



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la  
fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Carrasco Cruz, Fredy (ORCID: [0000-0001-8441-4160](https://orcid.org/0000-0001-8441-4160))

Ulloa Genovez, Doris Nurith (ORCID: [0000-0002-1956-8013](https://orcid.org/0000-0002-1956-8013))

**ASESOR:**

MSc. Ing. Gil Sandoval, Héctor Antonio (ORCID: [0000-0001-5288-8281](https://orcid.org/0000-0001-5288-8281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico empleo y emprendimiento

LIMA -PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta investigación va dedicada a Dios, por darnos la vida, protegernos y guiarnos siempre y a nuestras familias por el apoyo incondicional durante el desarrollo de esta etapa de nuestra vida

**CARRASCO CRUZ, Fredy.**

**ULLOA GENOVEZ, Doris Nurith.**

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios, por darnos la vida y habernos permitido llegar hasta este grado de formación académica, a nuestros padres por el apoyo incondicional y desinteresado, a nuestros maestros por compartir su sabiduría, experiencia, conocimientos y motivarnos a seguir adelante ,en especial a nuestro docente MSc. Ing. Gil Sandoval Héctor Antonio por guiarnos hacia el cumplimiento de nuestros objetivos.

**CARRASCO CRUZ, Fredy.**

**ULLOA GENOVEZ, Doris Nurith.**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos .....	84
3.7. Aspectos éticos.....	85
IV. RESULTADOS .....	86
V. DISCUSIÓN .....	104
VI. CONCLUSIONES.....	106
VII. RECOMENDACIONES .....	107
REFERENCIAS.....	108

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Muestra de productividad en 12 semanas .....	16
<b>Tabla 2.</b> Cálculo de la desviación estándar .....	17
<b>Tabla 3.</b> Validez de contenido de juicio de experto variable independiente .....	20
<b>Tabla 4.</b> Validez de contenido de juicio de experto variable dependiente.....	20
<b>Tabla 5.</b> Tabulación de juicio de expertos.....	20
<b>Tabla 6.</b> Prueba binomial juicio de expertos .....	21
<b>Tabla 7.</b> Prueba binomial Juez 1.....	21
<b>Tabla 8:</b> Prueba binomial Juez 2 .....	22
<b>Tabla 9:</b> Prueba binomial Juez 3 .....	22
<b>Tabla 10.</b> Prueba test retest prueba1 y prueba2.....	23
<b>Tabla 11.</b> Principales productos.....	27
<b>Tabla 12.</b> Diagrama DAP .....	36
<b>Tabla 13.</b> Cálculo de ciclo de mediciones del tiempo normal .....	39
<b>Tabla 14.</b> Cálculo de la valoración en la fabricación de bombas .....	42
<b>Tabla 15.</b> Suplementos recomendados .....	44
<b>Tabla 16.</b> Suplementos .....	45
<b>Tabla 17.</b> Cálculo del tiempo estándar en la fabricación de bombas pre test.....	46
<b>Tabla 18.</b> Eficiencia pre test.....	48
<b>Tabla 19.</b> Capacidad de producción pre test.....	50
<b>Tabla 20.</b> Eficacia pre test.....	50
<b>Tabla 21.</b> Productividad pre test .....	51
<b>Tabla 22</b> Cuadro de ventas anual .....	54
<b>Tabla 23</b> Registro de actividades antes de la mejora .....	55
<b>Tabla 24</b> Registro de actividades pretest.....	56
<b>Tabla 25.</b> Registro de tiempo estándar antes de la mejora.....	57
<b>Tabla 26.</b> Análisis de fallas .....	58
<b>Tabla 27.</b> Índice de actividades que agregan valor post-test .....	69
<b>Tabla 28.</b> Registro de actividades Post-test.....	70
<b>Tabla 29.</b> Registro de tiempo estándar Post-test.....	71

<b>Tabla 30.</b> Plan de capacitaciones .....	72
<b>Tabla 31</b> Plan de seguimiento y control .....	74
<b>Tabla 32</b> formato de control de llegada de componentes .....	74
<b>Tabla 33</b> Check list de control de tecla manual.....	75
<b>Tabla 34</b> Check list de control orden y limpieza.....	75
<b>Tabla 35</b> Llenado del Plan de seguimiento y control.....	76
<b>Tabla 36.</b> Eficiencia Post-test.....	77
<b>Tabla 37.</b> Capacidad de producción Posttest.....	79
<b>Tabla 38.</b> Eficacia Posttest.....	79
<b>Tabla 39.</b> Productividad post-test.....	80
<b>Tabla 40.</b> Cálculo de costos tangibles e intangibles .....	81
<b>Tabla 41.</b> Cálculo de ventas proyectadas .....	82
<b>Tabla 42.</b> Cálculo del flujo de caja .....	83
<b>Tabla 43</b> Resumen índice de actividades que agregan valor pretest- post-test.....	86
<b>Tabla 44</b> Resumen índice de actividades que agregan valor pre-test- Post-test .....	87
<b>Tabla 45</b> Análisis descriptivo de la variable productividad .....	88
<b>Tabla 46</b> Estadística descriptiva dimensión eficiencia .....	91
<b>Tabla 47</b> Estadística descriptiva dimensión eficacia .....	93
<b>Tabla 48</b> Estadística descriptiva dimensión productividad.....	98
<b>Tabla 49</b> Estadística descriptiva dimensión eficiencia .....	100
<b>Tabla 50</b> Estadística descriptiva dimensión eficacia .....	103

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1:Formula de grupo experimental .....	10
Figura 2. Fórmula para cálculo de la muestra .....	15
Figura 3. Formula de desviación estándar de muestras pequeñas (n<30).....	16
Figura 4. Prueba de normalidad .....	24
Figura 5. Prueba de Wilcoxon .....	24
Figura 6. Valores corporativos.....	26
Figura 7.Principales clientes.....	29
Figura 8.Organigrama Corporativo.....	30
Figura 9. Mapa de procesos.....	31
Figura 10.Distribución de planta.....	32
Figura 11.Proceso de abastecimiento .....	33
Figura 12.Cuadro SIPOC .....	34
Figura 13.Dop general de ensamble de bombas.....	35
Figura 14.Datos para calcular el número de ciclos a observar.....	37
Figura 15.Datos para calcular el número de ciclos a observar General Electric .....	38
Figura 16. Criterios de valoración.....	40
Figura 17. Sistemas de calificación de habilidades de Westinghouse .....	40
Figura 18. Sistemas de calificación de esfuerzo de Westinghouse.....	41
Figura 19. Sistemas de calificación de condiciones de Westinghouse.....	41
Figura 20. Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse.....	41
Figura 21. Suplementos según su función .....	43
Figura 22. Gráfica de eficiencia semanal .....	49
Figura 23. Grafica del % de Eficacia semanal pretest.....	51
Figura 24. Grafica de productividad, eficiencia y eficacia pretest.....	52
Figura 25. Procedimiento de estudio del trabajo .....	53
Figura 26. Histograma de ventas .....	54
Figura 27. Diagrama de recorrido pre-test .....	60
Figura 28. Implementación de procedimiento.....	61

Figura 29. Implementación de calentador magnético.....	62
Figura 30. Implementación de Tablet.....	63
Figura 31. Capacitación de procedimiento.....	64
Figura 32. Evidencias de preensamble.....	65
Figura 33. Protocolos de prueba.....	66
Figura 34. Check list de seguimiento.....	67
Figura 35. Diagrama de recorrido después de la mejora.....	68
Figura 36. Capacitación de procedimiento.....	72
Figura 37. Aplicación del orden y limpieza.....	73
Figura 38. Grafica del % de eficiencia semanal Posttest.....	78
Figura 39. Grafica del % de Eficacia semanal post-test.....	80
Figura 40. Gráfica de productividad post-test.....	81
Figura 41. Índice de actividades que agrega valor pretest post-test.....	86
Figura 42. Grafica tiempo estándar pretest vs post-test.....	87
Figura 43. Grafica de productividad pretest vs Posttest.....	88
Figura 44. Histograma de productividad antes.....	89
Figura 45. Histograma de productividad después.....	90
Figura 46. Comparación de eficiencia.....	90
Figura 47. Histograma de eficiencia antes.....	92
Figura 48. Histograma de eficiencia después.....	92
<i>Figura 49. Comparación de eficacia.....</i>	<i>93</i>
Figura 50. Histograma de eficacia antes.....	94
Figura 51. Histograma de eficacia después.....	95
Figura 52. Prueba de normalidad productividad.....	96
Figura 53. Prueba de productividad con signos de Wilcoxon.....	97
Figura 54. Prueba de normalidad dimensión eficiencia.....	99
Figura 55. Prueba de eficiencia con signos de Wilcoxon.....	100
Figura 56. Prueba de normalidad dimensión eficacia.....	101
Figura 57. Prueba de eficiencia con signos de Wilcoxon.....	102



## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo analizar la aplicación del estudio del trabajo en la causación de la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022. Constituida por siete capítulos siendo introducción, marco teórico, metodología de la investigación, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. Tiene enfoque cuantitativo, tipo aplicada, posee un diseño pre experimental y nivel explicativo. La población estuvo conformada por proceso de fabricación de bombas sello húmedo con sus datos cuantitativos (KPI's o indicadores de productividad, eficiencia y eficacia) con una frecuencia diaria y consolidados semanalmente durante 12 semanas antes (octubre-diciembre 2021) y 12 semanas después (marzo-mayo 2022) de aplicar el estudio de trabajo. Los instrumentos fueron la ficha de registros de productividad, eficiencia y eficacia. Tiene muestreo no probabilístico por conveniencia, se desarrolló el procedimiento, el método de análisis de datos con la ayuda del SPSS y Excel, aplicando la metodología del estudio de trabajo se obtuvo como resultado el incremento de la productividad del 15 %, la eficiencia de 10 % y la eficacia de 8 %, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, se realizó el análisis inferencial en los tres casos utilizando la prueba de signos de Wilcoxon obteniendo valores menores a 0.05 indicando la diferencia de las medianas en el pre test y post test, realizando el análisis descriptivo a la mediana se concluye que existe cambios en el pos-test comparado con el pre-test. En base a ello se recomienda mantener las mejoras aplicadas en el proceso con la finalidad de obtener mejores resultados.

**Palabras clave :** Estudio del trabajo, productividad, eficiencia ,eficacia, estudio de métodos y estudio de tiempos.

## Abstract

The objective of this research is to analyze the application of the work study in the causation of the improvement of productivity in the manufacture of pumps in a metalworking company, Lima 2022. It consists of seven chapters, being introduction, theoretical framework, research methodology, results, discussion, conclusions and recommendations. It has a quantitative approach, an applied type, it has a pre-experimental design and an explanatory level. The population was made up of the wet seal pump manufacturing process with its quantitative data (KPI's or indicators of productivity, efficiency and effectiveness) with a daily frequency and consolidated weekly for 12 weeks before (October-December 2021) and 12 weeks after (March - May 2022) to apply the work study. The instruments were the record sheet of productivity, efficiency and effectiveness. It has non-probabilistic sampling for convenience, the procedure was developed, the method of data analysis with the help of SPSS and Excel, applying the methodology of the work study, the result was the increase in productivity of 15%, the efficiency of 10 % and the efficacy of 8%, the Shapiro Wilk normality test was applied, the inferential analysis was performed in the three cases using the Wilcoxon sign test, obtaining values less than 0.05 indicating the difference between the medians in the pretest and post-test, performing the descriptive analysis at the median, it is concluded that there are changes in the post-test compared to the pre-test. Based on this, it is recommended to maintain the improvements applied in the process in order to obtain better results.

**Keywords:** Work study, productivity, efficiency, effectiveness, method study and time study.

## I. INTRODUCCIÓN

Según Roncancio *et al* (2017, p.19) el estudio de tiempos es importante en las organizaciones debido a que, con tiempos estandarizados, se puede calcular la producción requerida; evaluar los plazos para la entrega de pedidos, tanto para clientes locales y del extranjero; calcular presupuestos de requerimientos de materia prima y costos de recursos humanos; así como medir KPIS de producción, siendo estos factores importantes en la gestión de una empresa y así mantenerse competitivos.

El sector metalmeccanico guarda relación con otras industrias asi como;el sector automotriz, manufacturero, agrícola y minero a raíz de que los provee de productos intermedios y finales esenciales para el desarrollo de sus procesos productivos. Por ello, en los países con mayor índice de desarrollo este sector tiene una presencia económicamente activa (Posada, 2019,p.23). A nivel global referente al sector manufacturero tiene una gran participación referente a las exportaciones, países como China lidera con un 22 % y en nuestra región sobresale México con un 3.4 % (Mendez, 2015, p.11).

En el Perú, según la publicación de la Sociedad Nacional de Industrias (SIN, 2019) el sector metalmeccánico presenta un índice elevado de producción que oscila en un 10,2 % en el año 2018, además a nivel nacional el sector metalmeccánico reúne un aproximado de 1,1 % del Producto Bruto Interno (PBI). El estudio de trabajo permite identificar ,evaluar los tiempos muertos, el equilibrio de línea, y contribuye a la automatización de líneas de trabajo, agregando ventajas competitivas para las empresas .Esto quiere decir que se debe aplicar metodologías que permitan medir el grado de eficiencia con la finalidad de normalizar los procedimientos y métodos, eliminando y reduciendo los movimientos no efectivos y acelerando los efectivos para incrementar la productividad (Andrade, Del Rio y Alvear, 2018, p.84)

La investigación se realizó en una empresa metalmeccánica, ubicada en Ate Lima Perú, dedicada al desarrollo fabricación y comercialización de equipos, repuestos metálicos, en caucho natural, sintético y poliuretano destinados al sector minero e industrial. Uno de los principales productos es la fabricación de bombas utilizadas para el

procesamiento de minerales, la problemática que afecta es que no existen procedimientos documentados (DOP, DAP), originando una serie de inconvenientes tanto para los operarios encargados de armar el equipo, como a los jefes inmediatos, así también la falta de capacitación constante al nuevo personal, estas deficiencias dificultan el desarrollo de las tareas generando reprocesos, retrasos e incumplimiento en las entregas, lo cual repercute de manera negativa para los intereses de la organización. Actualmente se producen en promedio 11 bombas semanal, utilizando 14 horas por día, en la presente investigación se evaluará los tiempos que no generen valor y se implementó mejoras que permitieron estandarizar procedimientos.

En ocasiones no se logra llegar a la meta porque para armar cada equipo, pues existen demoras en la revisión e impresión de planos modificados, en el arribo de las partes o componentes fabricados internamente en la empresa, no existe un procedimiento documentado que estandarice las actividades del proceso productivo. Así mismo se elaboró el diagrama Ishikawa, la matriz de correlación y el diagrama de Pareto para identificar las causas más importantes a resolver (anexos 1,2,4 respectivamente). Si la organización no aborda esta problemática con el tiempo esto se verá reflejado en la pérdida de clientes ocasionadas por las entregas a destiempo producto de la demora en sus procesos productivos.

La variable independiente a estudiar fue el estudio del trabajo, según Mwansa y Mbohwa (2016, p. 296) consideran que es un examen de los sistemas de realización de tareas con el fin de mejorar el uso de los recursos e implementar estándares de desempeño para cada actividad del proceso productivo. Como variable dependiente se tuvo la productividad en tal sentido Favela *et al.* (2019, p. 117) lo consideran como una expresión de cuán eficientes están siendo empleados los materiales para producir los bienes y servicios en las empresas.

Según lo detallado anteriormente se define como problema general: ¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022?, como problemas específicos tenemos ¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica,

Lima 2022? y ¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022?.

La justificación práctica, mediante estudios y mejoras se va a reducir las actividades que prolongan el tiempo de término de cada una de las tareas, para ello se emplea la aplicación del estudio del trabajo con el fin de lograr un incremento de la productividad en la fabricación de bombas. Se justifica por conveniencia en la medida que los autores aportan mejoras a la empresa mediante el estudio del trabajo permitiendo mejor eficiencia laboral y eficacia en el cumplimiento de las metas. Justificación metodológicamente ya que mediante la investigación se direccionan procedimientos para las labores operativas y será relevante para otras investigaciones que aborden temas relacionados con el tema investigado, los cuales podrán aprovechar estudiantes de la UCV y de otras universidades del país y del extranjero.

En relación a las hipótesis Espinoza (2018, p.125) indica que una hipótesis puede ser cierta o no, debido a que el proceso de investigación dará o no la razón. En tal sentido la hipótesis general de la investigación es: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022. Las hipótesis específicas tenemos: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022 y la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Respecto al objetivo (Alirio, 2019, p.2) se trata de lo que el investigador busca lograr de acuerdo al estudio y desarrollo de un proceso de investigación. Al respecto, el objetivo general de la investigación es: Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022. Los objetivos específicos son los siguientes: Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación mejora de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022 y analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

**Conseicao et al. (2018)** en su estudio realizado en una empresa manufacturera de Portugal, cuyo objetivo fue afinar el proceso de productivo en área de montaje orientada a la producción de cable para el sector automotriz. La población lo conformó la producción de la línea de montaje de cables de control. Los instrumentos lo conforman las fichas de registros de producción y tiempos de ensamblaje. Las mejoras propuestas dieron como resultado un incremento en la producción del 43 %, alineándolo dentro de la meta propuesta. El estudio concluye, se obtuvo una reducción del tiempo de ensamblado en un 30 %, lo que permitió agregar nuevos productos en el área de ensamblaje analizada.

