técnicas se encuentran relacionadas con

el mejoramiento de la productividad, las mismas se utilizan para verificar e inspeccionar el trabajo de los operarios e incrementar las ganancias económicas de la organización donde se realiza un estudio de este tipo (Guerrero 2019).

El estudio de trabajo es un examen crítico, objetivo y crítico de varios factores que afectan la productividad y responde a preguntas importantes sobre cómo se debe hacer un trabajo, lo que se conoce como estudio de movimiento o estudio de método, y cuánto tiempo se requiere para completar un trabajo, que se conoce como medición del trabajo. Existe una estrecha relación entre el estudio del método y la medición del trabajo. Mientras se realiza un estudio de trabajo, primero se realiza el estudio del método, que es seguido por la medición del trabajo. Los componentes son (Pravin 2015):

- Method study / Método de estudio
- Work measurement / Medida de trabajo



**Figura 3. Estudio del trabajo**

Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

Por lo que cualquier proceso puede mejorarse basado en el estudio de tiempos y métodos y utilización adecuada de la máquina y el material. Eso mejorará el proceso actual al reducir los transportes, y reduciendo la fatiga del trabajador (Kanawaty 2014).

El estudio del trabajo es una herramienta que es utilizada para alcanzar los tiempos estándar de todas las actividades o tareas que conforman un procedimiento productivo, de igual manera para realizar un análisis de la metodología que es realizada por parte de un colaborador para desarrollar las actividades requeridas en dicho proceso. Lo mencionado anteriormente se resume en que este estudio en conjunto es conocido también como estudio de métodos y tiempos, que permite incrementar la productividad de las organizaciones debido a que al estudiar y evaluar los métodos y tiempos actuales se pueden identificar, regular o incluso hasta eliminar los cuellos de botella y tiempos muertos que no permiten cumplir con los objetivos propuestos de cualquier organización independientemente de su actividad económica que es generar ganancias (Yunez 2020).

Kanawaty (2014), precisa que para realizar de manera correcta un estudio de trabajo es necesaria cada una de las etapas siguientes:

- a) Seleccionar, el proceso o trabajo a ser estudiado.
- b) Registrar, la información relevante del proceso o tarea, usando las técnicas adecuadas y disponiendo de la información de una forma cómoda para analizarla.
- c) Examinar, de forma crítica los hechos que se han registrado, justificándose lo que se está haciendo, según el propósito de la actividad; donde se lleva a cabo, el orden de la misma, quien la ejecuta y cuáles son los medios que utiliza.
- d) Establecer, la metodología más económica, de acuerdo a las condiciones, se deben aplicar diferentes formas de gestión, así como el aporte de todos los involucrados en la actividad a investigar.
- e) Evaluar, los resultados que se obtienen, con la nueva metodología, comparándolo con la cantidad de trabajo requerido y posera así señalar un tiempo estándar.
- f) Definir, la nueva metodología y sus tiempos, y difundirlo entre todas las personas involucradas.

- g) Implantar, la nueva metodología, capacitando a los operarios necesarios, para que desempeñen las actividades en el tiempo establecido.
- h) Controlar, la aplicación del método, evaluando de manera continua los resultados logrados y cotejándolos con los objetivos fijados. (p. 21)

Es la mezcla de dos grupos de técnicas el estudio de los métodos y la medición del trabajo, utilizado para realizar un análisis del trabajo humano y señalar que factores tienen influencia sobre la productividad; esta técnica se emplea regularmente para el aumento de la producción, con o sin inversiones capital (Arismendiz y Miní 2019).

El estudio del trabajo está comprendido por dos técnicas que deben ser desarrolladas con el objetivo de lograr un mejoramiento de la productividad en una organización. El estudio de métodos y el de tiempos se encuentran relacionados entre sí, dado que el de métodos buscar simplificar o reducir las actividades innecesarias de un proceso productivo, sin alterar el producto final, el estudio de tiempos se caracteriza por identificar y analizar los tiempos improductivos o muertos desarrollados en determinada actividad (Collado y Rivera 2018).

El **estudio de métodos** es el estudio donde se diseña, formula y seleccionan las actividades más importantes, las herramientas y maquinas necesarias para la fabricación de un producto luego de ser platicada su elaboración (Quesada y Villa 2017).

El estudio de métodos es la técnica que permite mejorar la producción, mientras observa las áreas, equipos manipulados, condiciones de trabajo, que intervienen en la fabricación del producto dentro de la empresa en estudio. De igual manera, se debe señalar que todas las actividades que conforman el proceso productivo son verificadas de forma exhaustiva garantizando su sistematización y análisis. Los resultados de lo examinado, generalmente son los puntos críticos de la

organización, es decir las fallas encontradas que originan la baja productividad de la empresa (Guerrero 2019).

La técnica de **estudio de tiempo** puede ser utilizado sin importa al rubro que pertenezca y la actividad a que se dedique la empresa, ya que su uso permite implantar los procedimientos necesarios que ayuden a realizar las actividades dentro de la organización de una forma mucho más eficiente y rápida (Kanawaty 2014).

Para Cruelles (2014), es una herramienta de la medición del trabajo utilizada para con el fin de registrar los tiempos y de las actividades desarrolladas en el desempeño de una tarea definida, llevada a cabo en determinadas condiciones, con la finalidad de realizar un análisis de los datos y hacer el cálculo del tiempo necesario para desarrollar la actividad según la metodología establecida a ser ejecutada. Su objetivo es determinar las medidas o procedimientos de rendimiento para ejecutar una actividad en específico.

El estudio de tiempos maneja cuatro etapas, en la primera se determina de forma simultánea la velocidad para desempeñar efectivamente un trabajo por parte del operario con la idea que presente el analista de lo que debería de ser el ritmo normal de trabajo. Como segunda etapa se tiene la conversión de los tiempos observados a tiempos normales, en la tercera etapa se establecen los suplementos que deben ser añadidos a los tiempos normales del proceso estudiado y por último en la última etapa se determina el tiempo estándar requerido para ejecutar el proceso investigado (Arrieta 2019).

Entre las herramientas requeridas para realizar un estudio del trabajo se tienen:

El **diagrama del proceso** este diagrama permite mediante la representación gráfica mostrar, todos los acontecimientos o actividades del proceso, las mismas

son presentadas por un símbolo específico para cada tipo de actividad. Entre los tipos de actividades se encuentran, las operaciones, inspecciones y traslado de materia prima o insumos, los diagramas más comunes de encontrar son se encuentran los diagramas de recorrido, DOP y DAP (Arrieta 2019).

Los **diagramas bimanuales** en estos especifican las actividades que se realiza tanto con la mano izquierda como con la mano derecha.

El **cronometro** es un equipo de medición de tiempos, diseñado para realizar las lecturas en cualquier medida de tiempo disponible, es decir en segundos, minutos, etc. El mismo es utilizado en el estudio de tiempos para observar y registrar la información del tiempo requerido para desarrollar una actividad o tarea por un colaborador bajo ciertos parámetros permitiendo mostrar la información en tiempo real (Arrieta 2019).

El **tiempo normal (TN)** es el tiempo en el que un colaborador especializado, y capacitado en determinado trabajo y desenvolviéndose con normalidad en su ritmo, necesitaría emplear para ejecutar la actividad en estudio. Su valor se encuentra determinado por la siguiente formula:

$$Tn = Te * Fv$$

Los **tiempos suplementarios (TS)** son aquellos tiempos o periodos que son agregados al tiempo normal y que es utilizado por un operario o colaborador para reponerse al momento de requerir realizar las necesidades fisiológicas del cuerpo humano o de efectos psicológicos, tales como el cansancio o estrés causado por el desempeño de un trabajo en particular.

El **tiempo estándar (TE)**, es el tiempo requerido por un operario con capacitación y especializado en una tarea, la desarrolle con un ritmo normal adicionando los tiempos suplementarios necesarios para descansar de la fatiga o para poder realizar sus necesidades fisiológicas, y se puede calcular con la siguiente formula:

$$Ts = Tn * (1 + Supl)$$

En relación al **tratamiento a ser realizado con el estudio del trabajo** en el desarrollo del estudio se lleva a cabo mediante el procedimiento del estudio de actividades y tiempos, donde se deben realizar las siguientes fases:

#### **a.- Seleccionar**

Toda actividad desempeñada en el contexto del trabajo debe ser objeto de un estudio con la finalidad de presentar una mejora en la forma en que es desarrollada (Kanawaty 2014).

Donde se seleccionó la tarea a desarrollar considerando las técnicas y variables humanas, usando instrumentos como los diagramas de Pareto e Ishikawa.

#### **b.- Registrar**

Kanawaty (2014) el éxito de los procedimientos integro dependen del grado de exactitud con el que se registran los hechos, dado que sirven como fundamento para hacer la evaluación crítica y diseñar el perfeccionamiento de los métodos.

Se registraron los hechos de forma clara, concisa y escrita, usando instrumentos como diagrama de recorrido del colaborador para registrar la cantidad de actividades que cumple para establecer las que generan un valor registrando de una mejor manera las distancias recorridas por el empleado, y la toma de tiempos para anotar un tiempo estándar desarrollado en cada una de las operaciones, en

este punto para la toma de tiempos fue utilizado el cronometro como instrumento de medición.

### **c.- Examinar y establecer**

La técnica de la observación es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva (Kanawaty, 2014 pág. 96).

Se examinó con detalle y de manera exhaustiva, las actividades realizadas que no generen valor, para averiguar el propósito, el lugar, sucesión, persona y medios.

Según Kanawaty (2014) las preguntas de propósito son “¿Qué se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Qué otra cosa podría hacerse?, ¿Qué debería hacerse?”. En relación a las preguntas de lugar son “¿Dónde se hace?, ¿Por qué se hace allí?, ¿En qué otro lugar podría hacerse?, ¿Dónde debería hacerse?”. En cuanto a las preguntas de persona son “¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona?, ¿Qué otra cosa persona podría hacerlo?, ¿Quién debería hacerlo?”. Y por último las de medios son “¿Cómo se hace?, ¿Por qué se hace de ese modo?, ¿De qué otro modo podría hacerse?, ¿Cómo debería hacerse?”. (p.99)

Se establecen a través del resumen de la técnica de la observación las probables mejoras a ser implementadas para mejorar el proceso productivo en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada.

### **d.- Evaluar y definir**

“Algunas veces los cambios que se han de introducir son claros y es posible definir claramente, sin embargo, en muchos casos señala varios cambios posibles, por lo cual el implementador deberá evaluar y decidir cuál es la adecuada” (Kanawaty, 2014 pág. 161).

Se registraron los hechos de manera clara, concisa y escrita del nuevo método de trabajo, utilizando herramientas como el diagrama de recorrido, y la hoja de toma de tiempos para registrar el tiempo estándar con la mejora.

#### **e.- Implantar y controlar**

“Las fases finales del procedimiento básico son la vez las más difíciles y se necesita la cooperación activa de la dirección” (Kanawaty, 2014 pág. 164).

Se establecen los detalles para la implementación y controlar la aplicación del nuevo método de trabajo y posibles mejoras en la fabricación de la empresa.

**La productividad** es un balance entre los productos fabricados y los insumos empleados para tal fin. Tal bance puede ser efectuado de manera física o económica, o mediante algún indicador en la organización. De todas las maneras posibles igualmente, la productividad es persistentemente la mejor medida de la eficiencia de la empresa (Medianero 2016).

La productividad se ha definido generalmente como la relación de un alcance de la producción a la unidad de todos los recursos usados para ocasionar esta salida. El estudio de trabajo es la metodología sistemática de realización actividades diferentes pero relacionadas, como mejorar la eficiencia uso de recursos y para establecer estándares de desempeño y calidad de las actividades a realizar (Kulkarni, Kshire y Chandratre 2014).

La productividad realiza la medición de la relación entre los materiales utilizados y los productos elaborados, es decir la productividad de una empresa viene dada por la disminución del uso de recursos para lograr producir mayor cantidad de productos (Acurio 2017).

La productividad es el enfoque o relación entre la cantidad de entradas y salidas obtenidas y la cantidad de recursos utilizados. En el proceso de fabricación, la productividad es la evaluación del desempeño de las actividades de evaluación, como máquinas, equipos de trabajo y trabajadores ocupados en funciones. También podemos decir que la productividad es el desempeño de cada trabajador participando en sus respectivas actividades. Este es un método sistemático que nos permite saber cuándo una máquina o trabajador está produciendo con una determinada cantidad de recursos en un tiempo determinado para obtener el máximo número de productos (Arroyo 2018).

La productividad de una empresa refleja el uso de sus recursos en la producción de bienes y servicios, por lo tanto, todos los recursos disponibles para la empresa deben ser utilizados correctamente para producir productos de alta calidad, ya que se pueden utilizar menos recursos para lograr los resultados deseados (Diaz 2017).

**Las ventajas de la productividad** para una organización al realizar un manejo correcto de niveles productivos generan ventajas como lo son:

- Ascendentes beneficios, esto ocurre cuando se realizan ventas que exceden a lo esperado.
- Mejores ingresos para los trabajadores, lo cual incentiva a los colaboradores a esforzarse mejor en el desempeño de sus funciones y tareas.
- Crecimiento en la competitividad, debido a que la organización realiza un uso adecuado de sus recursos, sus equipos y de su talento humano, que aportan habilidades y cambios que mejoran la producción.

**La eficiencia** es considerada como el resultado de la empresa que realizan la medición de la relación con sus recursos, como un equilibrio que manifiesta un

balance entre los resultados logrados y los gastos incurridos para lograr el cumplimiento de los objetivos, se trata de eficiencia (Gómez 2017).

Hay dos aspectos de la eficiencia. La primera es la unidad de producción o servicio relacionada con el propósito de la organización, y la segunda es el costo de producir estos bienes y servicios. ¿Cuánto ha desperdiciado o ahorrado la organización en producir resultados? Ésta es una cuestión de eficiencia. Por lo general, la eficiencia se mide por la relación entre la producción y la entrada. Esto significa que para lograr la eficiencia, una organización debe asegurarse de que utiliza sus recursos dedicados a la planificación, operaciones o departamentos para obtener el máximo número de productos (Gutiérrez 2014).

La eficiencia es una medición de la relación entre insumos y producción y minimiza los costos de recursos (buenas acciones). Expresado en números, es la relación entre la producción real obtenida y la producción planificada esperada (Gutiérrez 2014).

**La eficacia**, es la capacidad de lograr los resultados esperados o esperados sin ocupar recursos o medios. Significa obedecer el uso de bienes para lograr el propósito (Gómez 2017).

La eficacia es el grado en que una empresa, como sistema social, puede lograr sus objetivos sin perder sus medios y recursos y sin esfuerzo dedicar energía a sus miembros. Por lo tanto, se asume que la productividad organizacional, la flexibilidad organizacional y la ausencia de tensión dentro la organización (Gómez 2017).

Es necesario realizar un análisis de ciertas características que produce esta nueva forma de entender la validez, las cuales se relacionan con las características señaladas por la organización como sistema de significado (Gómez 2017).

La eficacia se describe por su realidad, y sus resultados no son artificiales, ficticios o arbitrarios. Son hechos reales provocados por la aplicación de elementos y relaciones del sistema. Es a partir de esta aplicación que podemos encontrar que el resultado no muestra el nivel correspondiente. Pero esto no se debe a la naturaleza del sistema de significado, sino a su deficiente en el diseño o falta de cumplimiento (Gómez 2017).

La intencionalidad de la herramienta del sistema confiere a la eficacia de su validez, es decir, la confiabilidad y validez del diseño organizativo de un objetivo producido. Un índice de eficiencia insatisfactorio es un signo de desajuste. Por definición, un desajuste es siempre el resultado de la organización en comparación con el sistema de significado de la organización (Gómez 2017).

Es la medida en que se lleva a cabo la actividad planificada y se logra el resultado planificado, es decir, se puede considerar como la capacidad de lograr el efecto esperado o esperado (Gutiérrez 2014).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

##### Tipo de investigación

Este trabajo es de tipo **aplicado**; es decir que se basa en buscar las soluciones a una situación dada, empleando resultados de estudios anteriores basado en teorías aplicadas a buscar soluciones a una situación que presenta algún problema con la finalidad de obtener un bienestar colectivo o social (Valderrama 2020).

Con un **nivel explicativo** debido a que estos estudios no culminan con la descripción de particularidades o fenómenos con el fin del determinar la relación entre definiciones, que se encuentran llamados a dar respuesta a los orígenes de los eventos, acontecimientos y anomalías físicas o sociales (Cabezas, Andrade y Torres 2018).

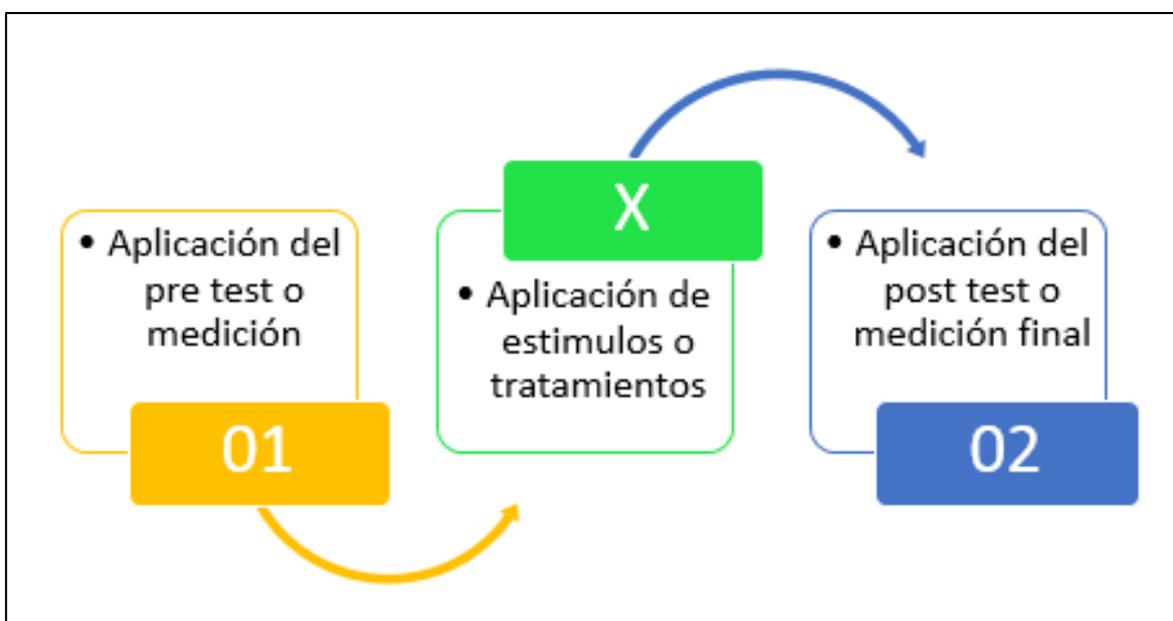
El estudio tiene un **enfoque cuantitativo**, ya que su proceso de investigación se encuentra fundamentado en medidas numéricas, donde se utiliza la observación de los procedimientos para recolectar los datos necesarios que una vez analizados puedan dar respuesta a la problemática planteada en el estudio. Manejando la recolecta y medición de información para presentar el análisis estadístico o numérico de la población estudiada con la finalidad de realizar a la comprobación de las hipótesis planteadas.