**Harikrishnan et al. (2020)** en su artículo publicado en la India en el sector automovilístico, plantearon su objetivo emplear el estudio del trabajo para incrementar la productividad. La población se enmarca en la línea de producción de empaque Poly-cover. Los resultados fueron el total de colaboradores en el área de producción siendo una cantidad de 6. Se utilizó como instrumentos fichas de registro de los tiempos, cálculo de rendimiento y cantidad de producción de bobinas, uso de la línea de producción de 1488 / día. Considerando un tiempo actual de sellado de 38 s y el tiempo propuesto es de 18 s. Concluyendo que para la producción de una bobina es de 1089 s por un trabajador. El rendimiento de un colaborador asciende de 209 bobinas por día a 469 bobinas en la línea propuesta con una producción estándar de 100 % de eficiencia. Además, nuestro método propuesto ayuda a aumentar la productividad al 57.67 %.

**Monteiro et al. (2019)** en su artículo publicado en Portugal, en una empresa manufacturera tiene como objetivo fue emplear el estudio del trabajo en el proceso de mecanizado de una industria metalúrgica. La población está representada por el proceso de mecanizado registrando los resultados durante el estudio, tal que se hizo uso de varias herramientas Lean para el proceso de mejoramiento. Los instrumentos son las hojas de registro de tiempos de las piezas de mecanizado. Los resultados luego de la mejora fue el recorte de movimientos innecesarios para productos de gran tamaño y esto contribuye a un mejor rendimiento para la organización, concluyendo

con la reducción de tiempo requerido en un 59 %, si queremos movilizar piezas de hasta 1000 kg en el proceso de mecanizado.

**Rehman et al. (2019)** en su artículo publicado sobre una empresa del rubro textil de Pakistán, consideraron como objetivo aplicar la técnica del estudio de tiempos para aumentar la productividad en la producción de prendas en una fábrica textil que fabrica ropa de trabajo. La población conforma la fabricación de prendas que consta de 350 máquinas de coser. Los instrumentos son los registros de datos de la productividad. El método aplicado fue el cronómetro - análisis de la configuración habida- explorando tiempos perdidos. Los resultados de la productividad de máquina realizando una comparación del antes y el después, reflejaron un incremento en 36 % en la productividad de la máquina de coser. Se concluye, destacando que el estudio de tiempos representa una herramienta útil para el incremento de la productividad en la producción de las prendas.

**Roriz, Nunes y Souza (2017)** realizaron un estudio en una empresa manufacturera de Pakistán. Plantearon potenciar el proceso de producción de cartón, la población la conformó la línea de la producción de cartón. Los instrumentos utilizados fueron las fichas de registro de tiempos, los cronómetros y los reportes de producción, lo cual permitió medir los tiempos y proponer mejoras en el proceso con la finalidad de incrementar la productividad obteniendo como resultado final una reducción del 47 % de los tiempos improductivos y un incremento de un 62 % a 70 % de la productividad valorado en 10114 € de ganancia mensual para la organización.

Referente a los antecedentes nacionales que guardan relación con el tema de estudio tenemos.

**Bustamante y Rosales (2020)** en su tesis realizada en una empresa metalmecánica de Perú en comas. Tuvieron a bien evidenciar cómo la aplicación del estudio de trabajo incrementa la productividad en el proceso de fabricación de formaletas en la metalmecánica Arquideas S.R.L., Comas 2020, tomó como población en estudio 52 días de producción de formaletas, como instrumentos fueron usados las fichas de registro de tareas diarias, la ficha de registro del tiempo estándar y el cronómetro. Se tuvo como resultados un alza de la productividad después de aplicación del estudio del trabajo, en el pre-test se midió un 61,85 % y en el pos-test se registró 75,74 %;

concluyendo que se incrementó un 22,46 % de un periodo mensual al otro. Lo que significa que se logró producir más formaletas con los mismos recursos.

**Rubio (2019)** en su tesis desarrollada en Peru-Lima en una empresa metalmeccanica ,aplicación del estudio de trabajo tubo como objetivo incrementar la productividad,eficiencia y eficacia en una empresa metalmeccanica,tuvo como población el area de la fabricación de tanques de acero inoxidable ,los instrumetos utilizados fueron las fichas de registro de productividad ,eficiencia y eficacia y la tecnica fue la observación directa, obtuvo como resultado el incremento de la productividad de 80,33 % a 95,21 % , la eficiencia incremento de 91,44 % a 97,52 % y la eficacia de 87.77 % a 97,61 % .concluyendo que la aplicación del estudio de trabajo ayudo a incrementar la productividad en 18,52 % ,eficiencia en 6,08 % y eficacia 9,84 % en la fabricacion de tanques permitiendo ala organización ser mas rentable.

**Moreto (2020)** hizo su investigación realizada sobre una empresa manufacturera tuvo como objetivo determinar si la aplicación del estudio del trabajo aumenta la productividad. La población conformó la cantidad de puertas producidas durante 26 días tal que es en octubre el pre test y enero el post test. El instrumento conformó las fichas de recolección de datos para las dos variables considerando sus dimensiones e indicadores. El estudio fue cuantitativo con diseño cuasi experimental. Los resultados logrados tienen que ver con la mejora de la productividad en 46 %, así como la mejora de la eficiencia de 87,50 % a 100% y la eficacia de 50% a 100 %. Se concluye destacando una mayor producción lograda en la empresa Raudo Japón S.A.C.

**Vivar (2019)** presentó su tesis realizada sobre una industria de calzado en Perú ,busco implementar el estudio del trabajo para mejorar la productividad en el armado de modelo de zapatilla 126 entidad convert sportwea. La población conformó la producción diaria en el área de armado durante 20 días laborables. Como instrumentos se usó el cronometro, hoja de observación o registro de tiempos utilizados para recolectar la información. Se tuvo como resultados que la productividad se incrementó en 61.54 %, también la eficiencia en 31.34 % y la eficacia en 21.8 %.

Respecto a las variables de la investigación se tiene para la variable independiente estudio del trabajo las siguientes definiciones:

Akkoni, Kulkarni y Gaitonde (2019, p.2) definen al estudio de trabajo como el conjunto



de técnicas mediante las cuales se puede simplificar, estandarizar los métodos y procedimientos de trabajo, requiriendo una mínima inversión de capital para ejecutar la implementación.

Moktadir *et al*, menciona que el estudio de trabajo es un proceso que ayuda en la evolución de un sistema de trabajo efectuado en una organización con el fin de dar un uso adecuado de la maquinaria, recursos humanos, materia prima e infraestructura disponible (2017, p.02).

Para lograr una producción eficiente, en una determinada organización se necesita el uso de tecnologías y herramientas como es el estudio del trabajo. Este calcula el beneficio del método del trabajo, así como el tiempo estándar que necesita la planta de producción para darle una utilización más efectiva (More *et al*, 2019, p.1415).

Malashree *et al* (2018, p. 31) precisaron que el estudio del trabajo investiga las tareas de cada proceso realizado en una organización y tiene como objetivo encontrar la forma más eficiente de utilizar los recursos disponibles logrando tener un trabajo de calidad con tiempos óptimos y la necesidad sin exponer al trabajador.

Se considera como dimensiones, según Navarro (2018) precisa que el estudio de tiempos es una técnica con la cual se mide el trabajo con fines de tener el registro de los tiempos y los ritmos de trabajo de una labor específica, realizado en condiciones específicas para analizar la labor (p.28).

El estudio de tiempos se usa para definir el tiempo requerido por una persona calificada y bien capacitada que trabaje en un ritmo normal para realizar una tarea específica (Hartanti, 2016, p.192).

Tejada, Soler y Pérez (2017, p.41) mencionan el estudio de tiempo y movimiento permite determinar los tiempos estándar de cada actividad de un proceso, analizar los movimientos que realiza cada operario para desarrollar su trabajo.

Respecto a los tiempos se tiene que Rajiwate *et al*. (2020, p. 5308) precisaron que en los distintos tiempos que toman a las diferentes máquinas se toman los datos considerando la labor que realizan por lo que el trabajador asignado a estas máquinas debe trabajar eficientemente sin perder tiempo. En esta fase se toma en cuenta la entrada, caminata, operación, producto, remoción, inspección, limpieza. Estos tiempos varían de persona a persona, por lo que lograr estandarizarlos es evidentemente

relevante para los fines productivos con lo cual se logrará estimar la producción y atender la demanda.

Suarez (2020, p. 21) mencionó que el estudio de tiempos considera varios tipos de tiempos se inicia en el tiempo observado (TO) visto directamente y cronometrado, luego el tiempo básico (TB) o normal (TN) que es el mismo tiempo observado con una valoración y finalmente hallamos el tiempo estándar (Ts) que es el tiempo objeto de análisis en el estudio de tiempos puesto que se utiliza para hacer la labor.

También Gujar y Shahare (2018, p. 1982) mencionaron que el estudio de métodos es una forma sistemática de hacer un uso efectivo de la mano de obra, maquinaria y materia prima, estudiando y estandarizando los mejores métodos y procedimientos.