Según Behar (2008), el **método hipotético deductivo** es básicamente la forma para demostrar que la hipótesis es falsa o verdadera, a partir de los resultados de la información obtenida, que son referidos a características medibles, que son obtenidas de la deducción de la hipótesis planteada y que la verdad o falsedad se debe establecer en condiciones directas.

Esta investigación se analizaron las variables en estudio, explicando como el estudio de tiempos y métodos a través del estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de una empresa constructora de estructuras metálicas.

### Diseño de investigación

El estudio presenta un diseño experimental, de tipo pre experimental debido que será manipulada la variable independiente, realizando una medición antes y después de acontecido el efecto en la productividad, que se hace a través de una pre prueba y una post prueba, es decir no hay comparación entre dos grupos (Cabezas, Andrade y Torres 2018).



**Figura 4. Modelo básico pre experimental**

Fuente: (Cabezas, Andrade y Torres 2018)

Se debe señalar que tiene un **corte longitudinal** debido a que esta investigación utiliza el recojo de datos en diversos momentos de la investigación; en el caso en estudio será al inicio, y posteriormente de finalizar la aplicación del estudio de tiempos y métodos, con la finalidad de comparar los datos conseguidos en ambos momentos en relación a la productividad de la organización (Cabezas, Andrade y Torres 2018).

### **3.2. Variables y operacionalización**

A continuación, se presentan las variables y sus indicadores para esta investigación, de igual manera en el anexo 2 se puede detallar la matriz de operacionalización de las variables.

#### **Variable Independiente: “Estudio de tiempos y métodos”**

El estudio de tiempos y métodos es una evaluación sistemática de la metodología utilizada para desarrollar las tareas y actividades con la finalidad de un mejoramiento del uso de manera eficaz de los recursos y para lograr la implementación de nuevas normativas de rendimiento en relación a las tareas que se realizan en el proceso productivo (Kanawaty 2014).

#### **Dimensión 1: “Estudio de Métodos”**

El estudio de métodos es el vinculado de normas de tipo sistemática con la finalidad de indicar los procedimientos productivos que deben seguir la totalidad de operaciones del trabajo, con la finalidad de diseñar e implementar un mejoramiento que simplifiquen y faciliten el desarrollo de las actividades productivas (Palacios 2015).

#### **Indicador**

Índice de actividades que agregan valor

$$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100$$

Donde:

TA: Total de actividades

AAV: Total de actividades que agregan valor

## **Indicador**

Índice de actividades que no agregan valor

$$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100$$

Donde:

TA: Total de actividades

ANAV: Total de actividades que no agregan valor

## **Dimensiones 2: “Estudio de Tiempo”**

Los estudios de tiempo son técnicas utilizadas con la finalidad de señalar el tiempo necesario para desarrollar una actividad por un operario, tomando como base una cantidad limitada de observaciones realizadas al proceso productivo (Salazar y Arroyave 2016).

## **Indicador**

Índice de tiempo normal

$$Tn = Te * Fv$$

Donde:

Te: Tiempo efectivo

Fv: Factor de valoración (95%)

## **Indicador**

Índice de tiempo estándar

$$Ts = Tn \times (1 + Supl)$$

Donde:

Ts: Índice de tiempo estándar

Tn: Tiempo normal

Supl: Suplementos

## **Indicador**

Coefficiente de equilibrio

$$Ce = 100 * (N * CI) - \frac{\sum Cp}{N - CI}$$

Donde:

N: Número de operarios

Cp: Ciclo de los diferentes puestos de trabajo

CI: Ciclo del puesto limitante o de tiempo más tardío

## **Variable dependiente: “Productividad”**

La productividad es un balance entre los productos fabricados y los insumos empleados para tal fin. Tal bance puede ser efectuado de manera física o económica, o mediante algún indicador en la organización. De todas las maneras posibles igualmente, la productividad es persistentemente la mejor medida de la eficiencia de la empresa (Medianero 2016).

## **Dimensión 1: “Eficiencia”**

Esta dimensión realiza la medición entre los materiales y la producción de la empresa, con la finalidad de buscar la reducción de costos de los materiales y recursos (hacer bien las cosas con menor cantidad de recursos), en términos matemáticos es la razón entre la producción real obtenida y la planificada para un periodo determinado (Cruelles 2014).

## **Indicador**

Índice de eficiencia

$$IEf = \frac{HHu}{HHe} * 100$$

Donde:

IEf: Índice de eficiencia

HHu: Horas efectivas utilizadas

HHe: Horas programadas

## **Dimensión 2: “Eficacia”**

La eficacia se encuentra relacionada al cumplimiento de los resultados y objetivos establecidos, es decir con el desarrollo de actividades que una vez realizadas permiten obtener los objetivos trazados con anterioridad (García 2017).

## **Indicador**

Índice de eficacia

$$IEfc = \frac{Pl}{Pp} * 100$$

Donde:

IEfc: Índice de eficacia

Pl: Producción lograda

Pp: Producción programada

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

El término población o población objetivo, se define como todo aquel conglomerado de casos que tienen en común ciertos factores o especificaciones antes determinados (Hernández y Mendoza 2018).

La población no se encuentra referida solamente a un grupo de personas, ya que también pueden ser objetos, animales, o sucesos que puedan ser medibles. La población es de mucha importancia para un estudio, debido a que es necesaria para la búsqueda de la solución de una problemática planteada y poder de esta manera realizar la verificación de los resultados a través de las variables en estudio (Posada 2016).

Por lo que **la población** de la investigación es la cantidad de 60 guías HPGR & WEAR BLOCK fabricadas en la empresa MINKHA METALES SAC durante 24 semanas de tomas de datos evaluados, planteando 12 semanas para el pretest e igual cantidad para el post test correspondiente.

#### Muestra

Los autores Hernández y Mendoza (2018) definen para la investigación cuantitativa, la muestra como aquel subconjunto de la población o universo de estudio, del que se va a recolectar la data para la investigación, la cual deber ser representativa con el objetivo de garantizar la autenticidad de los resultados a nivel global. (p. 196)

La **muestra** para la presente investigación se encuentra constituida por las 60 guías HPGR & WEAR BLOCK fabricadas en la empresa MINKHA METALES SAC, que fueron analizadas durante el periodo en estudio de 24 semanas. Por lo tanto, la muestra es no probabilística debido a que la selección de la misma no está sujeta a las posibilidades, sino a las peculiaridades y especificaciones de la investigación.

## **Muestreo**

El muestreo se encuentra referido a los procedimientos que permiten seleccionar las unidades de investigación que van a constituir la muestra necesaria, con el fin de recolectar la información requerida por el estudio que se pretende desarrollar (Ñaupas et al. 2018).

La investigación no tuvo un **muestreo**, debido a que la muestra es igual a la cantidad total de la población.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Es un conjunto de procedimientos y normativas utilizadas para normalizar un proceso establecido para obtener un objetivo determinado. Se puede conceptualizar de igual manera como las normativas que regulan el procedimiento de investigación, en cada una de sus etapas, desde el inicio hasta su culminación, partiendo desde la problemática en estudio hasta la realización del constataste de hipótesis, todo dentro de las teorías utilizadas y con vigencia actual (Ñaupas et al. 2018).

La observación es una técnica fundamental en el estudio científico debido a que permite obtener conocimientos reales a través del uso de la vista de manera directa de los fenómenos y objetos en su entorno natural, partiendo de los objetivos planteados de forma previa y usando los medios científicos (Hernández y Mendoza 2018).

En esta investigación se empleó **la técnica** de la observación, ya que permitió obtener información relacionada con la implementación del estudio de tiempos y métodos en la productividad de los procesos realizados en la fabricación de estructura metálicas. De igual manera se utilizó la revisión documental para obtener toda la información relevante de las variables en estudio.

## **Instrumentos**

Un instrumento es el componente que usado por el investigador permite la recolección y registro de los datos requeridos, entre ellos se pueden considerar las fichas de observación, los cuestionarios de entrevista o encuesta, cronómetros, sismógrafos, analizadores de gases, entre otros dispositivos de medición (Hernández y Mendoza 2018).

Los instrumentos como señalan los autores son seleccionados de acuerdo a las variables en estudio, estos pueden ser encuestas o herramientas de medición que una vez utilizados facilitan la realización o desarrollo del estudio al momento del análisis o evaluación estadística de los resultados obtenidos.

La ficha de recolección, es un instrumento que consiste en anotar o escribir de forma calmada, reflexionando y de manera detallada, con la finalidad de obtener completamente todo lo observado de los documentos de la empresa.

En este estudio se empleó como instrumento para recolectar todos los datos requeridos para el desarrollo del estudio una **ficha de recolección** para las actividades y sus tiempos de desarrollo (ver anexo 3) y para las piezas fabricadas (ver anexo 4).

El cronometro industrial es un instrumento utilizado para medir los tiempos, el cual se emplea generalmente como una técnica para registrar los tiempos utilizados para realizar o desarrollar una actividad, dado que se tiene como objetivo de establecer los tiempos estándar para desarrollar una actividad determinada por un operador (Vasquez 2017).

## **Validez y confiabilidad**

La validez y confiabilidad del instrumento del estudio está a cargo de los profesores asignados por la Universidad Cesar Vallejo, mediante la metodología del juicio de expertos y los resultados de la validación de los instrumentos se encuentran detallados en el anexo 5.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Recolección de los datos**

Se recolectó la información de los indicadores correspondientes a los procesos realizados (actividades y tiempos) en la organización y de los indicadores de productividad de la base de datos de la empresa, mediante la técnica de la observación directa que se realizaron en las áreas internas de la empresa.

La recolecta de datos se desarrolló en dos turnos, en donde, con una muestra de 12 semanas en un solo turno, para lo que se realizó la medición de los tiempos de fabricación de cada guía, para ello se realizaron las anotaciones los tiempos y a la vez observado las actividades desarrolladas en el proceso de fabricación.

Por lo tanto, el instrumento fue aplicado en diversos tiempos durante los días y semanas, en la primera fase se aplicó el estudio de tiempos y métodos y la productividad, informándoles al trabajador que realice su trabajo de manera habitual, para poder observar y anotar la información de exacta del procedimiento productivo realizado en su entorno natural, para así lograr un mejoramiento de los tiempos estándar actuales y mejorar el proceso productivo mediante las técnicas del diagrama de procesos (DOP), de análisis de procesos (DAP) y de recorrido.

#### **Diagnostico actual**

MINKHA METALES S.A.C. es una organización peruana, asentada en Arequipa, especializada en brindar servicios de mantenimiento en equipos de operaciones en

mina y planta concentradora, fabricación de estructuras metálicas y recuperación de componentes en aceros especiales para la industria en general. Realiza su trabajo cumpliendo de manera cabal con las normativas técnicas y las exigencias de seguridad, responsabilidad social y cuidado del medio ambiente. Es una organización que se establece con el objetivo de abarcar y cumplir con las necesidades del mercado que demanda servicio de calidad con relación a este sector para la industria de la minería y la construcción.

### **Visión**

Ser reconocidos como una empresa que ofrece servicios de calidad, basados en su capital humano, sus políticas de calidad, seguridad y medio ambiente, cumpliendo con los trabajos contratados de forma completa y con la puntualidad de todos los compromisos adquiridos.

### **Misión**

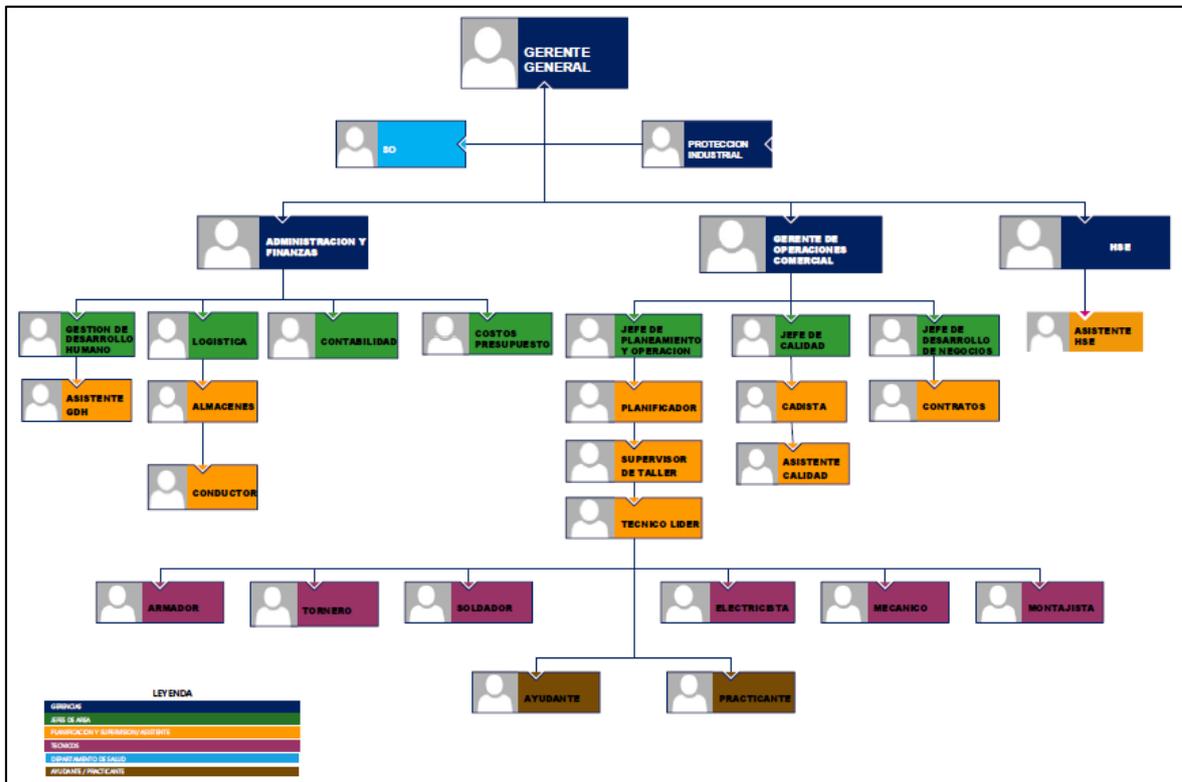
Ser una empresa líder encargada de satisfacer las necesidades de los clientes, brindando servicios de calidad en el tiempo establecido, promoviendo el desarrollo humano, la seguridad y cuidado del medio ambiente; utilizando la tecnología para brindar soluciones personalizadas con los estándares más altos en el mercado.

### **Valores**

- Trabajo en equipo,
- Excelencia e innovación,
- Responsabilidad social y ambiental,
- Entrega de resultado,
- Rentabilidad y confianza,
- Calidad.

## Estructura organizacional

La organización ya se encuentra constituida por lo esencial, donde la distribución de cargos en la empresa de metalmecánica esta dado según el siguiente organigrama:

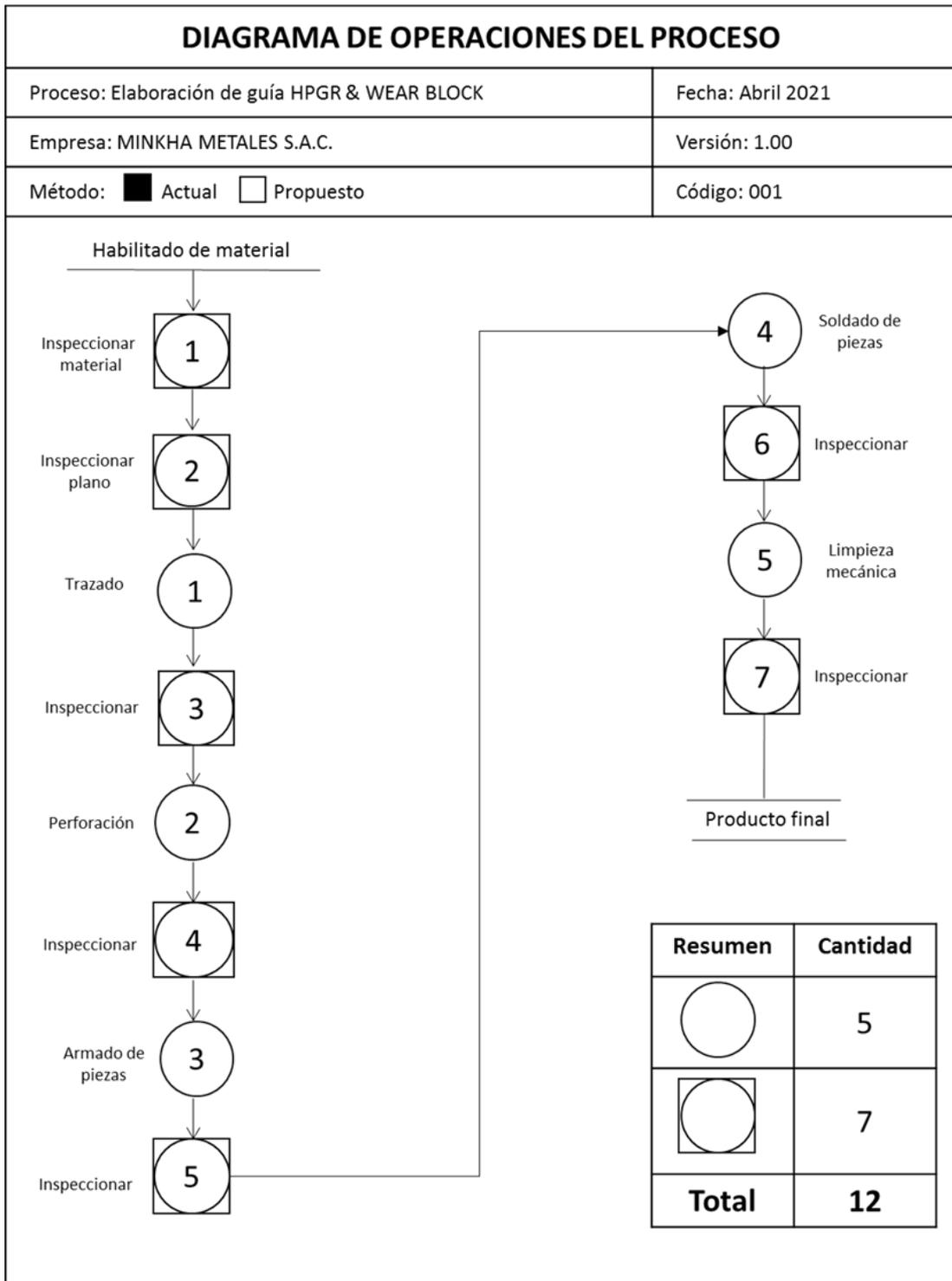


**Figura 5. Organigrama de la empresa MINKHA METALES S.A.C.**

Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

Para analizar el proceso productivo se tomó en cuenta la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK, ya que es la pieza que tiene mayor demanda en el taller.