Durán, Centidere y Aksu (2015, p.110) mencionan que el estudio de métodos es todo el estudio que tiene finalidad evaluar y determinar mejores formas de realizar las tareas. Agrega valor y aumenta la eficiencia al quitar operaciones que no generan valor, retrasos evitables y otras formas de desperdicio.

Chisosa y chipambwa (2018,p.4) indican el estudio de métodos es una técnica empleada para obtener una comprensión de cómo una tarea puede o debería cumplirse. A través del estudio del método , registro lógico y análisis crítico a cabo sugirieron métodos eficaces para realizar las operaciones que nos permitan reducir costos.

En relación a la variable dependiente productividad, se tienen las definiciones de los siguientes autores:

Kalra *et al* mencionan que la productividad es la relación de las entradas y salidas, siendo las salidas la cantidad producida de bienes y servicios y las entradas se refiere a la materia prima, recursos humanos, energía, tiempo y dinero utilizado en la producción (2016, p.272).

Manrique *et al* (2020, p.1) definen la productividad como el uso de los recursos de una organización destinada a reflejar niveles óptimos de rendimiento, involucrando, recurso humano maquinaria y todo bien tangible que pudiera ser evaluado y medido , así mismo también menciona que es la predisposición que tienen los trabajadores para realizar una determinada actividad en una jornada laboral.

Noor (2018, p.9) manifiesta que la productividad es una medida de la eficiencia y

eficacia en la que se utilizan los recursos organizacionales (insumos) en la creación de productos o servicios (salidas). De manera cuantitativa, mientras que la productividad es la relación de la producción generada por proceso con las entradas proporcionadas para crear esta salida.

Sobre las dimensiones:

Los autores Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017, p. 51) consideran que la eficiencia tiene que ver con el análisis de los logros obtenidos y los recursos empleados para cumplir las metas. Eficacia, es el estado en la que una empresa logró los objetivos que previamente se han considerado, pues con ella se sabe lo que la empresa es capaz de lograr en base a lo que se propone.

Por su parte los autores Krišt'áková *et al.* (2021, p.1) mencionaron que eficiencia significa que se logran los objetivos deseados con el mínimo uso de los recursos disponibles. Eficiencia económica o rentabilidad representa la eficiencia total de un sistema de producción. La eficiencia económica está constituida de dos tipos de eficiencia, es decir, eficiencia de asignación, relacionada con la producción máxima sujeto a un aporte dado, y eficiencia técnica, en lo que respecta a la utilización de una determinada combinación de insumos para producir el máximo rendimiento.

También los autores Sreekumar *et al* (2018 p. 634) consideraron la eficiencia como un concepto más estrecho sobre el nivel de rendimiento de un solo elemento, pero que tiene relevancia al hacer uso de los recursos en la empresa. La eficacia por su parte es considerada como el resultado logrado en la producción.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo el cual se caracteriza por usar la recolección y análisis de datos numéricos comparables y medibles. Según Sampieri, Fernández y Baptista (2018 p.4) se denomina enfoque cuantitativo cuando se utiliza la recolección de datos informativos con la mayor objetividad posible con el objetivo de lograr posibles explicaciones a la propuesta de estudio (hipótesis) en base a la medición numérica y el análisis estadístico.

El tipo de investigación es aplicada, ya que hará uso de los conocimientos científicos existentes aplicados en la solución de un problema, para ello se recurrió a revistas, libros, artículos y tesis relacionadas al estudio del trabajo y productividad variables utilizadas en la investigación, tal y como lo afirma Valderrama (2013, p.39) la investigación aplicada depende de los aportes teóricos para poder aportar beneficios a la sociedad.

El alcance o nivel de la investigación es explicativo, porque explica el comportamiento de una variable en función de otras; por ser estudios de causa-efecto requieren control y deben cumplir con otros criterios de causalidad.

Según Baena (2017, p.18) un estudio experimental se da con el estímulo de la variable experimental no comprobada, en condiciones controladas, con la finalidad de definir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El diseño pre-experimental se da con un único grupo experimental de control aplicándole una prueba antes y después de la aplicación del experimento (Hernandez-sampieri y Mendoza, 2018, p.163).



Figura 1: Fórmula de grupo experimental

Fuente: Hernández - Sampieri y Mendoza, 2018.

**Dónde:**

G: Grupo experimental

**M1:** Se efectúan mediciones previas pre test de KPI's (variable dependiente y sus dimensiones).

**X:** Variable independiente (Aplicación del estudio del trabajo)

**M2:** Se efectúan mediciones posteriores post test de KPI's (variable dependiente y sus dimensiones).

**3.2. Variables y operacionalización**

**Variable 1: Estudio del trabajo**

Como variable independiente tenemos estudio del trabajo, en tal sentido Malashree *et al.* (2018, p. 31) precisaron que el estudio del trabajo investiga las tareas de cada proceso realizado en una organización con la finalidad de encontrar la forma mas adecuada de hacer uzo de los recursos para lograr tener un trabajo de calidad optimizando tiempos y sin la necesidad de exponer al trabajador.

Pereira *et al.* (2019.p.2) el trabajo estándar tiene como objetivo estandarizar la secuencia y ejecución de actividades en cada puesto de trabajo, asegurando que los procedimientos se ejecutan de la misma manera, independientemente del empleado involucrado.

Operacionalización del estudio del trabajo: El estudio del trabajo se operacionaliza con las dimensiones estudio de métodos y estudio de tiempos para lo cual se empleó como instrumentos DOP, DAP, hoja de registros de tiempos.

Como dimensiones para la variable independiente se tiene:

Estudio de métodos, en ese sentido Gujar *et al* (2018, 371) precisaron que el estudio de métodos permite evaluar un sistema productivo y proponer métodos eficientes que garanticen un incremento de la productividad y rentabilidad de una empresa

$$IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$$

IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%)

ANAV: Actividades que no agregan valor (unid.)

TA: Total actividades(unid).

Operacionalización del estudio de métodos: se operacionalizo mediante la elaboración del diagrama de actividades del proceso de ensamble de bombas de sello húmedo lo cual permitió identificar las actividades que agregan y no agregan valor al proceso y de esta manera poder reducir o eliminar las que no agregan valor.

Estudio de tiempos, Rajiwate *et al* (2020, p. 5308) precisaron que en los distintos tiempos que se toman a las diferentes máquinas, se toman los datos considerando la labor que realizan por lo que el trabajador asignado a estas máquinas debe trabajar eficientemente sin perder tiempo.

$$Te = Tn \times \text{valoración} \times (1 + \text{suplementos})$$

Te: Tiempo estándar.

Tn: Tiempo normal.

Operacionalización del estudio de tiempos: se operacionalizo con la toma de tiempos usando el cronometro de todas las actividades que involucran al proceso de ensamble de bombas, considerando la valoración y los suplementos para cada actividad y así poder obtener el cálculo de tiempo estándar en el pre y pos-test.

## **Variable 2: Productividad**

Como Variable dependiente se tiene productividad, Manrique *et al.* (2020) definen la productividad como el uso de los recursos de una organización destinada a reflejar niveles óptimos de rendimiento, involucrando, recurso humano maquinaria y todo bien tangible que pudiera ser evaluado y medido , así mismo también menciona que es la predisposición que tienen los trabajadores para realizar una determinada actividad en una jornada laboral.

La productividad es el uso eficiente del, trabajo, tierra, capital, materiales y energía para la elaboración de múltiples bienes y servicios, y se refiere a la relación entre resultados, tiempo y recursos que se necesita para lograrlos. Cuanto menor sea el tiempo necesario para lograr los resultados deseados se incrementará el sistema de producción (Mwansa y Mbohwa, 2016) a continuación se muestra la formula de productividad total.

$$Pt = \frac{\text{Salidas}}{\text{Mano de obra} + \text{material} + \text{energía} + \text{capital} + \text{otros}}$$

Operacionalización de la productividad: Se calcula la productividad parcial o de un factor en este caso tiempo de la mano de obra, la productividad es productividad de la mano de obra, para su operacionalización se calculó la eficiencia y eficacia, luego se procede a calcular el indicador de productividad de mano de obra = eficiencia\*eficacia (Gutiérrez, 2016, p. 20) empleando como instrumento la ficha de registro de productividad.

Productividad de un factor = productividad parcial, por lo general el factor analizado es el tiempo

Productividad de mano de obra = Unidades producida/tiempo

La única manera de calcular la productividad total o también llamada productividad multifactorial es con un costeo del proceso de fabricación de bombas de sello húmedo.

Las dimensiones para la variable dependiente son:

Eficiencia, Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017, p. 51) consideran que eficiencia tiene que ver con el análisis de los logros obtenidos y los recursos empleados para cumplir las metas.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estandar)}}{\text{Tiempo total (real)}} \times 100\%$$

Operacionalización de la eficiencia: Se realizó considerando el tiempo estándar para cada bomba de sello húmedo consolidado semanalmente entre el tiempo total de una semana de cuatro operarios en un turno de 8 horas diarias, se utilizó la ficha de registro de eficiencia del antes y después .