Para analizar el proceso productivo de esta pieza se realizó un DOP, DAP y un diagrama de recorrido, con la finalidad de analizar los tiempos y movimientos que realiza el personal al momento de realizar la pieza, y con base en esto poder diseñar una propuesta que permita mejorar los procesos de fabricación.



**Figura 6. DOP para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK**

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se observaron los diversos procesos llevados a cabo en el proceso productivo y que se detallan de manera gráfica a continuación:

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Datos generales				Actividades						
Proceso:	Elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK			Operación:	5	Distancia:	100			
Fecha:	abr-21			Transporte:	8					
Versión:	1.00			Inspección:	7	Tiempo:	520			
Realizado:	Rivera Morales, Pedro Martín			Espera:	0					
				Almacenamiento:	2					
Nº	Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					○	⇨	□	□	▽	
1	Dirigirse al almacén de materia prima	1	5	5		x				
2	Almacén	1	15	0						x
3	Inspeccionar material	1	15	0				x		
4	Dirigirse a mesa de trabajo	1	10	20		x				
5	Inspeccionar plano	1	15	0				x		
6	Dirigirse al área de trazado y Cortado	1	10	10		x				
7	Trazado de medidas	1	60	0	x					
8	Inspeccionar	1	15	0				x		
9	Dirigirse al área de perforación	1	10	10		x				
10	Perforar piezas	1	60	0	x					
11	Inspeccionar	1	15	0				x		
12	Dirigirse al área de armado	1	10	10		x				
13	Armar piezas	1	70	0	x					
14	Inspeccionar	1	15	0				x		
15	Dirigirse al área de soldadura	1	10	20		x				
16	Soldar piezas	1	60	0	x					
17	Inspeccionar	1	15	0				x		
18	Dirigirse al área de limpieza	1	10	5		x				
19	Limpiar mecánicamente pieza elaborada	1	60	0	x					
20	Inspeccionar	1	15	0				x		
21	Dirigirse al almacén de productos terminados	1	10	20		x				
22	Almacenar	1	15	0						x
<b>Total</b>		22	520	100	5	8	7	0	2	

**Figura 7. DAP actual para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK**

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el diagrama de análisis del proceso que el tiempo promedio para fabricar la pieza metal mecánica es de 8.67 horas por pieza elaborada, donde aproximadamente el 10% de ese tiempo se pierde en los recorridos entre las diversas áreas de trabajo.

## Estudio de Métodos

Como vemos, el procedimiento de manufactura de la pieza metalmecánica en estudio, en el caso de estudio para la fabricación de la unidad, posee 5 operaciones, 7 inspecciones, 8 transportes, y 2 almacenamientos.

A continuación, las actividades fueron clasificadas en dos grupos: las que agregan valor al proceso y las que no agregan valor.

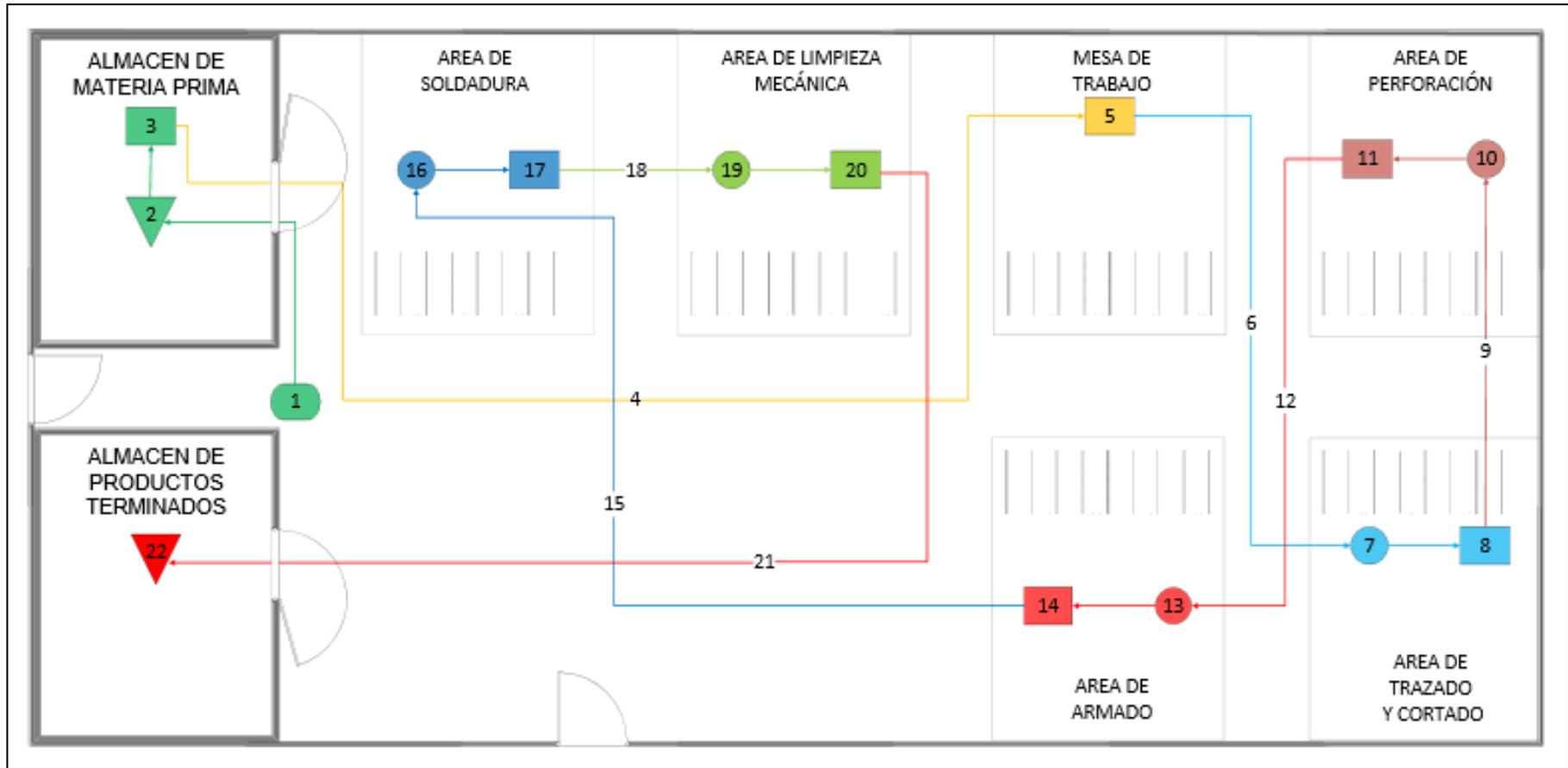
Actividad	Proceso	Cantidad	Tiempo	Cantidad total de actividades	Porcentaje de actividades	Tiempo total de actividades	Porcentaje de tiempo total de actividades
Agregan Valor	○	5	310	12	54.55%	415	79.81%
	◻	7	105				
No Agregan Valor	⇒	8	75	10	45.45%	105	20.19%
	▽	2	30				
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>520</b>	<b>22</b>	<b>100.00%</b>	<b>520</b>	<b>100.00%</b>

**Figura 8. Análisis de actividades pre-test**

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la figura anterior, se puede observar que se tienen 12 actividades que agregan valor y 10 actividades que no agregan valor, así mismo se identifican los tiempos utilizados en el cumplimiento de dichas actividades.

Evaluando se tiene el índice de actividades que agregan valor con un 54.44% de actividades que agregan valor con un 79.81% del tiempo utilizado para fabricar la pieza, de igual manera se observa que un 45.45% de actividades desempeñadas no agregan valor y tienen un 20.19% del tiempo total previsto para la fabricación de la pieza metalmecánica.



**Figura 9. Diagrama de recorrido actual para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de recorrido actual, se observa que los movimientos o recorridos realizados por los colaboradores al momento de fabricar la pieza metalmecánica, en algunos casos exceden a lo necesario y que son contraproducentes ya que generan una pérdida de tiempo innecesario y de fatiga en los colaboradores.

A continuación, se presenta diagrama bimanual para cada una de las etapas del proceso de fabricación de la Guía HPGR & WEAR BLOCK, dentro de la empresa, detallando las actividades generalmente realizadas tanto con la mano izquierda como con la derecha.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num. Hoja Num. 1 de 10		Resumen																														
Dibujo y Pieza:		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividades</th> <th colspan="2">Actual</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>10</b></td> <td><b>10</b></td> </tr> </tbody> </table>								Actividades	Actual		Izquierda	Derecha	Operaciones	7	7	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	1	1	Almacenamiento	0	0	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Actividades	Actual																															
	Izquierda									Derecha																						
Operaciones	7									7																						
Transporte	1									1																						
Inspecciones	1									1																						
Espera	1	1																														
Almacenamiento	0	0																														
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>																														
Operación: TRAZADO Y CORTADO																																
Lugar: AREQUIPA																																
Metodo : ACTUAL																																
Operario (s) :	Ficha Numero 001																															
Elaborado por: PEDRO RIVERA	Fecha: Abril, 2021																															
		Simbolo		Simbolo																												
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																				
Ajustar lamina metalica en mesa de trabajo		X					X					Ajustar lamina metalica en mesa de trabajo																				
Agarrar regla		X					X					Agarrar marcador																				
Estabilizar regla contra la plancha metalica		X					X					Marcar medidas y traza lineas según plano																				
Ajustar tronzadora		X					X					Ajustar tronzadora																				
Inactiva					X		X					Accionar tronzadora																				
Tomar piezas cortadas		X									X	Inactiva																				
Sostener pieza cortada		X					X					Tomar calibrador y regla																				
Verificar medidas de la pieza					X					X		Verificar medidas de la pieza																				
Sostener pieza cortada		X					X					Soltar calibrador y regla																				
Llevar pieza cortadas hasta taladro			X					X				Llevar pieza cortadas hasta taladro																				
Total		7	1	1	1		7	1	1	1																						

**Figura 10. Diagrama bimanual actual de la etapa: trazado y cortado**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el diagrama bimanual del proceso de trazado y cortado de fabricación de la pieza metalmecánica en estudio, posee 7 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 1 espera para ambas manos.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num.	Hoja Num. 2 de 10	Resumen																														
Dibujo y Pieza:		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Actual</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>								Actividad	Actual		Izquierda	Derecha	Operaciones	7	7	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	1	1	Almacenamiento	0	0	Total	10	10
Actividad	Actual																															
	Izquierda									Derecha																						
Operaciones	7									7																						
Transporte	1									1																						
Inspecciones	1									1																						
Espera	1	1																														
Almacenamiento	0	0																														
Total	10	10																														
Operación:	PERFORADO																															
Lugar:	AREQUIPA																															
Metodo :	ACTUAL																															
Operario (s) :	Ficha Numero 002																															
Elaborado por:	Fecha: PEDRO RIVERA      Abril, 2021																															
		Simbolo			Simbolo																											
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																				
Ajustar piezas en perforadora (taladro de mesa)		X					X					Ajustar piezas en perforadora (taladro de mesa)																				
Agarrar regla		X					X					Agarra marcador																				
Estabilizar regla contra la plancha metalica		X					X					Marcar ubicación de perforaciones según plano																				
Ajustar taladro		X					X					Accionar taladro																				
Inactiva					X		X					Perforar piezas																				
Tomar piezas cortadas		X									X	Inactiva																				
Sostener pieza perforada		X					X					Tomar calibrador y regla																				
Verificar perforaciones de la pieza					X					X		Verificar perforaciones de la pieza																				
Sostener pieza perforada		X					X					Soltar calibrador y regla																				
Llevar pieza perforada hasta area de armado			X					X				Llevar pieza perforada hasta area de armado																				
Total		7	1	1	1		7	1	1	1																						

**Figura 11. Diagrama bimanual actual de la etapa: perforado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de perforado en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 7 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 1 espera para ambas manos.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num.	Hoja Num. 3 de 10	Resumen																														
Dibujo y Pieza:		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Actual</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>16</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>21</b></td> <td><b>21</b></td> </tr> </tbody> </table>								Actividad	Actual		Izquierda	Derecha	Operaciones	16	18	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	3	1	Almacenamiento	0	0	<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
Actividad	Actual																															
	Izquierda									Derecha																						
Operaciones	16									18																						
Transporte	1									1																						
Inspecciones	1									1																						
Espera	3	1																														
Almacenamiento	0	0																														
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>21</b>																														
Operación:	ARMADO																															
Lugar:	AREQUIPA																															
Metodo :	ACTUAL																															
Operario (s) :	Ficha Numero 003																															
Elaborado por:	Fecha: PEDRO RIVERA Abril, 2021																															
		Simbolo		Simbolo																												
<b>Descripcion Mano Izquierda</b>	○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽	<b>Descripcion Mano Derecha</b>																					
Ajustar piezas en mesa de trabajo	X					X					Ajustar piezas en mesa de trabajo																					
Agarrar pieza 1	X					X					Agarrar pieza 2																					
Estabilizar estructura 1	X					X					Estabilizar estructura 1																					
Ajustar soldadora	X					X					Accionar soldadora																					
Tomar estructura 1	X					X					Unir con puntos de soldadura																					
Inactiva					X	X					Unir con puntos de soldadura																					
Agarrar pieza 3	X					X					Agarrar pieza 4																					
Estabilizar estructura 2	X					X					Estabilizar estructura 2																					
Ajustar soldadora	X					X					Accionar soldadora																					
Tomar estructura 2	X					X					Unir con puntos de soldadura																					
Inactiva					X	X					Unir con puntos de soldadura																					
Agarrar estructura 1 y 2	X					X					Agarrar estructura 1 y 2																					
Estabilizar estructura 3	X					X					Estabilizar estructura 3																					
Ajustar soldadora	X					X					Accionar soldadora																					
Tomar estructura 3	X					X					Unir con puntos de soldadura																					
Inactiva					X	X					Unir con puntos de soldadura																					
Tomar estructura de la Guia	X									X	Inactiva																					
Sostener estructura de la guia	X					X					Tomar calibrador y regla																					
Verificar armado de la guia					X					X	Verificar armado de la guia																					
Sostener armado de la guia	X					X					Soltar calibrador y regla																					
Llevar pieza amada hasta area de soldadura 2	X					X					Llevar pieza armada hasta area de soldadura 2																					
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		<b>18</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>																							

**Figura 12. Diagrama bimanual actual de la etapa: armado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de armado en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 16 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 3 espera para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 18 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 3 espera.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num.	Hoja Num. 4 de 5			Resumen																												
Dibujo y Pieza:				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Actual</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>9</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>						Actividad	Actual		Izquierda	Derecha	Operaciones	6	7	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	1	2	Almacenamiento	0	0	Total	9	11
Actividad	Actual																															
	Izquierda	Derecha																														
Operaciones	6	7																														
Transporte	1	1																														
Inspecciones	1	1																														
Espera	1	2																														
Almacenamiento	0	0																														
Total	9	11																														
Operación:	SOLDADO																															
Lugar:	AREQUIPA																															
Metodo :	ACTUAL																															
Operario (s) :	Ficha Numero 004																															
Elaborado por:	Fecha:																															
PEDRO RIVERA	Abril, 2021																															
		Simbolo		Simbolo																												
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																									
Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo		X					X		Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo																							
Estabilizar Guia		X					X		Estabilizar Guia																							
Ajustar soldadora		X					X		Accionar soldadora																							
Inactiva					X		X		Unir con puntos de soldadura corrida																							
Tomar estructura de la Guia		X						X	Inactiva																							
Sostener estructura de la guia		X					X		Tomar calibrador y regla																							
Verificar soldadura corrida de la guia				X				X	Verificar soldadura																							
Sostener la guia amada totalmente		X						X	Inactiva																							
Llevar guía al area de limpieza			X				X		Llevar guia al area de limpieza																							
Total		6	1	1	1		7	1	1	2																						

**Figura 13. Diagrama bimanual actual de la etapa: soldado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de soldado en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 6 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 1 espera para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 7 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes, y 2 esperas.

Diagrama Num.		Hoja Num. 5 de 10		Resumen																																
Dibujo y Pieza:				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Actual</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>11</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>21</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table>										Actividad	Actual		Izquierda	Derecha	Operaciones	11	10	Transporte	2	2	Inspecciones	4	4	Espera	4	5	Almacenamiento	0	0	Total	21	21
Actividad	Actual																																			
	Izquierda	Derecha																																		
Operaciones	11	10																																		
Transporte	2	2																																		
Inspecciones	4	4																																		
Espera	4	5																																		
Almacenamiento	0	0																																		
Total	21	21																																		
Operación:		LIMPIEZA																																		
Lugar:		AREQUIPA																																		
Metodo :		ACTUAL																																		
Operario (s) :		Fecha Numero																																		
		005																																		
Elaborado por:		Fecha:																																		
PEDRO RIVERA		Abril, 2021																																		
				Simbolo		D		V		Simbolo		D		V																						
Descripcion Mano Izquierda				O		⇒		□		D		▽				Descripcion Mano Izquierda																				
Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo		X														Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo																				
Estabilizar estructura guia		X														Estabilizar estructura de guia																				
Ajustar esmeriladora manual		X														Accionar esmeriladora manual																				
Limpiar estructura de forma mecanica		X														Limpiar estructura de forma mecanica																				
Tomar estructura de la Guia		X		⇒												Inactiva																				
Verificar soldadura corrida de la guia						D										Verificar soldadura																				
Ajustar esmeriladora de banco		X														Accionar esmeriladora de banco																				
Limpiar estructura de forma mecanica		X														Limpiar estructura de forma mecanica																				
Tomar estructura de la Guia		X		⇒												Inactiva																				
Verificar soldadura corrida de la guia						D										Verificar soldadura																				
Sostener la guia armada totalmente		X														Inactiva																				
Llevar guia al area de pintado		X		⇒												Llevar guia al area de pintado																				
Limpiar estructura de impurezas y aceites		X														Limpiar estructura de impurezas y aceites																				
Pintar con fondo anticorrosivo						D										Pintar con fondo anticorrosivo																				
Verificar pintado con fondo						D										Verificar pintado con fondo																				
Esperar secado						D										Esperar secado																				
Inactiva						D										Pintar con pintura final																				
Esperar secado						D										Esperar secado																				
Colocar pernos y tuercas		X														Colocar pernos y tuercas																				
Verificar pieza						D										Verificar pieza																				
Llevar guia al area de almacen		X		⇒												Llevar guia al area de almacen																				
Total		11		2		4		4		10		2		4		5																				

**Figura 14. Diagrama bimanual actual de la etapa: limpieza**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de soldado en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 11 operaciones, 4 inspecciones, 2 transportes, y 4 esperas para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 10 operaciones, 4 inspecciones, 2 transportes, y 5 esperas.

## Estudio de tiempos

Se realizó a cabo una toma de tiempos inicial para los meses de noviembre y diciembre del año 2020, dividido a lo largo de 12 semanas, en donde se tomaron muestras semanales con la finalidad establecer el tiempo estándar para fabricar la pieza metalmecánica en la empresa.

## Tiempo normal y estándar

Para realizar el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de operación se utilizan las fórmulas siguientes para estos indicadores en estudio:

$$Tn = Te * Fv$$

$$Ts = TN * (1 + Supl)$$

Para lo cual se necesita el tiempo normal de trabajo y los suplementos.

**Tabla 3. Suplementos**

<b>Suplementos constantes</b>	<b>Cantidad</b>
Necesidades personales	4
Básica por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Cantidad</b>
Trabajo de pie	2
<b>Total</b>	<b>10%</b>

Fuente: Elaboración propia

Entonces se tiene que los suplementos presentes en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio son del 10%.

**Tabla 4. Registros de tiempos semanales pre test**

<b>Semana</b>	<b>Horas efectivas de trabajo (Te)</b>	<b>Factor de valoración (FV)</b>	<b>Tiempo normal (Tn) Te*FV</b>	<b>Tiempo estándar (Ts) Tn*(1+Supl)</b>
1	29.15	95%	27.69	30.46
2	34.10	95%	32.40	35.63
3	30.25	95%	28.74	31.61
4	29.15	95%	27.69	30.46
5	28.05	95%	26.65	29.31
6	34.10	95%	32.40	35.63
7	31.35	95%	29.78	32.76
8	30.25	95%	28.74	31.61
9	30.25	95%	28.74	31.61
10	35.20	95%	33.44	36.78
11	30.25	95%	28.74	31.61
12	29.15	95%	27.69	30.46
<b>Promedio</b>	<b>30.94</b>	<b>95%</b>	<b>29.39</b>	<b>32.33</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar los tiempos registrados promedios a la semana, representados en horas; para el cálculo del tiempo normal que nos da un total de 29.39 horas en promedio a la semana. Entonces aplicando la fórmula señalada anteriormente se tiene que el resultado nos indica que el tiempo estándar para la producción de la pieza metalmecánica es de 32.33 horas semanales.

En cuanto al cálculo de los indicadores correspondientes al coeficiente de equilibrio para la fabricación de la pieza metalmecánica se presentan seguidamente el cálculo de dichos indicadores:

**Tabla 5. Registros de tiempos promedios por puesto de trabajo pre test**

<b>Semana</b>	<b>Puesto 1 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 2 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 3 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 4 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 5 (1 oper.)</b>
1	5.25	2.04	6.70	11.37	3.79
2	6.14	2.39	7.84	13.30	4.43
3	5.45	2.12	6.96	11.80	3.93
4	5.25	2.04	6.70	11.37	3.79
5	5.05	1.96	6.45	10.94	3.65
6	6.14	2.39	7.84	13.30	4.43
7	5.64	2.19	7.21	12.23	4.08
8	5.45	2.12	6.96	11.80	3.93
9	5.45	2.12	6.96	11.80	3.93
10	6.34	2.46	8.10	13.73	4.58
11	5.45	2.12	6.96	11.80	3.93
12	5.25	2.04	6.70	11.37	3.79
<b>Promedio</b>	5.57	2.17	7.12	12.07	4.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar los tiempos promedios a la semana, representados en horas; para cada uno de los puestos o áreas de trabajo de las organizaciones involucradas en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio.

Aplicando los datos para realizar el desarrollo de la fórmula mencionada anteriormente se tiene entonces que:

**Coefficiente de equilibrio:**

$$Ce = 100 * (N * Cl) - \frac{\sum Cp}{N * Cl}$$

$$C_e = 100 * (5 * 12.07) - \frac{30.94}{5 * 12.07} = 59.82\%$$

El coeficiente de equilibrio se trata del porcentaje de inactividad media de los miembros u operarios que componen la línea de producción, es decir los operarios actualmente presentan un porcentaje de inactividad media del 59.82%.

En la tabla siguiente se muestra los tiempos promedio semanales del proceso de producción de la pieza metalmecánica; en la cual se evidencia que el proceso, conlleva un promedio semanal de 30.94 horas de trabajo efectivo en la fabricación de la pieza y una eficiencia del 70.31%.

**Tabla 6. Tiempo efectivo de trabajo pre test**

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
1	29.15	44.00	66.25
2	34.10	44.00	77.50
3	30.25	44.00	68.75
4	29.15	44.00	66.25
5	28.05	44.00	63.75
6	34.10	44.00	77.50
7	31.35	44.00	71.25
8	30.25	44.00	68.75
9	30.25	44.00	68.75
10	35.20	44.00	80.00
11	30.25	44.00	68.75
12	29.15	44.00	66.25
Promedio	30.94	44.00	70.31

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de piezas fabricadas semanalmente en el proceso de producción; en la cual se evidencia que el proceso, conlleva un promedio semanal de 3.57 pieza semanal fabricada, obteniendo una eficacia en la fabricación de la pieza del 71.37%. La producción semanal se encuentra programada en base a que una pieza era fabricada cada 8.67 horas.

**Tabla 7. Piezas elaboradas pre test**

<b>Semana</b>	<b>Cantidad elaborada</b>	<b>Cantidad programada</b>	<b>Eficacia</b>
1	3.36	5.00	67.24
2	3.93	5.00	78.66
3	3.49	5.00	69.78
4	3.36	5.00	67.24
5	3.24	5.00	64.71
6	3.93	5.00	78.66
7	3.62	5.00	72.32
8	3.49	5.00	69.78
9	3.49	5.00	69.78
10	4.06	5.00	81.20
11	3.49	5.00	69.78
12	3.36	5.00	67.24
Promedio	3.57	5.00	71.37

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la productividad de la empresa en relación a la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio. Donde se puede observar que la productividad de las 12 semanas antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos fue de un 49.82%.

**Tabla 8. Productividad pre test**

<b>Semana</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Productividad</b>
1	66.25	67.24	44.02
2	77.50	78.66	60.16
3	68.75	69.78	47.49
4	66.25	67.24	44.02
5	63.75	64.71	40.68
6	77.50	78.66	60.16
7	71.25	72.32	50.63
8	68.75	69.78	47.49
9	68.75	69.78	47.49
10	80.00	81.20	64.21
11	68.75	69.78	47.49
12	66.25	67.24	44.02
Promedio	<b>70.31</b>	<b>71.37</b>	<b>49.82</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Desarrollo de la propuesta de mejora**

Una vez desarrollado el estudio dentro del área de fabricación de la empresa se lograron identificar problemas con relación al tiempo con el análisis del DAP en sus resultados, por ello se eligió implementar el estudio de tiempos y métodos a través del estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de reducir los tiempos, eliminando los tiempos muertos e incrementando la productividad en los colaboradores.

Posteriormente que se lograron identificar las oportunidades para mejorar se procedió a diseñar una planificación de trabajo para colocar en marcha una prueba piloto para implementar la propuesta en el proceso de producción de la pieza metal mecánica, lo cual requiere de reestructuración de la planta y supervisión de los nuevos procedimientos de cambio al personal seleccionado, de modo que se les facilite trabajar de acuerdo a las mejoras propuestas y se pueda realizar un nuevo estudio de tiempos para medir los resultados después de la implementación.

Actividades	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis de la situación actual	■	■	■	■																								
Análisis del proceso actual e identificación de problemas	■	■	■	■	■	■																						
Ejecución de la toma de tiempos en planta (pre test)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Análisis de las actividades del proceso de producción									■	■	■	■																
Desarrollo de la propuesta de mejora										■	■	■																
Elaboración del plan de acción de la prueba piloto											■	■	■															
Toma de tiempos del nuevo procedimiento (post test)													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Análisis de los tiempos de la propuesta																						■	■	■	■	■	■	■
Evaluación de la mejora																										■	■	■
Documentar los resultados																										■	■	■
Presentación de los resultados a la empresa																										■	■	■

**Figura 15. Cronograma para la implementación de la propuesta**

Fuente: Elaboración propia

En este punto se realizó una propuesta de diagrama de análisis del proceso (DAP) donde se plantea una reconfiguración de las áreas de trabajo para disminuir los traslados del personal dentro del área de producción, para disminuir los tiempos de recorrido, el DAP propuesto se encuentra a continuación.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Datos generales				Actividades						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK			<b>Operación:</b>	5	<b>Distancia:</b>			55	
<b>Fecha:</b>	abr-21			<b>Transporte:</b>	8					
<b>Versión:</b>	1.00			<b>Inspección:</b>	7	<b>Tiempo:</b>			485	
<b>Realizado:</b>	Rivera Morales, Pedro Martin			<b>Espera:</b>	0					
				<b>Almacenamiento:</b>	2					
Nº	Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					○	⇨	□	▣	▽	
1	Dirigirse al almacen de materia prima	1	5	5		x				
2	Almacen	1	15	0						x
3	Inspeccionar material	1	15	0			x			
4	Dirigirse a mesa de trabajo	1	5	5		x				
5	Inspeccionar plano	1	15	0			x			
6	Dirigirse al area de trazado y Cortado	1	5	5		x				
7	Trazado de medidas	1	60	0	x					
8	Inspeccionar	1	15	0					x	
9	Dirigirse al area de perforación	1	5	5		x				
10	Perforar piezas	1	60	0	x					
11	Inspeccionar	1	15	0					x	
12	Dirigirse al area de armado	1	5	5		x				
13	Armar piezas	1	70	0	x					
14	Inspeccionar	1	15	0					x	
15	Dirigirse al area de soldadadura	1	5	5		x				
16	Soldar piezas	1	60	0	x					
17	Inspeccionar	1	15	0					x	
18	Dirigirse al area de limpieza	1	5	5		x				
19	Limpiar mecanicamente pieza elaborada	1	60	0	x					
20	Inspeccionar	1	15	0					x	
21	Dirigirse al almacen de productos terminados	1	10	20		x				
22	Almacenar	1	10	0						x
<b>Total</b>		22	485	55	5	8	7	0	2	

**Figura 16. DAP propuesto para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK**

Fuente: Elaboración propia

Continuaremos con las tres fases de la propuesta de mejora, las cuales son preparación, ejecución y evaluación, por el cual iremos demostrando los resultados mejorados en cada dimensión.

En preparación se demuestra que los instrumentos aplicados y el procedimiento que fue utilizado para la implementación y mejora de esta área, en la ejecución se especifican las mejoras en cada procedimiento con las tablas referidas al resultado y por último se dará la comparación entre los resultados anteriores y los propuestos.

### **Preparación**

Para la aplicación del estudio de tiempos y métodos para un mejoramiento y aumento de la productividad en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio, se obtuvieron los datos y resultados del tiempo actual de la empresa en el área de elaboración, dado que en la primera parte se pudo mostrar, para ello, en el tiempo estándar, se planteó la disminución de los tiempos que no generan valor en la fabricación como el tiempo de ocio, improductivo o muerto.

### **Ejecución**

En esta parte verificamos que lo planificado fue implementado de manera eficiente, dando así menos cargas al trabajador, puesto que los tiempos de traslados y recorridos lograron ser disminuidos.

- Mejora N° 1: Implementación de una redistribución del área de trabajo

La implementación sirvió para disminuir los tiempos de traslado entre las diversas áreas donde se realiza la fabricación de la empresa. Esta mejora beneficia principalmente los tiempos, así como la fatiga de los trabajadores por movimientos y recorridos que no aportaban nada al proceso productivo.

- Mejora N° 2: Mejora del transporte en el proceso

Se mejoró la forma de transportar los materiales desde que sale del almacén de materia prima hasta su paso por las diferentes áreas de fabricación, dado

que se reubicaron algunas áreas el proceso de transporte se facilitó para el traslado de los materiales.

Posteriormente de ejecutar la implementación de las mejoras anteriormente explicadas, se procedió nuevamente a realizar el cálculo de los movimientos, los tiempos, eficacia, eficiencia y la productividad, para verificar la mejora que se realizó por medio de las técnicas utilizadas en esta investigación.

### **Estudio de Métodos**

La variabilidad de movimientos mejorados se identifica de manera directa alterando las posiciones u algunas observaciones que se identifican en el área de fabricación, para así evolucionar de manera más rápida en el desempeño de las actividades planificadas.

Con estos resultados se ha podido demostrar la mejora en los métodos por medio de la disminución de operaciones que se realizaron; asimismo se denoto un mejoramiento en la satisfacción del trabajador con relación a sus actividades.

Como se puede observar el procedimiento de fabricación de la pieza metalmecánica en estudio, no sufrió grandes cambios en su aplicación siguen siendo las mismas actividades, lo que si mejoro fueron los tiempos que se utilizaban en las actividades que no generan o agregan valor a la pieza.

Actividad	Proceso	Cantidad	Tiempo	Cantidad total de actividades	Porcentaje de actividades	Tiempo total de actividades	Porcentaje de tiempo total de actividades
Agregan Valor	○	5	310	12	54.55%	415	85.57%
	◻	7	105				
No Agregan Valor	⇒	8	45	10	45.45%	70	14.43%
	▽	2	25				
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>485</b>	<b>22</b>	<b>100.00%</b>	<b>485</b>	<b>100.00%</b>

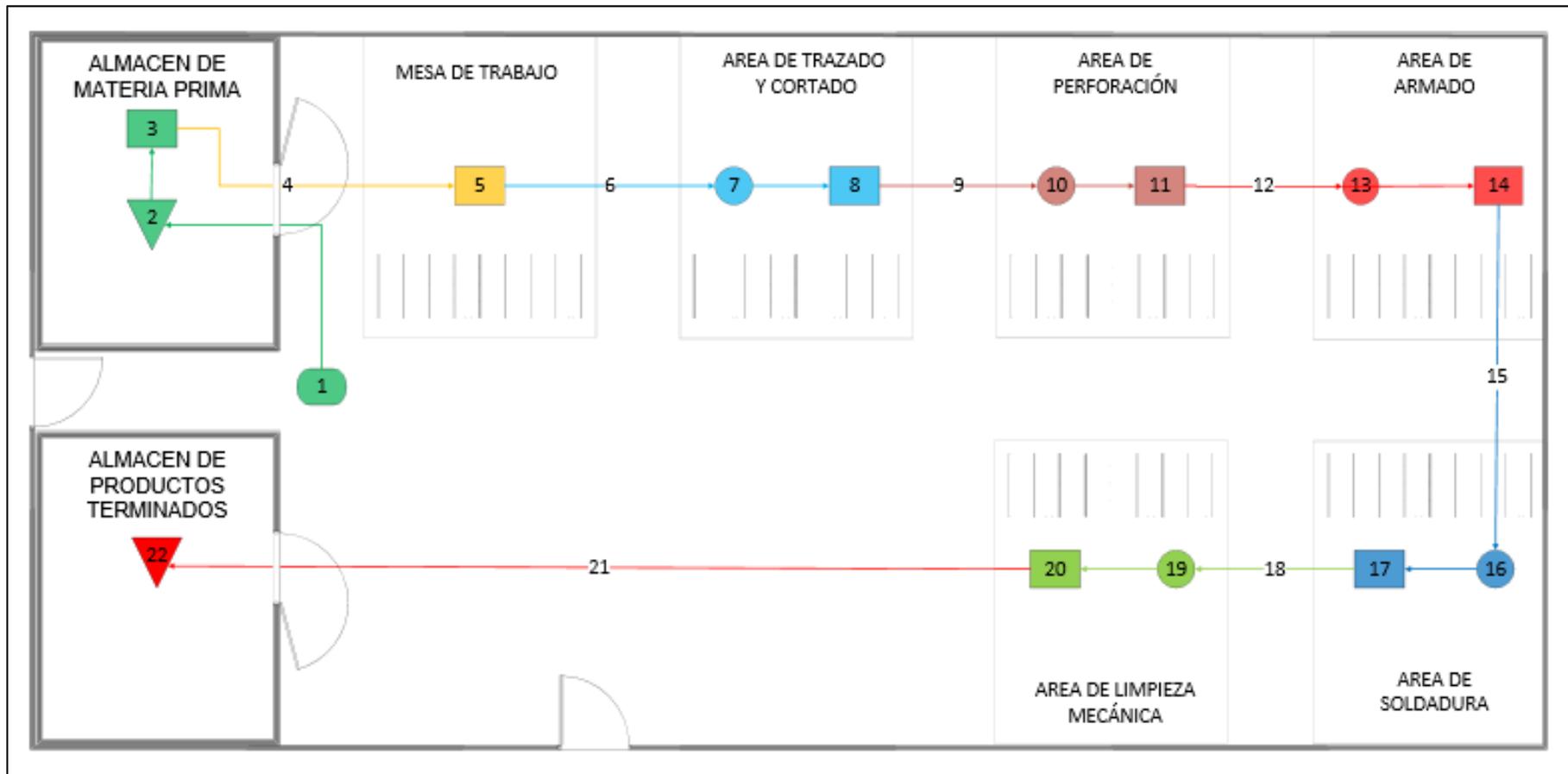
**Figura 17. Análisis de actividades post test**

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se puede apreciar que se tienen 12 actividades que agregan valor y 10 actividades que no agregan valor, así mismo se identifican los tiempos utilizados en el cumplimiento de dichas actividades.