Eficacia, según Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017, p. 51), consideran que eficacia, es el estado en la que una empresa logró los objetivos que previamente se han considerado, pues con ella se sabe lo que la empresa es capaz de lograr en base a lo que se propone.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Bombas producidas}}{\text{Bombas programadas}} \times 100\%$$

Operacionalización de la eficacia: se calculó la capacidad de producción del área de

ensamble de bombas, teniendo en cuenta el tiempo disponible y el tiempo estándar para así obtener las bombas planificadas comparadas con las producidas realmente utilizando la ficha de registro de eficacia.

La matriz de operacionalización de las variables se muestra en el anexo 5.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

**Sujeto de análisis o estudio:** Durante el desarrollo de nuestra investigación consideraremos como sujeto de estudio al proceso de fabricación de bombas de sello húmedo en una industria metalmeccánica. Para señalar la unidad de muestreo o análisis conveniente, se debe tener en cuenta "qué" o "quiénes"; de los participantes, objetos, sucesos o situaciones del estudio se involucran en el planteamiento y alcance del proyecto (Hernández-Sampieri *et al* 2017, p.129).

**Unidad de estudio o de análisis:** Para esta investigación se consideró el elemento unitario de la población que es una bomba de sello húmedo con indicadores o KPI's por unidad de la productividad, eficiencia y eficacia en la línea de producción de bombas para procesamiento de minerales. Algunos autores consideran la capacidad de producción en este caso en el pre test era de 13 bombas de sello húmedo ensambladas por semana.

**Población:** La población estuvo conformada por la fabricación de bombas de sello húmedo con sus datos cuantitativos (KPI's o indicadores de productividad, eficiencia y eficacia) obtenidos del proceso de ensamble de la línea de fabricación con una frecuencia diaria y consolidados semanalmente durante 12 semanas antes (octubre-diciembre 2021) y 12 semanas después (marzo-mayo 2022) de aplicar el estudio de trabajo. Según Sánchez (2019, p. 160) menciona que la población viene en el enunciado y viene delimitada espacial y temporalmente. Según Arias *et al.* (2016, p. 201) mencionan que la población es un conjunto definido, limitado y accesible, que se toma como el referente para el estudio.

**Criterio de inclusión:** Serán los días hábiles de la producción en la fabricación de bombas para procesamiento de minerales.

**Criterio de exclusión:** No se considerarán como parte de la población los domingos y feriados.



**La muestra** se define como una parte de la población, la cual será tomada para ser el objeto de estudio (Menéndez, 2015, p.59). En vista que el periodo de estudio es corto y según el criterio empírico de los docentes de MIC cuando la población es menor a 100 datos la muestra es la misma que la población (Gil, Millones, Benavente, etcétera), la muestra estará constituida de valores numéricos (los KPI's o indicadores de productividad, eficiencia y eficacia), tomados en el proceso de ensamble de bombas, con una frecuencia diaria, consolidados semanalmente durante un tiempo de 12 semanas antes y 12 semanas después de la implementación del estudio de trabajo, haciendo un total de 78 datos antes y 78 datos después por un periodo de 3 meses.

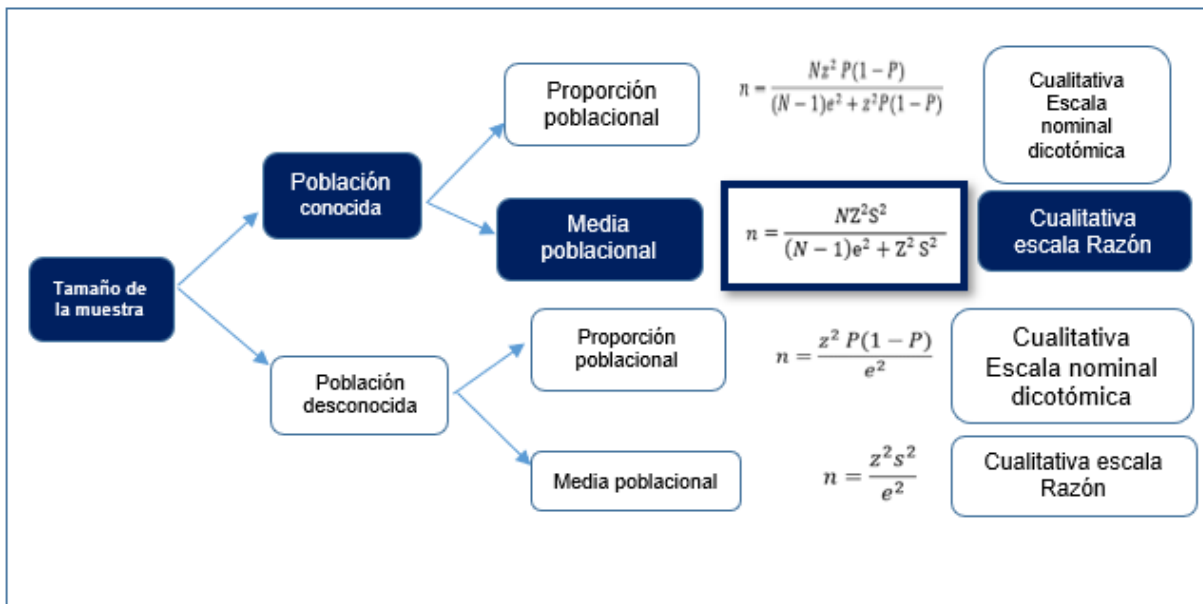


Figura 2. Fórmula para cálculo de la muestra

Fuente Valderrama 2013

Para este trabajo contamos con una población conocida, se trabajó con la fórmula siguiente mostrada en la figura 2, población conocida, medida poblacional y una variable dependiente cuantitativa de escala razón según indica el recorrido de color azul.

Según Valderrama (2013, p.184) es oportuno saber la varianza de una muestra ( $S^2$ ), se realiza el cálculo de una pequeña muestra de 12 datos de la productividad y sobre estos se calcula la  $S^2$ .

**Tabla 1.** Muestra de productividad en 12 semanas

Muestra de productividad en 12 semana	
Semanas	Productividad
1	71
2	84
3	71
4	58
5	71
6	84
7	71
8	58
9	58
10	71
11	58
12	71
<b>Promedio</b>	<b>69</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \text{ desviación estándar muestral}$$

Figura 3. Formula de desviación estándar de muestras pequeñas (n<30)

Fuente: Triola (2018, p.101)

Se tomaron 12 muestras de la productividad, para poder demostrar que la muestra es igual a la población. Se inició calculando la desviación estándar (S)u

**Tabla 2. Cálculo de la desviación estándar**

Días	Productividad	Productividad-Promedio	(Productividad-Promedio)^2
1	71	10,0	99,8
2	48	-13,5	182,7
3	71	10,0	99,8
4	59	-2,4	5,5
5	71	10,0	99,8
6	59	-2,4	5,5
7	71	10,0	99,8
8	48	-13,5	182,7
9	59	-2,4	5,5
10	71	10,0	99,8
11	59	-2,4	5,5
12	48	-13,5	182,7
Promedio	61		
		Total /n	89,09
		Desviación Estandar (S)	9,44
		S <sup>2</sup>	89,09

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

aplicaremos la formula mostrada anteriormente lo cual permitirá obtener el tamaño de la muestra .

N= 78 datos de productividad diarios (en tres meses) a los 90 días que tiene los tres meses se le resta 4 domingos por mes, acumulando 12 domingos en un trimestre, por lo que 90-12=78 datos diarios.

Z=1.96 – aplicando un nivel de confianza de 95 %

E= 5 % complemento del nivel de confianza

S<sup>2</sup>= 89.09

$$n = \frac{NZ^2S^2}{(N - 1)e^2 + Z^2 S^2}$$

$$n = \frac{78 \times 1,96^2 \times 89,09}{(78 - 1) (0,05)^2 + 1.96^2 \times 89,09}$$

$$n = \frac{4141,2025}{342,79}$$

$n = 77.95 = 78$  datos diarios de la productividad.

Confirmando así lo afirmado por Triola (2018)“donde menciona que para poblaciones pequeñas con N (población) menor que 100 el tamaño de la muestra (n) debe ser el mismo de la población, es decir  $N = n$ ”.

Evidenciando así que la muestra es igual a la población de estudio se tomó los 12 datos obtenidos de los indicadores de la productividad, eficiencia y eficacia del proceso de fabricación de bombas de la industria metal mecánica, con una frecuencia diaria y consolidados o promediados de forma semanal en 12 semanas antes y 12 semanas después, considerando a cada semana 6 días laborables

Muestreo, como la población es igual a la muestra no es necesario el muestreo, la muestra es censal, el muestreo es no probabilístico por conveniencia.

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

Las técnicas a utilizar en el estudio serán:

La observación directa del proceso de fabricación de bombas con fines de recolectar la información antes y después de la aplicación del estudio del trabajo. Al respecto Cabezas *et al.* (2018, p. 112) indican que la observación directa es relevante pues el investigador está en contacto de manera directa con lo que precisa conocer.