Evaluando se tiene el índice de actividades que agregan valor con un 54.55% de actividades que agregan valor con un 85.57% del tiempo utilizado para fabricar la pieza, de igual manera se observa que un 45.45% de actividades desempeñadas no agregan valor y tienen un 14.43% del tiempo total previsto para la fabricación de la pieza metalmecánica.

En relación al diagrama de recorrido propuesto donde se observa a detalle el nuevo flujo del proceso productivo.



**Figura 18. Diagrama de recorrido propuesto para la elaboración de Guía HPGR & WEAR BLOCK**

Fuente: Elaboración propia

Luego de ejecutar la aplicación en la figura 25, se puede observar la mejora con respecto al recorrido, para ello se realizó un nuevo plano y traslado de maquinarias a otros espacios.

A continuación, se presenta diagrama bimanual para cada una de las etapas del proceso de fabricación de la Guía HPGR & WEAR BLOCK, dentro de la empresa, detallando las actividades generalmente realizadas tanto con la mano izquierda como con la derecha.

Diagrama Bimanual																																	
Diagrama Num.	Hoja Num. 6 de 10		Resumen																														
Dibujo y Pieza:			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividades</th> <th colspan="2">Propuesto</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>								Actividades	Propuesto		Izquierda	Derecha	Operaciones	6	7	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	0	0	Almacenamiento	0	0	Total	8	9
Actividades	Propuesto																																
	Izquierda	Derecha																															
Operaciones	6	7																															
Transporte	1	1																															
Inspecciones	1	1																															
Espera	0	0																															
Almacenamiento	0	0																															
Total	8	9																															
Operación:	TRAZADO Y CORTADO																																
Lugar:	AREQUIPA																																
Metodo :	PROPUESTO																																
Operario (s) :	Fecha:																																
Elaborado por:		Fecha:		Simbolo				Simbolo																									
PEDRO RIVERA		Abril, 2021																															
Descripcion Mano Izquierda			○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																				
Ajustar lamina metalica en mesa de trabajo			X					X					Ajustar lamina metalica en mesa de trabajo																				
Agarrar regla			X					X					Agarrar marcador																				
Estabilizar regla contra la plancha metalica			X					X					Marcar medidas y traza lineas según plano																				
Ajustar tronzoadora			X					X					Accionar tronzoadora																				
Sostener pieza cortada			X					X					Tomar calibrador y regla																				
Verificar medidas de la pieza						X					X		Verificar medidas de la pieza																				
Sostener pieza cortada			X					X					Soltar calibrador y regla																				
Llevar pieza cortadas hasta taladro					X						X		Llevar pieza cortadas hasta taladro																				
Total			6	1	1			7	1	1																							

**Figura 19. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: trazado y cortado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de trazado y cortado propuesto para la fabricación de la pieza metalmeccánica en estudio se puede observar que tiene 6 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 7 operaciones, 1 inspecciones, 1 transporte.

Diagrama Bimanual																																	
Diagrama Num.	Hoja Num. 7 de 10		Resumen																														
Dibujo y Pieza:			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Propuesto</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>								Actividad	Propuesto		Izquierda	Derecha	Operaciones	6	6	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	0	0	Almacenamiento	0	0	Total	8	8
Actividad	Propuesto																																
	Izquierda	Derecha																															
Operaciones	6	6																															
Transporte	1	1																															
Inspecciones	1	1																															
Espera	0	0																															
Almacenamiento	0	0																															
Total	8	8																															
Operación:	PERFORADO																																
Lugar:	AREQUIPA																																
Metodo :	PROPUESTO																																
Operario (s) :	Ficha Número 007																																
Elaborado por:	Fecha: PEDRO RIVERA      Abril, 2021																																
Descripción Mano Izquierda			Simbolo    ○   ⇒   □   D   ▽					Simbolo    ○   ⇒   □   D   ▽					Descripción Mano Derecha																				
Ajustar piezas en perforadora (taladro de mesa)			X						X							Ajustar piezas en perforadora (taladro de mesa)																	
Agarrar regla			X						X							Agarra marcador																	
Estabilizar regla contra la plancha metalica			X						X							Marcar ubicación de perforaciones según plano																	
Ajustar taladro			X						X							Accionar taladro y perforar piezas																	
Tomar piezas cortadas			X						X							Tomar calibrador y regla																	
Verificar perforaciones de la pieza						X						X				Verificar perforaciones de la pieza																	
Sostener pieza perforada			X						X							Soltar calibrador y regla																	
Llevar pieza perforada hasta area de armado				X						X						Llevar pieza perforada hasta area de armado																	
Total			6	1	1				6	1	1	0																					

**Figura 20. Diagrama bimanual propuesta de la etapa: perforado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de perforado propuesto para la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 6 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 6 operaciones, 1 inspecciones, 1 transporte.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num.	Hoja Num. 8 de 10	Resumen																														
Dibujo y Pieza:		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Propuesto</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>17</b></td> <td><b>17</b></td> </tr> </tbody> </table>								Actividad	Propuesto		Izquierda	Derecha	Operaciones	15	15	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	0	0	Almacenamiento	0	0	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
Actividad	Propuesto																															
	Izquierda									Derecha																						
Operaciones	15									15																						
Transporte	1									1																						
Inspecciones	1									1																						
Espera	0	0																														
Almacenamiento	0	0																														
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>																														
Operación:	ARMADO																															
Lugar:	AREQUIPA																															
Metodo :	PROPUESTO																															
Operario (s) :	Ficha Numero 008																															
Elaborado por:	Fecha: PEDRO RIVERA Abril, 2021																															
		Simbolo			Simbolo																											
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																				
Ajustar piezas en mesa de trabajo		X					X					Ajustar piezas en mesa de trabajo																				
Agarrar pieza 1		X					X					Agarrar pieza 2																				
Estabilizar estructura 1		X					X					Estabilizar estructura 1																				
Ajustar soldadora		X					X					Accionar soldadora																				
Tomar estructura 1		X					X					Unir con puntos de soldadura																				
Agarrar pieza 3		X					X					Agarrar pieza 4																				
Estabilizar estructura 2		X					X					Estabilizar estructura 2																				
Ajustar soldadora		X					X					Accionar soldadora																				
Tomar estructura 2		X					X					Unir con puntos de soldadura																				
Agarrar estructura 1 y 2		X					X					Agarrar estructura 1 y 2																				
Estabiliza estructura 3		X					X					Estabilizar estructura 3																				
Ajustar soldadora		X					X					Accionar soldadora																				
Tomar estructura 3		X					X					Unir con puntos de soldadura																				
Sostener estructura de la guia		X					X					Tomar calibrador y regla																				
Verificar amado de la guia					X					X		Verificar amado de la guia																				
Sostener armado de la guia		X					X					Soltar calibrador y regla																				
Llevar pieza armada hasta area de soladura 2			X					X				Llevar pieza armada hasta area de soladura 2																				
Total		15	1	1			15	1	1																							

**Figura 21. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: armado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de armado propuesto para la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 15 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 15 operaciones, 1 inspecciones, 1 transporte.

Diagrama Bimanual																																
Diagrama Num.	Hoja Num. 9 de 10			Resumen																												
Dibujo y Pieza:				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Propuesto</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>						Actividad	Propuesto		Izquierda	Derecha	Operaciones	4	4	Transporte	1	1	Inspecciones	1	1	Espera	0	0	Almacenamiento	0	0	Total	6	6
Actividad	Propuesto																															
	Izquierda	Derecha																														
Operaciones	4	4																														
Transporte	1	1																														
Inspecciones	1	1																														
Espera	0	0																														
Almacenamiento	0	0																														
Total	6	6																														
Operación:	SOLDADO																															
Lugar:	AREQUIPA																															
Metodo :	PROPUESTO																															
Operario (s) :	Ficha Numero 009																															
Elaborado por:	Fecha:																															
PEDRO RIVERA	Abril, 2021																															
		Simbolo		Simbolo																												
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	□	D	▽	Descripcion Mano Derecha																									
Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo		X					X		Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo																							
Estabiliza estructura guia		X					X		Estabiliza estructura de guia																							
Ajustar soldadora		X					X		Accionar soldadora y dar soldadura corrida																							
Sostener estructura de la guia		X					X		Tomar calibrador y regla																							
Verificar soldadura corrida de la guia				X				X	Verificar soldadura																							
Llevar guia al area de limpieza			X					X	Llevar guia al area de limpieza																							
Total		4	1	1			4	1	1																							

**Figura 22. Diagrama bimanual post-test de la etapa: soldado**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de soldado propuesto para la fabricación de la pieza metalmeccánica en estudio se puede observar que tiene 4 operaciones, 1 inspecciones, 1 transportes para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 4 operaciones, 1 inspecciones, 1 transporte.

Diagrama Num.		Hoja Num. 9 de 10		Diagrama Bimanual																																
Dibujo y Pieza:		Resumen																																		
Operación: SOLDADO		Lugar: AREQUIPA		Metodo : PROPUESTO		Operario (s) : Ficha Numero 010		Elaborado por: PEDRO RIVERA		Fecha: Abril, 2021		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="2">Propuesto</th> </tr> <tr> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operaciones</td> <td>11</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Inspecciones</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>18</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>		Actividad	Propuesto		Izquierda	Derecha	Operaciones	11	10	Transporte	2	2	Inspecciones	3	4	Espera	2	2	Almacenamiento	0	0	Total	18	18
Actividad	Propuesto																																			
	Izquierda	Derecha																																		
Operaciones	11	10																																		
Transporte	2	2																																		
Inspecciones	3	4																																		
Espera	2	2																																		
Almacenamiento	0	0																																		
Total	18	18																																		
Descripcion Mano Izquierda		Simbolo					Simbolo					Descripcion Mano Izquierda																								
		○	⇒	□	D	▽	○	⇒	□	D	▽																									
Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo		X					X					Ajustar estructura de guia en mesa de trabajo																								
Estabilizar estructura guia		X					X					Estabilizar estructura de guia																								
Ajustar esmeriladora manual		X					X					Accionar esmeriladora manual																								
Limpiar estructura de foma mecanica		X					X					Limpiar estructura de foma mecanica																								
Tomar estructura de la Guia		X									X	Verificar soldadura																								
Ajustar esmeriladora de banco		X					X					Accionar esmeriladora de banco																								
Limpiar estructura de foma mecanica		X					X					Limpiar estructura de foma mecanica																								
Verificar soldadura corrida de la guia					X					X		Verificar soldadura																								
Llevar guia al area de pintado			X					X				Llevar guia al area de pintado																								
Limpiar estructura de impurezas y aceites		X					X					Limpiar estructura de impurezas y aceites																								
Pintar con fondo anticorrosivo		X					X					Pintar con fondo anticorrosivo																								
Verificar pintado con fondo					X					X		Verificar pintado con fondo																								
Esperar secado						X					X	Esperar secado																								
Pintar con fondo anticorrosivo		X					X					Pintar con pintura final																								
Esperar secado					X						X	Esperar secado																								
Colocar pemos y tuercas		X					X					Colocar pemos y tuercas																								
Verificar pieza					X					X		Verificar pieza																								
Llevar guia al area de almacen			X					X				Llevar guia al area de almacen																								
Total		11	2	3	2		10	2	4	2																										

**Figura 23. Diagrama bimanual propuesto de la etapa: limpieza**

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama bimanual del proceso de soldado propuesto para la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio se puede observar que tiene 11 operaciones, 2 inspecciones, 3 transportes y 2 esperas para la mano izquierda y para la mano derecha se tiene 10 operaciones, 4 inspecciones, 2 transporte y 2 esperas.

### Estudio de Tiempo

Se llevó a cabo una toma de tiempos posterior para los meses de febrero y marzo del año 2021, dividido a lo largo de 12 semanas, en donde se tomaron muestras

semanales con la finalidad establecer el tiempo estándar para fabricar la pieza metalmecánica en la empresa.

### Tiempo normal y estándar

Para realizar el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de operación se utilizan las fórmulas siguientes para estos indicadores en estudio:

$$T_n = T_E * F_v$$

$$T_s = T_b * (1 + Supl)$$

Para lo cual se necesita el tiempo normal de trabajo y los suplementos. Entonces se tiene que los suplementos presentes en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio son del 10%.

**Tabla 9. Registros de tiempos semanales post test**

Semana	Horas efectivas de trabajo (Te)	Factor de valoración (FV)	Tiempo normal (Tn) = (Te*FV)	Tiempo estándar (Ts)= Tn*(1+Supl)
1	42.90	95%	40.76	44.83
2	44.00	95%	41.80	45.98
3	44.00	95%	41.80	45.98
4	41.25	95%	39.19	43.11
5	44.00	95%	41.80	45.98
6	44.00	95%	41.80	45.98
7	44.00	95%	41.80	45.98
8	41.80	95%	39.71	43.68
9	42.35	95%	40.23	44.26
10	42.35	95%	40.23	44.26
11	44.00	95%	41.80	45.98
12	42.90	95%	40.76	44.83
<b>Promedio</b>	43.13	95%	40.97	45.07

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar los tiempos registrados promedios a la semana, representados en horas; para el cálculo del tiempo normal que nos da un total de 40.97 horas en promedio a la semana. Entonces aplicando la fórmula señalada anteriormente se tiene que el resultado nos indica que el tiempo estándar para la producción de la pieza metalmecánica es de 45.07 horas semanales.

En cuanto al cálculo de los indicadores correspondientes al coeficiente de equilibrio para la fabricación de la pieza metalmecánica se presenta seguidamente el cálculo de dicho indicador:

**Tabla 10. Registros de tiempos promedios por puesto de trabajo post test**

<b>Semana</b>	<b>Puesto 1 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 2 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 3 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 4 (1 oper.)</b>	<b>Puesto 5 (1 oper.)</b>
1	9.44	6.44	9.87	10.30	6.86
2	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
3	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
4	9.08	6.19	9.49	9.90	6.60
5	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
6	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
7	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
8	9.20	6.27	9.61	10.03	6.69
9	9.32	6.35	9.74	10.16	6.78
10	9.32	6.35	9.74	10.16	6.78
11	9.68	6.60	10.12	10.56	7.04
12	9.44	6.44	9.87	10.30	6.86
<b>Promedio</b>	9.49	6.47	9.92	10.35	6.90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar los tiempos promedios a la semana, representados en horas; para cada uno de los puestos o áreas de trabajo de la organización involucrada en la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio. Aplicando los datos para realizar el desarrollo de la fórmula mencionada anteriormente se tiene entonces que:

**Coeficiente de equilibrio:**

$$Ce = 100 * (N * Cl) - \frac{\sum Cp}{N * Cl}$$
$$Ce = 100 * (5 * 10.35) - \frac{43.13}{5 * 10.35} = 50.92\%$$

El coeficiente de equilibrio se trata del porcentaje de inactividad media de los miembros u operarios que componen la línea de producción, es decir los operarios posteriormente a la implementación de la mejora presentan un porcentaje de inactividad media del 50.92%.

En la tabla siguiente se muestra los tiempos promedio semanales del proceso de producción de la pieza metalmecánica; en la cual se evidencia que el proceso, conlleva un promedio semanal de 43.13 horas de trabajo efectivo en la fabricación de la pieza y una eficiencia del 98.02%.

**Tabla 11. Tiempo efectivo de trabajo post test**

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
1	42.90	44.00	97.50
2	44.00	44.00	100.00
3	44.00	44.00	100.00
4	41.25	44.00	93.75
5	44.00	44.00	100.00
6	44.00	44.00	100.00
7	44.00	44.00	100.00
8	41.80	44.00	95.00
9	42.35	44.00	96.25
10	42.35	44.00	96.25
11	44.00	44.00	100.00
12	42.90	44.00	97.50
Promedio	43.13	44.00	98.02

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de piezas fabricadas semanalmente en el proceso de producción; en la cual se evidencia que el proceso, conlleva un promedio semanal de 5.34 pieza semanal fabricada, obteniendo una eficacia en la fabricación de la pieza del 97.98%. La producción semanal se encuentra programada en base a que una pieza era fabricada cada 8.08 horas.

**Tabla 12. Piezas elaboradas post test**

Semana	Cantidad elaborada	Cantidad programada	Eficacia
1	5.31	5.45	97.42
2	5.45	5.45	100.00
3	5.45	5.45	100.00
4	5.11	5.45	93.67
5	5.45	5.45	100.00
6	5.45	5.45	100.00
7	5.45	5.45	100.00
8	5.17	5.45	94.92
9	5.24	5.45	96.17
10	5.24	5.45	96.17
11	5.45	5.45	100.00
12	5.31	5.45	97.42
Promedio	5.34	5.45	97.98

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la productividad de la empresa en relación a la fabricación de la pieza metalmecánica en estudio. Donde se puede observar que la productividad de las 12 semanas antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos fue de un 96.02%.

**Tabla 13. Productividad post test**

<b>Semana</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Productividad</b>
1	97.50	97.42	95.01
2	100.00	100.00	100.00
3	100.00	100.00	100.00
4	93.75	93.67	88.85
5	100.00	100.00	100.00
6	100.00	100.00	100.00
7	100.00	100.00	100.00
8	95.00	94.92	90.63
9	96.25	96.17	93.12
10	96.25	96.17	93.12
11	100.00	100.00	100.00
12	97.50	97.42	94.93
Promedio	<b>98.02</b>	<b>97.98</b>	<b>96.30</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Resultados de la implementación**

A continuación, se presentan la comparación de los resultados obtenidos antes y después de realizadas las mejoras del método de trabajo implementadas en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada.

### **Estudio de métodos**

Evaluando se tiene el índice de actividades que agregan valor con un 54.44% de actividades que agregan valor mejoro en la utilización de los tiempos de 79.81% a 85.57% para fabricar la pieza, de igual manera se observa que el 45.45% de actividades desempeñadas que no agregan valor paso de presentar un 20.19% a un 14.43% para la fabricación de la pieza metalmecánica. Lo que conlleva a señalar que el estudio de movimientos realizado mediante la disminución de recorridos y la redistribución de la fabricación mejoro los tiempos de fabricación. En la siguiente tabla se puede observar de manera más gráfica.

**Tabla 14. Comparación de las actividades**

Indicador	Porcentaje		Tiempos	
	Antes	Después	Antes	Después
<b>IAAV</b>	54.45%	54.45%	79.81%	85.57%
<b>IANV</b>	45.45%	45.45%	20.19%	14.43%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se tiene que para el proceso de trazado y cortado de la pieza en estudio, con el diagrama bimanual propuesto se lograron eliminar un total de 1 operación al ser fusionada con otra y de un periodo de espera para la mano izquierda y para la mano derecha se logró eliminar una actividad ociosa con la propuesta.

**Tabla 15. Comparación de las actividades del trazado y cortado**

Actividades	Actual		Propuesto		Eliminadas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Operaciones	7	7	6	7	1	0
Transporte	1	1	1	1	0	0
Inspecciones	1	1	1	1	0	0
Espera	1	1	0	0	1	1
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Total	10	10	8	9	2	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se tiene que, para el proceso de perforado de la pieza en estudio, con el diagrama bimanual propuesto se lograron eliminar un total de 1 operación al ser fusionada con otra y de un periodo de espera en igual cantidad para ambas manos según la propuesta.

**Tabla 16. Comparación de las actividades del perforado**

Actividades	Actual		Propuesto		Eliminadas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Operaciones	7	7	6	6	1	1
Transporte	1	1	1	1	0	0
Inspecciones	1	1	1	1	0	0
Espera	1	1	0	0	1	1
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Total	10	10	8	8	2	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se tiene que, para el proceso de armado de la pieza en estudio, con el diagrama bimanual propuesto se lograron eliminar un total de 1 operación al ser fusionada con otra y de 3 periodo de espera para la mano izquierda y para la mano derecha se logró eliminar 3 operaciones al fusionarlas con otras operaciones y una actividad ociosa con la propuesta.

**Tabla 17. Comparación de las actividades del armado**

Actividades	Actual		Propuesto		Eliminadas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Operaciones	16	18	15	15	1	3
Transporte	1	1	1	1	0	0
Inspecciones	1	1	1	1	0	0
Espera	3	1	0	0	3	1
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Total	21	21	17	17	4	4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se tiene que, para el proceso de soldado de la pieza en estudio, con el diagrama bimanual propuesto se lograron eliminar un total de 2 operación al ser fusionada con otras y de 1 periodo de espera para la mano izquierda y para la

mano derecha se logró eliminar 3 operaciones al fusionarlas con otras operaciones y 2 actividades ociosas con la propuesta.

**Tabla 18. Comparación de las actividades del soldado**

Actividades	Actual		Propuesto		Eliminadas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Operaciones	6	7	4	4	2	3
Transporte	1	1	1	1	0	0
Inspecciones	1	1	1	1	0	0
Espera	1	2	0	0	1	2
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Total	9	11	6	6	3	5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se tiene que, para el proceso de limpieza de la pieza en estudio, con el diagrama bimanual propuesto se lograron eliminar un total de 2 operación al ser fusionada con otras y de 1 periodo de espera para la mano izquierda y para la mano derecha se logró eliminar 3 operaciones al fusionarlas con otras operaciones y 2 actividades ociosas con la propuesta.

**Tabla 19. Comparación de las actividades de limpieza**

Actividades	Actual		Propuesto		Eliminadas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Operaciones	11	10	11	10	0	0
Transporte	2	2	2	2	0	0
Inspecciones	4	4	3	4	1	0
Espera	4	5	2	2	2	3
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Total	21	21	18	18	3	3

Fuente: Elaboración propia

## Estudio de tiempos

A continuación, se presentan una serie de comparaciones realizadas a los indicadores utilizados, donde se muestran los resultados pre y post test a la aplicación del estudio de tiempos.

### Tiempo Normal

En la siguiente tabla se puede observar que el tiempo normal para la producción de la pieza metalmecánica de 29.39 horas semanales mejoro a 40.97 horas semanales. Lo que conlleva a señalar que el estudio de tiempos realizado mediante la disminución de recorridos y la redistribución de la fabricación mejoro los tiempos de fabricación en 11.58 horas a la semana.

**Tabla 20. Comparación del Tiempo normal**

Indicador	Antes	Después	Diferencia
Tiempo normal	29.39	40.97	11.58

Fuente: Elaboración propia

### Tiempo estándar

En la siguiente tabla se puede observar que el tiempo estándar para la producción de la pieza metalmecánica es de 32.33 horas semanales mejoro a 45.07 horas semanales. Lo que conlleva a señalar que el estudio de tiempos realizado mediante la disminución de recorridos y la redistribución de la fabricación mejoro los tiempos de fabricación en 12.74 horas a la semana.

**Tabla 21. Comparación del Tiempo estándar**

Indicador	Antes	Después	Diferencia
Tiempo estándar	32.33	45.07	12.74

Fuente: Elaboración propia

## Coeficiente de equilibrio

En la siguiente tabla se puede observar que el coeficiente de equilibrio o el porcentaje de inactividad media de los miembros u operarios que componen la línea de producción para la producción de la pieza metalmecánica es de 59.82% mejoró a 50.92%. Lo que conlleva a señalar que el estudio de tiempos y métodos realizado mediante la disminución de recorridos y la redistribución de la fabricación disminuyó el porcentaje de inactividad media de los operarios en un 8.9%.

**Tabla 22. Comparación del Coeficiente de equilibrio**

Indicador	Antes	Después	Diferencia
<b>Coeficiente de equilibrio</b>	59.82%	50.92%	8.9%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan la comparación de los resultados obtenidos antes y después de realizadas las mejoras del método de trabajo implementadas en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada.

**Tabla 23. Comparación del Tiempo efectivo de trabajo**

Indicador	Antes	Después	Diferencia
<b>Tiempo efectivo de trabajo</b>	30.94	43.13	12.19

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la mejora del tiempo efectivo utilizado para la fabricación de la pieza tuvo un incremento o una mejora de un 27.71 horas, lo que lleva a señalar que con la aplicación del estudio de tiempos y métodos y la implementación de la propuesta se logró mejorar los tiempos de trabajo efectivo en la fabricación de la pieza.

**Tabla 24. Comparación de las piezas fabricadas semanalmente**

<b>Indicador</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Piezas fabricadas</b>	3.57	5.34	1.77

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la mejora en la cantidad de piezas fabricadas a la semana presento un incremento o una mejora de un 1.77 más en la semana, lo que lleva a señalar que con la aplicación del estudio de tiempos y métodos y la implementación de la propuesta se logró mejorar la fabricación efectiva de la pieza en estudio.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Una vez recolectada la data correspondiente para cada variable, se realizó la transcripción de los datos en Excel y SPSS versión 25, subsiguientemente se dio inicio al análisis de la data mediante la estadística con la finalidad de ejecutar la verificación de la hipótesis planteada para observar la significancia entre las variables.

La información recolectada a través de las fichas fue analizada con la estadística descriptiva utilizando para tal fin tablas y gráficos estadísticos. Así como también fue usada la estadística inferencial para realizar el contraste de hipótesis a través de pruebas paramétricas o no paramétricas para diferencia de medias (antes y después) de acuerdo a la normalidad de los datos recolectados.

El análisis de la información recolectada se dio mediante el programa Microsoft Excel 2016 y el SPSS versión 25, dichos softwares permitieron ordenar y clasificar de forma correctos los datos necesarios en relación a las variables a observar en el estudio.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación ha sido desarrollada conscientemente, ya que, la información requerida fue extraída y citada correctamente de acuerdo a cada autor, evitando de esta manera el plagio o copia.

De igual manera se debe señalar que se contó con la autorización de la empresa para realizar todas las actividades desempeñadas en el estudio de tiempos y métodos y para obtener los datos relacionados a la productividad en la organización. (Ver anexo 7)

## IV. RESULTADOS

### Estadística descriptiva

#### Productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK

En el caso de la productividad el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

Por ejemplo, para la semana 01 se tiene que la eficiencia fue de: 66.25% y la eficacia de: 66.45%, entonces tenemos que:

$$Productividad = 66.25\% * 66.45\% = 44.02$$

Por ejemplo, para la semana 24 se tiene que la eficiencia fue de: 97.50% y la eficacia de: 97.37%, entonces tenemos que:

$$Productividad = 97.50\% * 97.37\% = 94.93$$

De igual manera se aplicó la formula mencionada con anterioridad para realizar el cálculo del porcentaje de productividad para cada una de las semanas, dividiendo los periodos de antes (pre test) y después (post test) para lograr realizar una comparación descriptiva de los datos resultantes.

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de los índices de productividad obtenida antes de la realización del estudio de tiempos y métodos, periodo conformado desde octubre a diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero a marzo del año 2021.

**Tabla 25. Productividad de la empresa durante el periodo en estudio**

Periodo	Semana	Productividad	Periodo	Semana	Productividad
Pre Test	1	44.02	Post Test	13	95.01
	2	60.16		14	100.00
	3	47.49		15	100.00
	4	44.02		16	88.85
	5	40.68		17	100.00
	6	60.16		18	100.00
	7	50.63		19	100.00
	8	47.49		20	90.63
	9	47.49		21	93.12
	10	64.21		22	93.12
	11	47.49		23	100.00
	12	44.02		24	94.93

Fuente: Elaboración propia

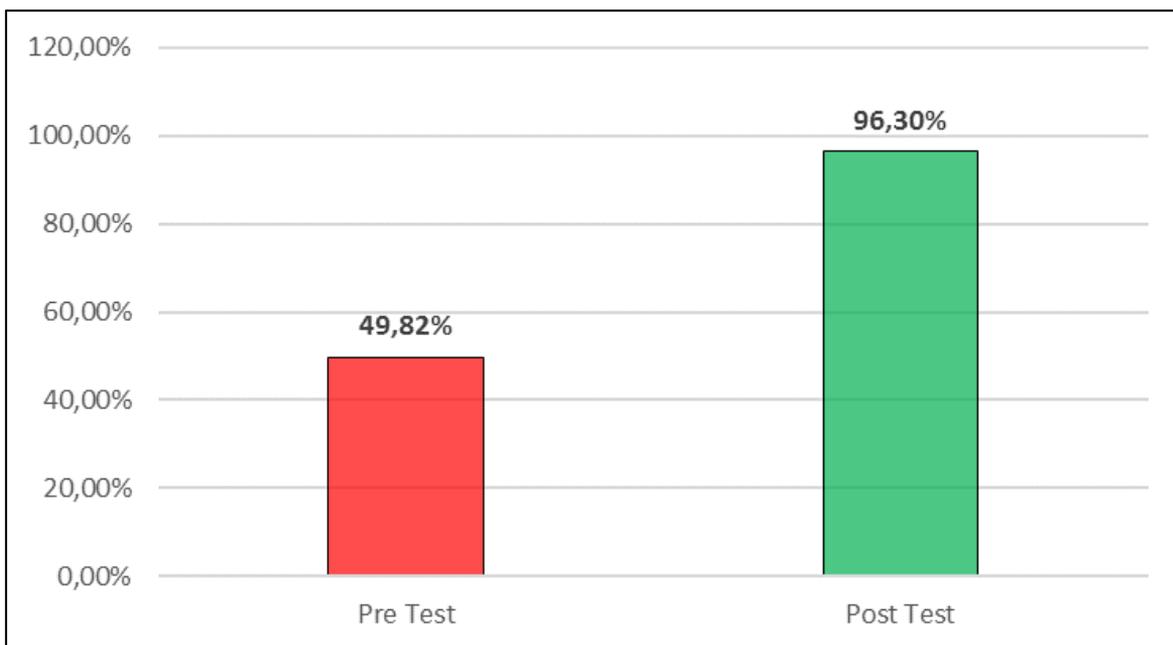
En la tabla anterior se detalla como el índice de productividad se desarrolló durante el periodo en estudio dentro de la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos, y como se incrementaron luego de la implementación de la mejora propuesta.

A continuación, se presenta una tabla con la comparación de los índices de productividad mensual obtenida antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos, por el periodo de octubre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta marzo del año 2021.

**Tabla 26. Comparación de la Productividad**

Indicador	Pre Test	Post Test
Productividad	49.82	96.30

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24. Comparación de la Productividad**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 y la figura 13 se detalla como el índice de productividad se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando que para el pre test o antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos fue de 49.82% y posterior a dicha implementación fue de 96.30%, lo que permite observar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos ocasiono que la productividad de la empresa se incremente.

**Tabla 27. Medidas de tendencia central para la Productividad**

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
96.3050	97.5050	4.19477	17.596

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber implementado las mejoras en el método de trabajo en la organización, la productividad obtuvo un promedio de 96.31%, una mediana de 97.51%, desviación estándar 4.19% y una varianza 17.60%.

## **Eficiencia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK**

Para el caso de la eficiencia el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Eficiencia = \frac{Horas Hombre efectivas}{Horas Hombre programadas} * 100$$

Por ejemplo, para la semana 01 se tiene que la cantidad de horas hombres efectivas fue de 874.50 y la cantidad de horas hombres programadas fue de: 1320, entonces tenemos que:

$$Eficiencia = \frac{874.50}{1320} * 100 = 66.25\%$$

Por ejemplo, para la semana 24 se tiene que la cantidad de horas hombres efectivas fue de 1287 y la cantidad de horas hombres programadas fue de: 1320, entonces tenemos que:

$$Eficiencia = \frac{1287}{1320} * 100 = 97.50\%$$

De igual manera se aplicó la formula mencionada con anterioridad para realizar el cálculo del porcentaje de eficiencia para cada una de las semanas, dividiendo los periodos de antes (pre test) y después (post test) para lograr realizar una comparación descriptiva de los datos resultantes.

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de los índices de eficiencia obtenida antes de la realización del estudio de tiempos y métodos, periodo conformado desde octubre a diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero a marzo del año 2021.

**Tabla 28. Eficiencia de la empresa durante el periodo en estudio**

Periodo	Semana	Productividad	Periodo	Semana	Productividad
Pre Test	1	66.25	Post Test	13	97.50
	2	77.50		14	100.00
	3	68.75		15	100.00
	4	66.25		16	93.75
	5	63.75		17	100.00
	6	77.50		18	100.00
	7	71.25		19	100.00
	8	68.75		20	95.00
	9	68.75		21	96.25
	10	80.00		22	96.25
	11	68.75		23	100.00
	12	66.25		24	97.50

Fuente: Elaboración propia

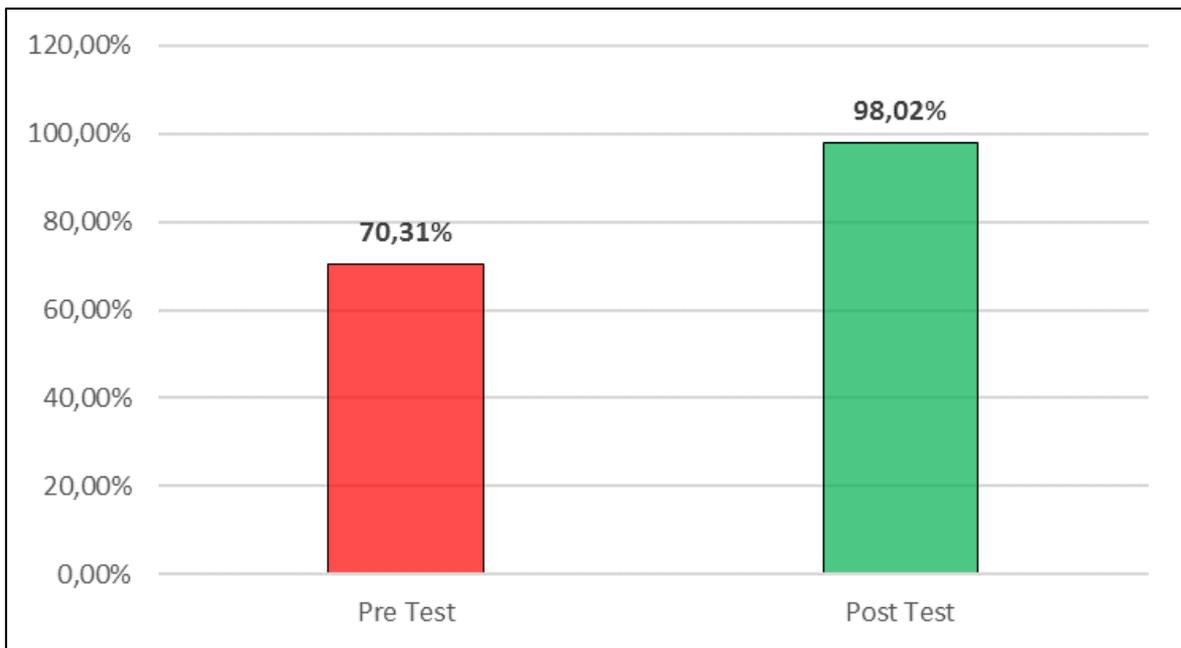
En la tabla 23 detalla cómo se desarrolla la eficiencia durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos, y su incremento luego de la realización del mismo.

A continuación, se presenta una tabla con la comparación de los índices de eficiencia mensual obtenida antes de la mejora en el método de trabajo, periodo conformado desde octubre a diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta marzo del año 2021.

**Tabla 29. Comparación de la Eficiencia**

Indicador	Pre Test	Post Test
Eficiencia	70.31	98.02

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25. Comparación de la Eficiencia**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 y figura 14 se detalla el desarrollo de la eficiencia se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando que para el primer trimestre o antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos fue de 70.31% y posterior a dicha implementación fue de 98.02%, lo que permite observar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos ocasiono que la productividad de la empresa se incremente.

**Tabla 30. Medidas de tendencia central para la Eficiencia**

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
98.0208	98.7500	2.28994	5.244

Fuente: Elaboración propia

Como se detalla en la tabla anterior, después de haber realizado el estudio de tiempos y métodos para mejorar la metodología de trabajo, la productividad obtuvo un promedio de 98.02%, una mediana de 98.75%, desviación estándar 2.29% y una varianza 5.24%.

## Eficacia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK

Para la eficacia el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Eficacia = \frac{Producción\ lograda}{Producción\ programada} * 100$$

Por ejemplo, para la semana 01 se tiene que la cantidad de productos elaborados fue de: 101 y la producción programada fue de: 152, entonces tenemos que:

$$Eficacia = \frac{101}{152} * 100 = 66.45\%$$

Por ejemplo, para la semana 24 se tiene que la cantidad de productos elaborados fue de: 148 y la producción programada fue de: 152, entonces tenemos que:

$$Eficacia = \frac{148}{152} * 100 = 97.37\%$$

De igual manera se aplicó la formula mencionada con anterioridad para realizar el cálculo del porcentaje de eficacia para cada una de las semanas, dividiendo los periodos en antes (pre test) y después (post test) para lograr realizar una comparación descriptiva de los datos resultantes.