El análisis documental permitirá hacer evaluación del tiempo de cada actividad realizada en el proceso de fabricación de bombas, para efectuar un control de tareas que permitan determinar el tiempo estándar los que serán registrados.

Sánchez (2022, p.32) clasifica a los instrumentos en físicos y documentales.

Sánchez (2022, p. 33) menciona que los instrumentos físicos son herramientas que miden dimensiones físicas, su uso y aplicación tiene lugar en el mundo tangible, se aplica a las dimensiones físicas cuyas unidades de medición continua o discreta se encuentran establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI), así, tenemos el metro que mide la distancia, el termómetro para medir la temperatura, la balanza para medir el peso, el ohmímetro para medir la resistencia eléctrica, etc. La forma de medición de los instrumentos físicos es cuantitativa debido a que mide en unidades o

en fracciones de unidad.

Sánchez (2022, p. 33) menciona que los instrumentos documentales son creaciones del investigador para el registro y medición de la información subjetiva.

Los instrumentos físicos a emplear fueron:

- Cronómetro calibrado.
- Calibradores.
- Metro (wincha)
- Dinamómetro
- Alexómetro
- Micrómetros

Los instrumentos documentales a emplear fueron:

- Guía de observación.
- Check list.
- DAP.
- DOP.
- Ficha de registro de productividad, eficiencia y eficacia.
- Ficha de registro en la toma de tiempos para calcular el tiempo estándar.
- Ficha de registro de actividades.

### **Validez de contenido**

Valderrama (2013, p 206) indica que el análisis de la validez de contenido realiza con la data obtenida de la tabla de valoración del juicio de expertos. Así mismo a través del SPS y la prueba binomial corridos en un software. Respecto a la validez de contenido se cuenta con el juicio de expertos, por 03 docentes de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingeniería Industrial.

**Tabla 3.** Validez de contenido de juicio de experto variable independiente

Numero	Grado de Instuccion	Experto	Dictamen
1	Mgtr	Ruidias Alamo, Victor Gerardo	Suficiencia
2	Mgtr	Gerardo Sosa Panta	Suficiencia
3	Mgtr	Montoya Cardenas, Gustavo Adolfo	Suficiencia

Fuente elaboración propia

**Tabla 4.** Validez de contenido de juicio de experto variable dependiente

Numero	Grado de Instuccion	Experto	Dictamen
1	Mgtr	Ruidias Alamo, Victor Gerardo	Suficiencia
2	Mgtr	Gerardo Sosa Panta	Suficiencia
3	Mgtr	Montoya Cardenas, Gustavo Adolfo	Suficiencia

Fuente elaboración propia

**Tabla 5.** Tabulación de juicio de expertos

Variable	Dimensión	Ruidias Alamo	Gerardo Sosa	Gustavo Montoya
Estudio del trabajo	Estudio de métodos	1	1	1
	Estudio de tiempos	1	1	1
Productividad	Eficiencia	1	1	1
	Eficacia	1	1	1

Fuente elaboración propia

Se tabulara los puntajes de la evaluacion del juicio de expertos a los instrumentos balidados por los docentes de la univercidad Cesar Vallejo , correspondientes a nuestra matriz de operacionalizacion , se le colocara los valores de 0 y 1 , donde uno significa si existe suficiencia y 0 no existe suficiencia del instrumento con respecto a las dimensiones planteadas

**Tabla 6. Prueba binomial juicio de expertos**

CRITERIO	Profesor1	Profesor2	Profesor3
1	4	4	4
0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Según Sánchez (2020, p.125- p. 129) indica que la prueba binomial de juicio de expertos de los instrumentos se debe realizar de forma independiente juez por juez.

Prueba binomial para el juez 1

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H0 = La validación del instrumento por el Juez 1 es igual a 95%.

H1 = La validación del instrumento por el Juez 1 es diferente a 95%.

Donde : Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1

**Tabla 7. Prueba binomial Juez 1**

Prueba binomial						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (unilateral)
CRITERIO	Grupo 1	SI	4	1,00	,95	,815
	Total		4	1,00		

Fuente elaboración propia en SPSS

Tenemos que la significancia es 0.815 que es mayor a 0.05, motivo por el cual aceptamos la H0, es decir que “La validación del instrumento por el Juez 1 es igual a 95%”.

Prueba binomial para el juez 2

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H0 = La validación del instrumento por el Juez 2 es igual a 95%

H1 = La validación del instrumento por el Juez 2 es diferente a 95%

Donde: Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

**Tabla 8:** Prueba binomial Juez 2

Prueba binomial						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (unilateral)
CRITERIO	Grupo 1	SI	4	1,00	,95	,815
	Total		4	1,00		

Fuente elaboración propia en SPSS

Tenemos que la significancia es 0.815 que es mayor a 0.05, motivo por el cual aceptamos la H0, es decir que “La validación del instrumento por el Juez 2 es igual a 95 %.

Prueba binomial para el juez 3

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H0 = La validación del instrumento por el Juez 3 es igual a 95 %.

H1 = La validación del instrumento por el Juez 3 es diferente a 95 %.

Postulado: Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

**Tabla 9:** Prueba binomial Juez 3

Prueba binomial						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (unilateral)
CRITERIO	Grupo 1	SI	4	1,00	,95	,815
	Total		4	1,00		

Fuente elaboración propia en SPSS

Tenemos que la significancia es 0.815 que es mayor a 0.05, motivo por el cual aceptamos la H0, es decir que “La validación del instrumento por el Juez 3 es igual a 95%”.

**La validez de constructo**, significa los conceptos utilizados correspondientes a las variables estudiadas en la investigación.



Según Valderrama se debe emplear el análisis de factores o de las dimensiones, pero debido a que todas evaluaciones de las dimensiones fueron favorables todo el instrumento tiene suficiencia por lo que la varianza sería cero al ser todos los datos 1.

**Validez de criterio** se refiere a emplear en la investigación el estándar de la aplicación del estudio del trabajo según OIT y la productividad.

La **confiabilidad** está referida a los instrumentos de medición de datos de producir resultados iguales o muy cercanos (Hernández y Mendoza, 2018, p. 323). Así mismo la confiabilidad de la empresa radica en que los datos que se obtienen son datos confiables y precisos de autoría propia de la empresa.

Para medir la confiabilidad se utiliza la prueba test retest se realiza sobre algunos datos en el pre test.

Debido a que los datos de las dos pruebas provienen del mismo sujeto de estudio (proceso productivo) se le conoce como datos relacionados y para ello se puede utilizar la prueba T de student de datos relacionados (si la diferencia de los datos es paramétrica) o la prueba de signos de Wilcoxon (si la diferencia de los datos es no paramétrica).

**Tabla 10.** Prueba test retest prueba1 y prueba2

Días	Prueba 1	Prueba 2	Diferencia
1	71	74	3
2	48	54	6
3	71	76	5
4	59	62	3
5	71	69	-2
6	59	62	3
7	71	68	-3
8	48	52	4
9	59	62	3
10	71	69	-2
11	59	64	5
12	48	51	3

Fuente elaboración propia

H0: Los datos relacionados son paramétricos

H1: Los datos relacionados son no paramétricos

Postulado se acepta H0 cuando la sig  $\geq 0.05$

Iniciamos aplicando la prueba de normalidad, cuando los datos son relacionados se analiza una resta prueba1-prueba2. Debido a que se cuenta con 12 pareja de datos relacionados, la normalidad se verifica con la prueba de Shapiro Wilk (analiza la normalidad de datos menores a 30) la cual indica una significancia de 0.022 y según Guillén (2016 p.46) cuando la significancia es mayor a 0,050 (5%) se dice que el conjunto de datos es paramétrico caso contrario sería no paramétrico, en nuestro caso los datos son no paramétricos por lo tanto debo utilizar la prueba de signos de T Wilcoxon.

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,338	12	,000	,831	12	,022
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Figura 4. Prueba de normalidad

H0: Las medianas de las pruebas pre test y post test son iguales

H1: Las medianas de las pruebas pre test y post test son diferentes

Postulado se acepta H0 cuando la sig  $\geq 0,05$

Fuente: Elaboración propia usando SPSS

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	prueba2 - prueba1
Z	-,763 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,445
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Figura 5. Prueba de Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia usando SPSS

Se observa una significancia de 0,445 y según Guillén (2016 p.63) en la prueba de Wilcoxon cuando la significancia es mayor que 0,05 se acepta la hipótesis nula la cual indica que no hay diferencias significativas entre los datos de la prueba 1 y prueba 2 y se dice que la mediana de los dos conjuntos de datos estadísticamente es igual, lo que demuestra la confiabilidad del instrumento.

### **3.5. Procedimientos**

En este caso se hace una descripción de los pasos seguidos en el desarrollo de la investigación:

Se realizó el diagnóstico y la toma de datos en relación a la fabricación de bombas de sello húmedo para obtener información de la real situación en la que se encontraba antes de definir las mejoras respectivas que conllevaron a mejorar la productividad. Se realizó el planteamiento de la propuesta y el desarrollo de la misma con un cronograma de ejecución que contemple el proceso de mejora que se debe implantar en el área de la empresa.