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de los índices de eficacia obtenida antes de la realización del estudio de tiempos y métodos, periodo conformado desde octubre a diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero a marzo del año 2021.

**Tabla 31. Eficacia de la empresa durante el periodo en estudio**

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Pre Test	1	67.24	Post Test	13	97.42
	2	78.66		14	100.00
	3	69.78		15	100.00
	4	67.24		16	93.67
	5	64.71		17	100.00
	6	78.66		18	100.00
	7	72.32		19	100.00
	8	69.78		20	94.92
	9	69.78		21	96.17
	10	81.20		22	96.17
	11	69.78		23	100.00
	12	67.24		24	97.42

Fuente: Elaboración propia

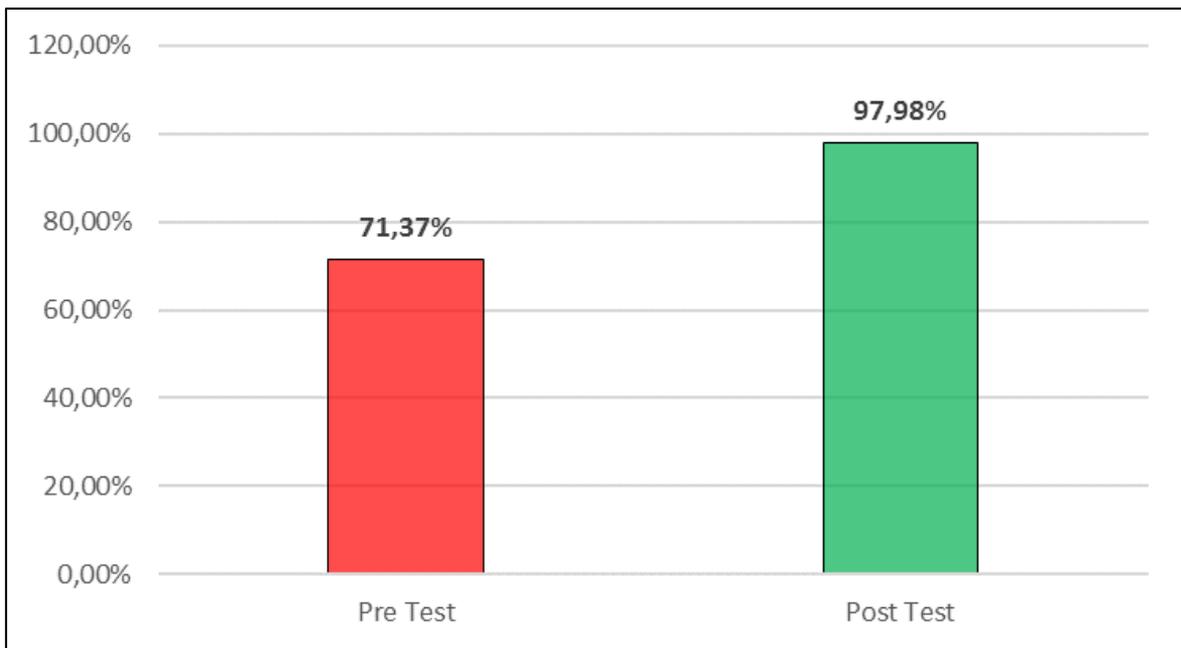
En la tabla 26 detalla cómo se desarrolla la eficacia durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos, y su incremento luego de la realización del mismo.

Se presenta una tabla con la comparación de los índices de eficacia mensual obtenida antes de la mejora en el método de trabajo, periodo conformado desde octubre a diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta marzo del año 2021.

**Tabla 32. Comparación de la Eficacia**

Indicador	Pre Test	Post Test
Eficacia	71.37	97.98

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26. Comparación de la Eficacia**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 y la figura 15 se observa como la eficacia se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando que para el primer trimestre o antes de la aplicación del estudio de tiempos y métodos fue de 71.37% y posterior a dicha implementación fue de 97.98%, lo que permite observar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos ocasiono que la productividad de la empresa se incremente.

**Tabla 33. Medidas de tendencia central para la Eficacia**

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
97.9808	98.7100	2.32773	5.418

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28 permite visualizar, después de haber realizado el estudio de movimientos y tiempos para mejorar el método de trabajo en la empresa, la productividad obtuvo una media de 97.98%, una mediana de 98.71%, desviación estándar 2.33% y una varianza 5.42%.

## Estadística inferencial

### Hipótesis general- Índices de Productividad

Previo a recurrir a una prueba para comparar la productividad antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

### Prueba de Normalidad

$H_0$ : Los datos de la variable Productividad provienen de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la variable Productividad no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	,288	12	,007	,895	12	,356
Productividad Despues	,311	12	,002	,873	12	,133

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 27. Prueba de normalidad de los índices de Productividad**

Fuente: SPSS versión 25.

Tal como indica la figura 16, los niveles de significancia (Sig.) 0.356 y 0.133 son mayores al nivel crítico ( $p > 0.05$ ); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la productividad se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

## Contraste de hipótesis general – Índice de Productividad

$H_0$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos no mejorará la productividad de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

$H_1$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos mejorará la productividad de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Despues	96,3050	12	4,19477	1,21093
	Productividad Antes	49,8217	12	7,55426	2,18073

**Figura 28. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad**

Fuente: SPSS versión 25.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Despues - Productividad Antes	46,48333	7,96235	2,29853	41,42430	51,54237	20,223	11	,000

**Figura 29. Diferencias emparejadas de índices de Productividad**

Fuente: SPSS versión 25.

En la figura 18 se evidencia que los resultados alcanzados con un *p* valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 46.48%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta incidencia sobre la productividad de la empresa.

## Hipótesis específica- Índices de Eficiencia

Previo a recurrir a una prueba para comparar la eficiencia de la arena fina antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

### Prueba de Normalidad

$H_0$ : Los datos de la variable Eficiencia provienen de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la variable Eficiencia no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	,284	12	,008	,897	12	,158
Eficiencia Despues	,306	12	,003	,888	12	,156

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 30. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia**

Fuente: SPSS versión 25.

Tal como indica la figura 19, los niveles de significancia (Sig.) 0.158 y 0.156 son mayores al nivel crítico ( $p > 0.05$ ); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la eficiencia se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

## Contraste de hipótesis general – Índice de Eficiencia

$H_0$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos no mejorará la eficiencia de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

$H_1$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos mejorará la eficiencia de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia Despues	98,0375	12	2,27600	,65702
	Eficiencia Antes	70,3125	12	5,22573	1,50854

**Figura 31. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia**

Fuente: SPSS versión 25.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia Despues - Eficiencia Antes	27,72500	5,32237	1,53644	24,34333	31,10667	18,045	11	,000

**Figura 32. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia**

Fuente: SPSS versión 25.

En la figura 21 se evidencia que los resultados alcanzados con un *p* valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de eficiencia antes y después, además de una optimización del índice de eficiencia de 27.72%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta incidencia sobre la eficiencia de la organización.

## Hipótesis específica- Índices de Eficacia

Previo a recurrir a una prueba para comparar la eficacia de la arena fina antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

### Prueba de Normalidad

$H_0$ : Los datos de la variable Eficacia provienen de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la variable Eficacia no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .



	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	,274	12	,013	,883	12	,154
Eficacia Despues	,314	12	,002	,876	12	,111

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 33. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia**

Fuente: SPSS versión 25.

Tal como indica la figura 22, los niveles de significancia (Sig.) 0.154 y 0.111 son mayores al nivel crítico ( $p > 0.05$ ); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la eficacia se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

## Contraste de hipótesis general – Índice de Eficacia

$H_0$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos no mejorará la eficacia de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

$H_1$ : La aplicación del estudio de tiempos y métodos mejorará la eficacia de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa.

Si el *p-valor* es  $>$  a 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

Si el *p-valor* es  $<$  a 0.05 se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ .

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia Despues	98,1908	12	2,02540	,58468
	Eficacia Antes	70,5050	12	5,21474	1,50537

**Figura 34. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia**

Fuente: SPSS versión 25.

		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia Despues - Eficacia Antes	27,68583	5,22763	1,50909	24,36435	31,00731	18,346	11	,000

**Figura 35. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia**

Fuente: SPSS versión 25.

En la figura 21 se evidencia que los resultados alcanzados con un p valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de eficacia antes y después, además de una optimización del índice de eficacia de 27.68%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta incidencia sobre la eficacia de organización.

## V. DISCUSIÓN

**Discusión en base al objetivo general: Productividad:** “Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la productividad la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021”

Los resultados del estudio evidenciaron que la aplicación del estudio de tiempos y métodos para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa incrementó la productividad de la pieza metalmecánica, debido que el análisis estadístico realizado con la información recolectada antes y después de la mejora, conllevando a la aceptación de la hipótesis planteada.

Se puso en evidencia con un p-valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepto  $H_1$ , es decir que hay una diferencia significativa entre los índices de productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa antes y después, con la optimización en el índice de productividad de 46.48%, en consecuencia, concluye en que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

Asimismo, se logró demostrar que después de aplicar las tácticas para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la pieza es estudio en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021, la productividad incrementó a un 96.30% para los meses de febrero y marzo del año 2021.

Resultado que concuerdan con los de Alarcón y Jiménez (2020) en su tesis, donde según los resultados obtenidos y con un p-valor inferior a 0.05 (0.003), sostiene que, la aplicación del estudio de tiempos y métodos mejora la productividad en el

área de producción de la empresa, con un porcentaje de mejora del 18.33%. en consecuencia, señala que la aplicación del estudio del trabajo permitió la mejora en la productividad de la Empresa.

Resultado que igualmente concuerda con los de Osorio y Velásquez (2020) según su estudio donde concluyen que la aplicación del estudio de trabajo incremento la productividad en un 5.56%, ya que se obtiene p-valor (0.007) menor a 0.05.

Beteta y Guillén (2019) en su estudio, concluye que el estudio del trabajo incremento la productividad de la empresa en un 28.6% en la empresa con un p-valor menor a 0.05 (0.000), aceptando la hipótesis de la existencia de una diferencia significativa en los indicadores de productividad antes y después de la mejora del estudio de tiempos y métodos.

Mariátegui y Tapia (2020) en su estudio determinaron la existencia de una diferencia significativa entre el antes y después del estudio de tiempos y métodos, dado por un incremento en la productividad de 46.49% a 61.77%, llegando a concluir que la aplicación del estudio del trabajo mejoro la productividad dentro de la empresa.

También concuerdan con los de Lavado y Reyes (2019) en su investigación, donde concluyen que la aplicación del estudio del trabajo produce un incremento en la productividad en la empresa en un 71%.

De igual manera son parecidos a los de Torre (2017) en su estudio, donde, se llegó a establecer que hay una diferencia significativa entre la productividad antes y después de la aplicación de la ingeniería de métodos para simplificar los tiempos y movimientos de los procesos con un 15.33% de mejora señalando que la aplicación de la ingeniería de métodos mejoró la productividad de la Empresa.

La aplicación del estudio de tiempos y métodos, entonces, se convierte en un elemento imprescindible al momento de tomar de decisiones ya que mediante su utilización se mejora y simplifican tanto los movimientos realizados por los colaboradores como los tiempos ejecutados para realizar una actividad, y de esta manera se logra un aumento en los niveles de productividad generando así grandes beneficios.

**Discusión en base al objetivo específico 1: Eficiencia:** “Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficiencia la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.”

Los resultados del estudio evidenciaron que la aplicación del estudio de tiempos y métodos para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa incrementó la eficiencia en la fabricación de la pieza metalmecánica, debido que el análisis estadístico realizado con la información recolectada antes y después de la mejora, conllevando a la aceptación de la hipótesis planteada.

Se puso en evidencia con un p-valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepto  $H_1$ , es decir que hay una diferencia significativa entre los índices de eficiencia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa antes y después, con la optimización en el índice de eficiencia de 27.71%, en consecuencia, concluye en que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la eficiencia en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

También se logró demostrar que después de aplicar el estudio de trabajo para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada en la empresa, la eficiencia incrementó de 70.31% a 98.02%, lo que permite

observar cómo el estudio de tiempos y métodos ocasiono un incremento en la eficiencia de la empresa.

Resultado que concuerdan con los de Alarcón y Jiménez (2020) en su investigación, donde concluyen que la aplicación del estudio del trabajo produce una mejora en la eficiencia en la fabricación de estructuras metálicas de la empresa dado por un p-valor menor que 0.05 (0.003) y una diferencia de 9,32% en el índice de eficiencia entre el antes y después de la aplicación del estudio del trabajo.

De igual manera concuerdan con los de Osorio y Velásquez (2020) según su estudio donde concluyen que la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la fabricación de los productos a base de metal y acero inoxidable de la empresa, ya que se obtiene p-valor (0.00) menor a 0.05.

**Discusión en base al objetivo específico 2: Eficacia:** “Determinar como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la eficiencia la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.”

Los resultados del estudio evidenciaron que la aplicación del estudio de tiempos y métodos para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa incrementó la eficacia en la fabricación de la pieza metalmecánica, debido que el análisis estadístico realizado con la información recolectada antes y después de la mejora, conllevando a la aceptación de la hipótesis planteada.

Se puso en evidencia con un p-valor de .000 (Sig. Bilateral) donde  $p < 0.05$  se rechazo  $H_0$  y se acepto  $H_1$ , es decir que hay una diferencia significativa entre los índices de eficacia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa antes y después, con la optimización en el índice de eficacia de 26.62%,

en consecuencia, concluye en que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la eficacia en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.

También se logró demostrar que después de aplicar el estudio de trabajo para mejorar el método de trabajo en la fabricación de la pieza metalmecánica estudiada en la empresa, la eficacia incrementó de 71.37 a 97.98%.

Resultado que concuerdan con los de Alarcón y Jiménez (2020) en su investigación, donde concluyen que la aplicación del estudio del trabajo produce una mejora en la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas de la empresa dado por un p-valor menor que 0.05 (0.002) y una diferencia de 11.33% en el índice de eficacia entre el antes y después de la aplicación del estudio de tiempos y métodos.

De igual manera concuerdan con los de Osorio y Velásquez (2020) según su estudio donde concluyen que la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficacia en un 4.10% en la fabricación de los productos a base de metal y acero inoxidable de la empresa, ya que se obtiene p-valor (0.026) menor a 0.05.

## VI. CONCLUSIONES

- Primera** Luego de realizar el estudio y analizar los resultados con un p valor de .000, se observa que existe una significativa diferencia entre los índices de productividad antes y después de la aplicación del estudio de tiempos y métodos, con una optimización de la media en el índice de productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK del 46.48%, por lo tanto, se puede concluir que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa en el periodo en estudio.
- Segunda** Posteriormente al análisis de los resultados con un p valor de .000, se detalla la existencia de una significativa diferencia entre los índices de eficiencia en la pre y post aplicación del estudio de tiempos y métodos, con una optimización de la media en el índice de eficiencia del 27.72% en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK, por lo tanto, se determina que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la eficiencia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa en el periodo en estudio.
- Tercera** Por último y después de realizar un análisis de los resultados con un p valor de .000, se observa la existencia de una significativa diferencia entre los índices de eficacia en el pre y post de la aplicación del estudio de tiempos y métodos para mejorar el método, con una mejora media en el índice de eficacia del 27.68% en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK, por lo tanto, se concluye que la aplicación del estudio de tiempos y métodos presenta influencia sobre la eficacia en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa en el periodo en estudio.

## VII. RECOMENDACIONES

- Primera** Se recomienda a la gerencia de la organización, en relación a la productividad en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK que mantenga su compromiso, debido a que es muy importante continuar con la metodología implementada, evaluando a futuro una posible inversión para realizar capacitaciones a los colaboradores con la finalidad de mejorar los procesos de manera continua.
- Segunda** De igual manera se recomienda al jefe de producción, con respecto a la eficiencia, que se realice el seguimiento de los procesos en compañía de los operarios para seguir implementando mejoras en el método de trabajo enfocándose en la reducción de distancias y mejorar aún más la distribución del área de producción buscando una nueva disminución del tiempo en la fabricación de la guía HPGR & WEAR BLOCK.
- Tercera** Por último, en relación a la eficacia, se recomienda al jefe de producción, que es de vital importancia realizar un control sobre los procesos utilizando la medición de tiempos y buscar una mejora de los mismos, buscando con esto una optimización en los tiempos de recepción de material, uso del material, así como su traslado entre las diversas áreas que son utilizadas para la producción de la pieza metalmecánica estudiada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACURIO, R., 2017. *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de moldeo de chocolate en la empresa compañía nacional de chocolates de Perú SA, Lima 2017* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12230>.
- ALARCÓN, K. y JIMÉNEZ, J., 2020. *Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de estructuras metálicas en Maquiser EIRL Comas, 2020* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46240>.
- ARISMENDIZ, M. y MINÍ, M., 2019. *Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa MiníSweet, Los Olivos, 2019* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45931>.
- ARRIETA, Y., 2019. *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la línea de confección de una empresa de servicios de costura, San Juan de Lurigancho, 2018*. Universidad César Vallejo.
- ARROYO, C., 2018. *Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22904>.
- BEHAR, D., 2008. *Introducción a la Metodología de la Investigación*. 1. México: Editorial Shalom. ISBN 978-959-212-783-7.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la Investigación*. 3. Colombia: Pearson.
- BETETA, J. y GUILLEN, K., 2019. *Ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de soldadura de la empresa D & L Industrial SAC, 2019* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39821>.
- CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J., 2018. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. 1. Sangolquí, Ecuador: Editorial ESPE.
- CALDAS, J. y VÁSQUEZ, R., 2019. *Estudio del trabajo para mejorar la productividad de la fabricación de estructuras metálicas, Factoría Agromar SAC Chimbote, 2019* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en:

- <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39394>.
- CANACINTRA, 2018. Estudio de Competitividad de la Industria metalmeccanica. . México:
- CARRASCO, S., 2019. *Metodología de la Investigación Científica*. 19. Lima: Editorial San Marcos. ISBN 978-9972-38-344-1.
- CHUQUISALA, H., 2018. *Mejoramientos a los indicadores de productividad en la Empresa Transarc SA, línea de parrillas superiores*. Universidad de Guayaquil.
- COLLADO, M. y RIVERA, J., 2018. *Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz* [en línea]. Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3261>.
- CRUELLES, J., 2014. *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. 1. México: Alfaomega Grupo Editor SA de CV. ISBN 6077076147.
- DIAZ, D., 2017. *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la Productividad en el Área de Torno de la empresa Sergo Industrial SA, Lima 2016* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1461>.
- GARCÍA, A., 2017. *Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria*. México: Trillas. ISBN 9682452430.
- GÓMEZ, M., 2017. *Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la Empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1536>.
- GUERRERO, O., 2019. *Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en el área de calcomanías de la empresa PLACOR INTERNACIONAL SAC, cercado de Lima, 2019*. Universidad César Vallejo.
- GUTIÉRREZ, H., 2014. *Calidad total y productividad*. 4. México: Editorial McGraw Hill Educación. ISBN 6071503159.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 1. México: Editorial Mc Graw Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- KAMBLE, R. y KULKARNI, V., 2014. Productivity improvement at assembly station using work study techniques. *International Journal of Research in Engineering*

- and Technology*, vol. 3, no. 09, pp. 2015.
- KANAWATY, G., 2014. *Introducción al estudio del trabajo*. 4. Ginebra: OIT.
- KULKARNI, P., KSHIRE, S. y CHANDRATRE, K., 2014. Productivity improvement through lean deployment & work study methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 429-434.
- LAVADO, K. y REYES, A., 2019. *Aplicación de ingeniería de métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi EIRL Chimbote, 2019* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44513>.
- MARIATEGUI, M. y TAPIA, A., 2021. *Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la empresa Tamefisa* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24898>.
- MEDIANERO, D., 2016. *Productividad total*. 1. Lima: Editorial Macro.
- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E.M., RAMÍREZ, E. y PAUCAR, A., 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U. ISBN 9587623592.
- OSORIO, V. y VELÁSQUEZ, H., 2020. *Implementación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la empresa Tealmol SAC de Ate, 2020* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54428>.
- PALACIOS, R., 2015. *Ingeniería de Métodos sus herramientas para mejorar la productividad*. 1. Madrid, España: McGraw-Hill.
- POSADA, G., 2016. *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. 1. Medellín, Colombia: Editorial FUNLAM.
- PRAVIN, K., 2015. *Industrial Engineering and Management*. 1. Delhi, India: s.n.
- QUESADA, M. y VILLA, W., 2017. *Estudio del Trabajo*. 3. Bogotá, Colombia: Fondo Editorial ITM.
- QUINTO, J., 2019. *Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada - 2018*. Universidad Nacional del Callao.
- RICO, A. y MAFLA, W., 2018. *Propuesta de mejora área de soldadura empresa*

- Solomoflex* [en línea]. S.I.: Universidad Católica de Pereira. Disponible en: <https://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/5459>.
- SALAZAR, K. y ARROYAVE, A., 2016. *Estudio de tiempos*. 2. México: Coloformo.
- TORRE, K., 2017. *Aplicación de la ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en la línea de producción de bandejas porta cables perforadas de la empresa FALUMSA SRL, Trabajo de Titulación (Ingeniero Industrial)* [en línea]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1947>.
- VALDERRAMA, S., 2020. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. 11. Lima: Editorial San Marcos.
- VASQUEZ, S., 2017. *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en la línea de producción de Rubio Plastic Company SAC–Comas 2017*. Universidad César Vallejo.
- YUNEZ, P., 2020. *Propuesta de mejora para la optimización de la productividad del taller STK POWER, mediante estudio de métodos y tiempos en la prestación del servicio de cambio de aceite cada 5000 km en un automóvil* [en línea]. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17797>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Estudio de tiempos y métodos para mejorar la productividad en la empresa MINKHA METALES S.A.C, Arequipa, 2021.									
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
General	General	Principal	<b>Variable Independiente: Estudio de Tiempos y Métodos</b>	El estudio de tiempos y métodos es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. (Kanawaty, 2014, pág. 9)	El estudio de tiempos y métodos comprende dos sistemas que deben realizarse para lograr incrementar la productividad de una empresa. El estudio de métodos y la medición de tiempos vinculados entre sí, uno se enfoca en reducir el trabajo innecesario y el otro se enfoca en identificar y analizar cualquier tiempo improductivo. (Collado y Rivera, 2018)	Estudio de Métodos	Índice de Actividades que Agregan Valor (IAAV)	Razón	Tipo: Aplicada
¿Como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la <b>productividad</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?	Determinar como la aplicación de tiempos y métodos del trabajo incrementa la <b>productividad</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021	La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la <b>productividad</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.					Índice de Actividades que No Agregan Valor (IANAV)		Nivel: Explicativo
						Índice de Tiempo normal (Tn)	Diseño: Experimental de corte longitudinal		
						Índice de Tiempo estándar (Ts)			Población y muestra: No probabilística, la cual corresponde a la medición de los procesos (tiempos y movimientos) y de la productividad durante un periodo de 12 semanas antes y después de la implementación del estudio de tiempos y métodos
Específicas	Específicos	Secundarias	<b>Variable Dependiente: Productividad</b>	La productividad es una comparación entre productos e insumos. Esta comparación se puede realizar en términos físicos o monetarios o con algún tipo de indicador. En todos los casos, la productividad es siempre la mejor medida de la eficiencia. (Medianero, 2016, pág. 24)	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutiérrez, 2014, pág. 21)	Índice de Tiempo estándar (Ts)	Razón	Técnica: Observación	
¿Como la aplicación del estudio de tiempos y métodos en la <b>eficiencia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?	Determinar como la aplicación de tiempos y métodos del trabajo incrementa la <b>eficiencia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.	La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la <b>eficiencia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.				Coeficiente de equilibrio (Ce)		Instrumento: Ficha de Registro	
						Índice de Eficiencia		Método de análisis: Estadística descriptiva-inferencial	
¿Como la aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la <b>eficacia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021?	Determinar como la aplicación de tiempos y métodos del trabajo incrementa la <b>eficacia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.	La aplicación del estudio de tiempos y métodos incrementa la <b>eficacia</b> de la empresa MINKHA METALES SAC de Arequipa, 2021.	<b>Variable Dependiente: Productividad</b>	La productividad es una comparación entre productos e insumos. Esta comparación se puede realizar en términos físicos o monetarios o con algún tipo de indicador. En todos los casos, la productividad es siempre la mejor medida de la eficiencia. (Medianero, 2016, pág. 24)	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutiérrez, 2014, pág. 21)	Eficiencia	Índice de Eficiencia	Razón	Método de análisis: Estadística descriptiva-inferencial
						Eficacia	Índice de Eficacia		

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización

Estudio de tiempos y métodos para mejorar la productividad en la empresa MINKHA METALES S.A.C, Arequipa, 2021.					
Variables	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Técnica	Instrumento
<b>Variable Independiente: Estudio de Tiempos y Métodos</b>	Estudio de métodos	Indice de Actividades que Agregan Valor (IAAV)	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ <b>Legenda:</b> TA: Total de actividades AAV: Total de actividades que agregan valor	Observacion de actividades	Ficha de Recolección
		Indice de Actividades que No Agregan Valor (IANAV)	$IANAV = \frac{ANAV}{TA} \times 100\%$ <b>Legenda:</b> TA: Total de actividades ANAV: Total de actividades que no agregan valor	Observacion de actividades	Ficha de Recolección
	Estudio de tiempos	Indice de Tiempo normal (Tn)	$Tn = Te * Fv$ <b>Legenda:</b> Te: Horas efectivas de trabajo Fv: Factor de valoración (95%)	Observacion de actividades y toma de tiempos	Ficha de Recolección y Cronometro
		Indice de Tiempo estandar (Ts)	$Ts = Tn \times (1 + Supl)$ <b>Legenda:</b> Tn: Tiempo normal Supl: Suplementos	Observacion de actividades y toma de tiempos	Ficha de Recolección y Cronometro
		Coeficiente de equilibrio (Ce)	$Ce = 100 * (N * Cl) \cdot \frac{\sum Cp}{N * Cl}$ <b>Legenda:</b> N: Numero de operarios Cp: Ciclo de los diferentes puestos de trabajo Cl: Ciclo del puesto limitante o de tiempo más tardío	Observacion de actividades y toma de tiempos	Ficha de Recolección y Cronometro
	<b>Variable Dependiente: Productividad</b>	Eficiencia	Indice de Eficiencia (IEF)	$IEf = \frac{HHu}{HHe} \times 100$ <b>Legenda:</b> HHU: Horas efectivas utilizadas HHe: Horas programadas	Observacion
Eficacia		Indice de Eficacia (IEfic)	$IEf_c = \frac{Pl}{Pp} \times 100$ <b>Legenda:</b> Pl: Producción lograda (Unidades) Pp: Producción programada (Unidades)	Observacion	Ficha de Recolección

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 4. Instrumento: Ficha de recolección de fabricación

PRE-TEST		POST-TEST	
<b>Sem.</b>		<b>Sem.</b>	
1	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	13	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
2	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	14	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
3	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	15	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
4	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	16	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
5	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	17	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
6	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	18	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
7	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	19	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
8	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	20	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
9	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	21	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
10	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	22	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
11	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	23	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
12	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	24	Producción lograda <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Producción programada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE FABRICACIÓN

## Anexo 5. Validación del instrumento

### Juicio de Experto No. 1



#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg Ing. Romel Darío Bazan Robles.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Estudio de Tiempos y Métodos para Mejorar la Productividad en la Fabricación de la Guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES S.A.C. de Arequipa, 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

  
Hernando Edgardo Adriaola Murguía  
D.N.I: 42012735

  
Pedro Martín Rivera Morales  
D.N.I: 72746228

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTO QUE MIDEN LAS  
VARIABLES ESTUDIO DE TIEMPOS Y MÉTODOS Y PRODUCTIVIDAD**

Variable independiente: Estudio de tiempos y métodos	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>Dimensión 1: Estudio de métodos</b>							
Indicador: Índice de Actividades que agregan valor $IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
Indicador: Índice de Actividades que no agregan valor $IANAV = \frac{ANAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Estudio de tiempos</b>							
Indicador: índice de tiempo normal $Tn = Te * Fv$	X		X		X		
Indicador: índice de tiempo estándar $Ts = Tn \times (1 + Supl)$	X		X		X		
Indicador: Coeficiente de equilibrio $Ce = 100 * (N * Cl) - \frac{\sum Cp}{N * Cl}$	X		X		X		
<b>Variable dependiente: Productividad</b>							
<b>Dimensión 1: Eficiencia</b>							
Indicador: Índice de eficiencia $IEf = \frac{HHu}{HHe} \times 100$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Eficacia</b>							
Indicador: Índice de eficacia $IEfc = \frac{PI}{PP} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):      **SÍ HAY SUFICIENCIA**                     

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [   ]    No aplicable [   ]

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Romel Darío Bazan Robles      DNI:41091024

Especialidad del validador: Maestro en Productividad y Relaciones industriales

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Firma del Experto Informante.

**18 de mayo del 2021**

## Juicio de Experto No. 2



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg Ing. Roberto Farfan Martínez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Estudio de Tiempos y Métodos para Mejorar la Productividad en la Fabricación de la Guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES S.A.C. de Arequipa, 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

  
Hernando Edgardo Adriaola Murguía  
D.N.I: 42012735

  
Pedro Martín Rivera Morales  
D.N.I: 72746228

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTO QUE MIDEN LAS  
VARIABLES ESTUDIO DE TIEMPOS Y MÉTODOS Y PRODUCTIVIDAD**

Variable independiente: Estudio de tiempos y métodos	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>Dimensión 1: Estudio de métodos</b>							
Indicador: Índice de Actividades que agregan valor $IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
Indicador: Índice de Actividades que no agregan valor $IANAV = \frac{ANAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Estudio de tiempos</b>							
Indicador: índice de tiempo normal $Tn = Te * Fv$	X		X		X		
Indicador: índice de tiempo estándar $Ts = Tn \times (1 + Supl)$	X		X		X		
Indicador: Coeficiente de equilibrio $Ce = 100 * (N * Cl) - \frac{\sum Cp}{N * Cl}$	X		X		X		
<b>Variable dependiente: Productividad</b>							
<b>Dimensión 1: Eficiencia</b>							
Indicador: Índice de eficiencia $IEf = \frac{HHu}{HHe} \times 100$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Eficacia</b>							
Indicador: Índice de eficacia $IEfc = \frac{Pl}{Pp} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):      **SÍ HAY SUFICIENCIA**                     

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [   ]    No aplicable [   ]

Apellidos y nombres del juez validador. MG. ROBERTO FARFÁN MARTINEZ      DNI: 02617808

Especialidad del validador: MAESTRO EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Firma del Experto Informante

18 de mayo del 2021

## Juicio de Experto No. 3



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg Ing. Marcial Zuñiga Muñoz.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Estudio de Tiempos y Métodos para Mejorar la Productividad en la Fabricación de la Guía HPGR & WEAR BLOCK en la empresa MINKHA METALES S.A.C. de Arequipa, 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Hernando Edgardo Adiazola Murguía  
D.N.I: 42012735

Pedro Martín Rivera Morales  
D.N.I: 72746228

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTO QUE MIDEN LAS  
VARIABLES ESTUDIO DE TIEMPOS Y MÉTODOS Y PRODUCTIVIDAD**

Variable independiente: Estudio de tiempos y métodos	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>2</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>Dimensión 1: Estudio de métodos</b>							
Indicador: Índice de Actividades que agregan valor $IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
Indicador: Índice de Actividades que no agregan valor $IANAV = \frac{ANAV}{TA} \times 100\%$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Estudio de tiempos</b>							
Indicador: índice de tiempo normal $Tn = Te * Fv$	X		X		X		
Indicador: índice de tiempo estándar $Ts = Tn \times (1 + Supl)$	X		X		X		
Indicador: Coeficiente de equilibrio $Ce = 100 * (N * Cl) - \frac{\sum Cp}{N * Cl}$	X		X		X		
<b>Variable dependiente: Productividad</b>							
<b>Dimensión 1: Eficiencia</b>							
Indicador: Índice de eficiencia $IEf = \frac{HHu}{HHe} \times 100$	X		X		X		
<b>Dimensión 2: Eficacia</b>							
Indicador: Índice de eficacia $IEfc = \frac{Pl}{Pp} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):     SÍ HAY SUFICIENCIA    

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [ X ]   Aplicable después de corregir [   ]   No aplicable [   ]

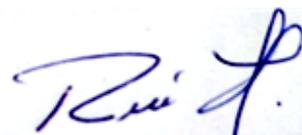
Apellidos y nombres del juez validador. MG MARCIAL ZUÑIGA MUÑOZ      DNI: 06105726

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Firma del Experto Informante

18 de mayo del 2021

## Anexo 6. Base de datos

No.	HHE	Hhsemanal	Eficiencia Antes	HHE	Hhsemanal	Eficiencia Despues	Cantidad elaborada	Cantidad programada	Eficacia Antes	Cantidad elaborada	Cantidad programada	Eficacia Despues	Productividad Antes	Productividad Despues
1	5.30	29.15	66.25	7.80	74.05	97.50	3.36	5.00	67.24	5.31	5.45	97.42	44.02	95.01
2	6.20	34.1	77.50	8.00	85.50	100.00	3.93	5.00	78.66	5.45	5.45	100.00	60.16	100.00
3	5.50	30.25	68.75	8.00	76.75	100.00	3.49	5.00	69.78	5.45	5.45	100.00	47.49	100.00
4	5.30	29.15	66.25	7.50	73.75	93.75	3.36	5.00	67.24	5.11	5.45	93.67	44.02	88.85
5	5.10	28.05	63.75	8.00	71.75	100.00	3.24	5.00	64.71	5.45	5.45	100.00	40.68	100.00
6	6.20	34.1	77.50	8.00	85.50	100.00	3.93	5.00	78.66	5.45	5.45	100.00	60.16	100.00
7	5.70	31.35	71.25	8.00	79.25	100.00	3.62	5.00	72.32	5.45	5.45	100.00	50.63	100.00
8	5.50	30.25	68.75	7.60	76.35	95.00	3.49	5.00	69.78	5.17	5.45	94.92	47.49	90.63
9	5.50	30.25	68.75	7.70	76.45	96.25	3.49	5.00	69.78	5.24	5.45	96.17	47.49	93.12
10	6.40	35.2	80.00	7.70	87.70	96.25	4.06	5.00	81.20	5.24	5.45	96.17	64.21	93.12
11	5.50	30.25	68.75	8.00	76.75	100.00	3.49	5.00	69.78	5.45	5.45	100.00	47.49	100.00
12	5.30	29.15	66.25	7.80	74.05	97.50	3.36	5.00	67.24	5.31	5.45	97.42	44.02	94.93

## Anexo 7. Carta de Autorización:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN

Arequipa, 04 de Febrero de 2021

Señores :  
UNIVERSIDAD CESAR DE VALLEJO  
Escuela de Ingeniería Industrial

Estimado,

Yo Juan de Dios Palomino Quispe, Identificado con DNI 80181363, en mi calidad de representante legal de la empresa MINKHA METALES S.A.C., autorizo a Pedro Martín Rivera Morales y Hernando Adriaola Murguia, estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo, a utilizar información confidencial de la empresa para el proyecto denominado "Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de la Guía HPGR & Wear Block en la empresa Minkha Metales S.A.C. de Arequipa, 2021". Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información de algunas actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda la información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo que podrían convertirse en una herramienta didáctica que apoye a la formación de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

En caso de alguna(s) de las condiciones anteriores sea(n) infringida(s), el estudiante queda sujeto a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause a la empresa Minkha Metales S.A.C, así como las sanciones de carácter penal o legal a que se hiciera acreedor.

Atentamente,

  
MINKHA METALES S.A.C.  
Juan de Dios Palomino Quispe  
Gerente General

Juan de Dios Palomino Quispe  
Gerente General MINKHA METALES SAC

## **Anexo 8. Fotografías**

**Foto 1. Guía HPGR & WEAR BLOCK**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 2. Guía HPGR & WEAR BLOCK**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 3. Materia prima utilizada**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 4. Trazado de lamina**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 5. Trazado y Cortado de lamina**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 6. Cortado de lámina 1**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 7. Cortado de lámina 2**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 8. Cortado de lámina 3**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 9. Área de Armado**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 10. Área de Soldadura 1**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 11. Área de Soldadura 2**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 12. Área de Limpieza y Pintura 2**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 13. Área de Limpieza y Pintura 2**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.

**Foto 14. Área de Limpieza y Pintura 3**



Fuente: MINKHA METALES S.A.C.