Se elaboraron el DOP, DAP, los protocolos para consolidar en las fichas respectivas considerando el mismo periodo de estudio para luego hacer las comparaciones y ver los logros alcanzados.

Luego se procedió con el procesamiento de la información de manera comparada para obtener los resultados estadísticos utilizando en programa estadístico SPSS y con ello probar las hipótesis planteadas en la investigación.

#### **Reseña empresarial**

Es una empresa nacional de capital privado cuya actividad tiene sus inicios en el año 1994, está orientada al rubro metal mecánico. Dedicada al desarrollo fabricación y comercialización de equipos, repuestos metálicos, en caucho natural, sintético y poliuretano orientados al sector minero e industrial. Con más de 25 años al servicio de la industria gestiona adecuadamente sus recursos, los cuales le permiten estar a la vanguardia de las exigencias de sus clientes, así mismo cuenta con un personal calificado y comprometido con el cumplimiento de metas y objetivos, con una política

de mejora continua de sus procesos y la inclusión de la participación de los colaboradores con la finalidad de seguir fortaleciendo y creciendo como un gran equipo.

Aspectos estratégicos

### **Misión**

Proveer servicios de venta de repuestos de alta calidad para dar soluciones a nuestros clientes mediante la innovación, el crecimiento de nuestro talento humano y el desarrollo de la mejora continua contribuyendo así al desarrollo e incrementando valor para la organización.

### **Visión**

Ser reconocidos en el mercado como una de las mejores empresas que provee servicios de repuestos metálicos, en caucho y poliuretanos para las diferentes industrias.

### **Valores**

Como organización nos define los siguientes valores.









*Figura 6. Valores corporativos*

## Principales productos

Detallamos algunos de los productos que fabrica la empresa dentro de su línea de producción.

Tabla 11. Principales productos

	
<p><b>Bombas sello húmedo 10x8</b></p>	<p><b>Bombas verticales de 1 ½ “</b></p>
	
<p><b>Bombas verticales de 2 ½ “</b></p>	<p><b>Bombas horizontales sello seco</b></p>
	
<p><b>Platos succión</b></p>	<p><b>Platos posteriores</b></p>



bridas de descarga y alimentación



tuberías



Bomba 4x 3 sello seco



Apex cerámicos



Canaletas



Líneas de spool y tuberías

Fuente :Elaboración propia con datos de la empresa

## Principales clientes

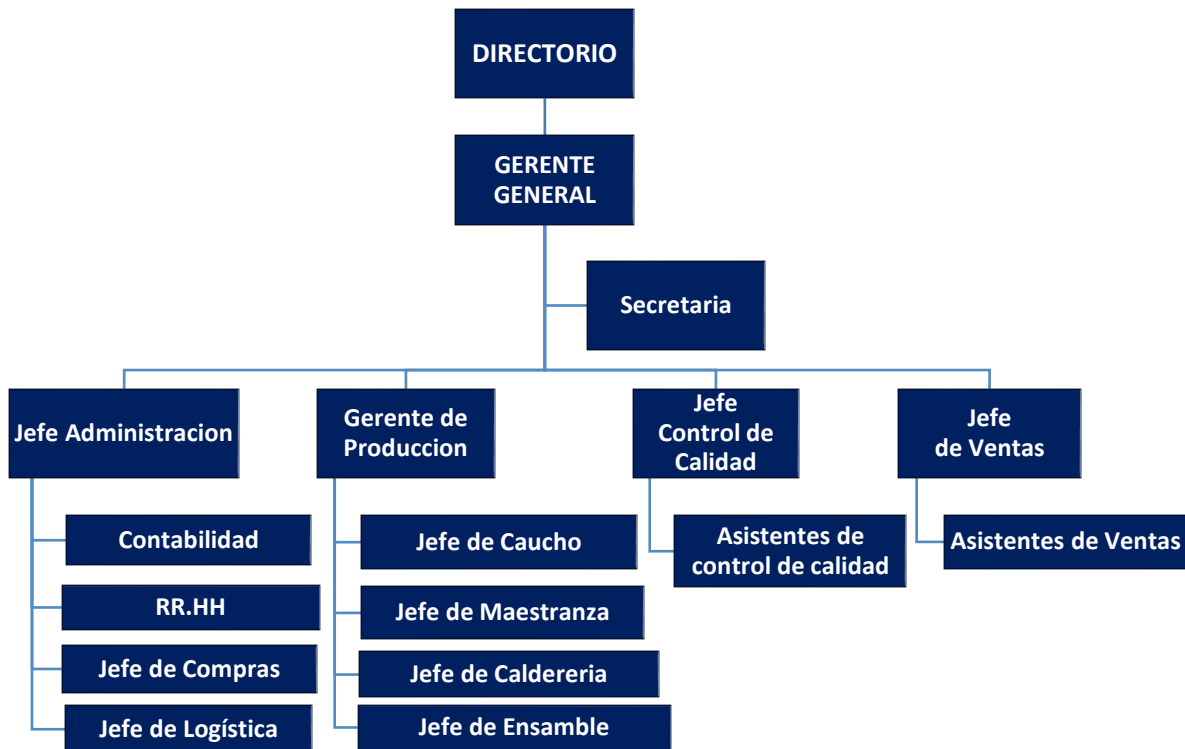
- Nexa Resources Peru S.A.A.
- Minera las Bambas S.A.
- Amg-Auplata Mining Group Peru S.A.C.
- Empresa Administradora Cerro S.A.C.
- Compañía Minera Santa Luisa S.A.
- Volcán Compañía Minera S.A.A.
- compañía Minera Lincuna S.A.
- Nexa Resources el Porvenir SAC
- Shougang Hierro Peru S.A.A.
- Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.
- Nexa Resources Atacocha S.A.A.
- Greenex S.A.C.
- Minera bateas S.A.C.
- Empresa Minera los Quenuales S.A.
- Minera Paraíso S.A.C.
- Minera Shouxin|Perú S.A.
- Hudbay Peru S.A.C.



Figura 7.Principales clientes

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

En adelante, se evidencia el organigrama



*Figura 8. Organigrama Corporativo*

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

En la figura 9, se muestra el mapa procesos de la empresa donde se desarrolló la investigación, haciendo hincapié que se tomará un sub proceso encontrado dentro del departamento de diseño y producción.



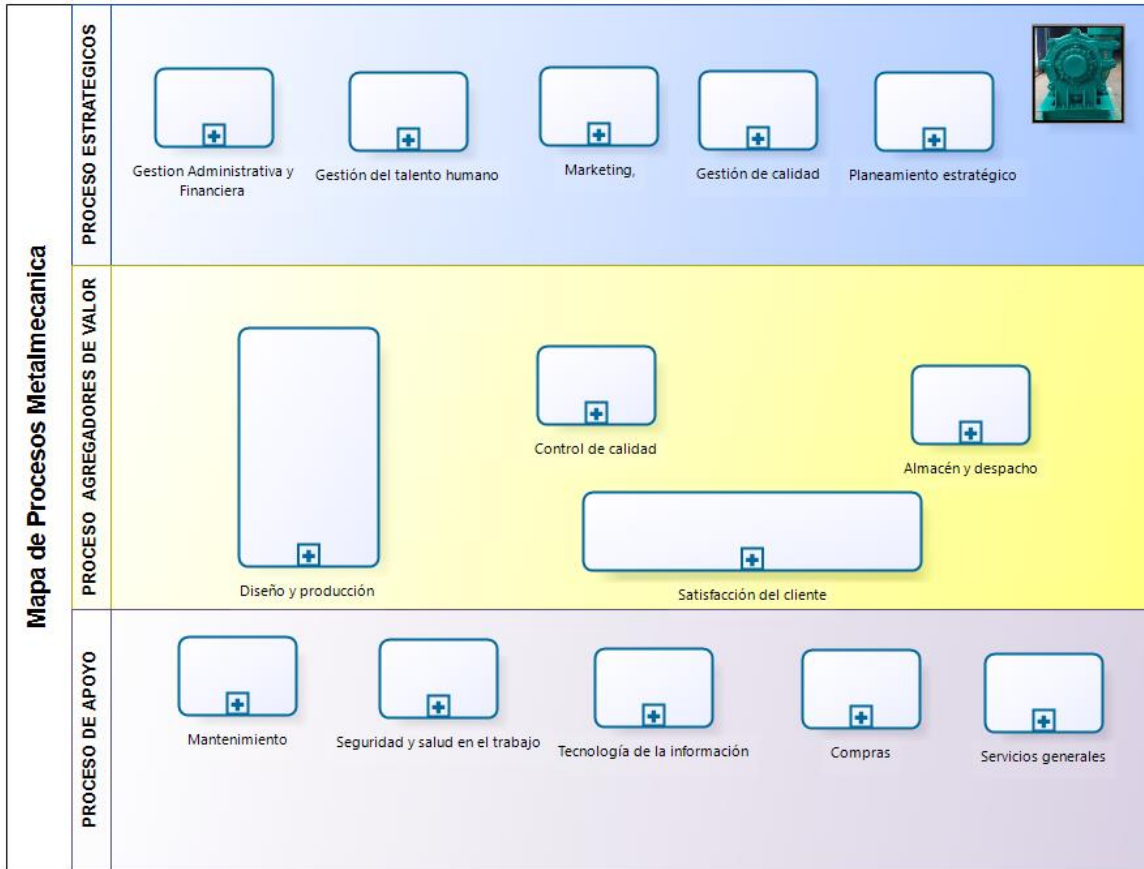


Figura 9. Mapa de procesos

Fuente: elaboración propia con datos de la empresa en Bizagi

Así mismo se mostramos un esquema de distribución del local donde se realizó el desarrollo de la investigación.

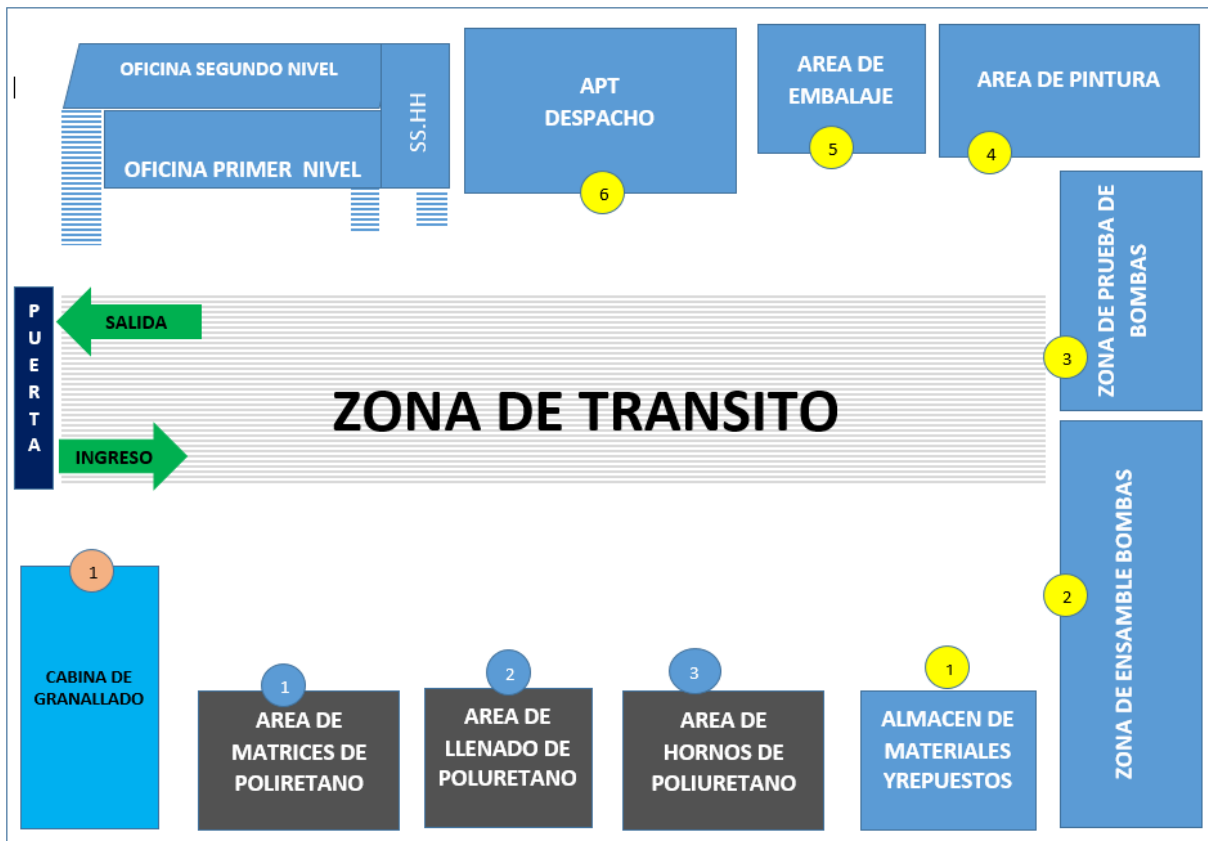


Figura 10. Distribución de planta

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

En la figura N°10, se muestra el diseño de cómo está constituido el lugar donde se realizó el trabajo, cabe mencionar que el mismo local se comparte con dos actividades más, así como la cabina de granallado y el área de poliuretano.

Para tener una perspectiva más lucida del funcionamiento de la empresa se presenta el proceso de abastecimiento actual la cual se muestra en la figura 11.

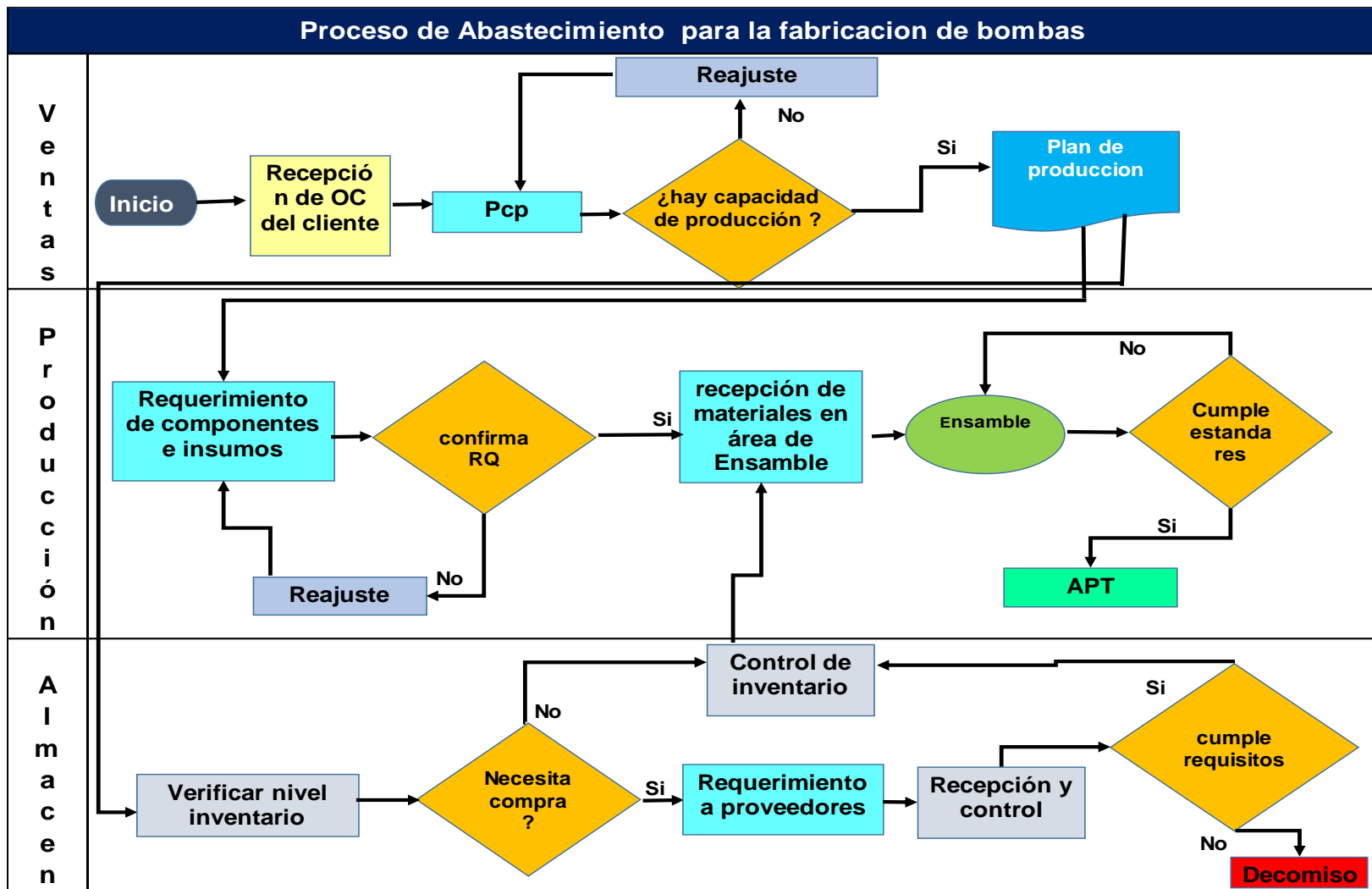


Figura 11. Proceso de abastecimiento

Fuente: Elaboración propia usando datos de la empresa

Seguidamente a ello se elaboró el cuadro SIPOC , para identificar los elementos claves en la fabricación de bombas. Identificando proveedores, entradas, salidas y clientes, así como se ilustra en la figura N°12.

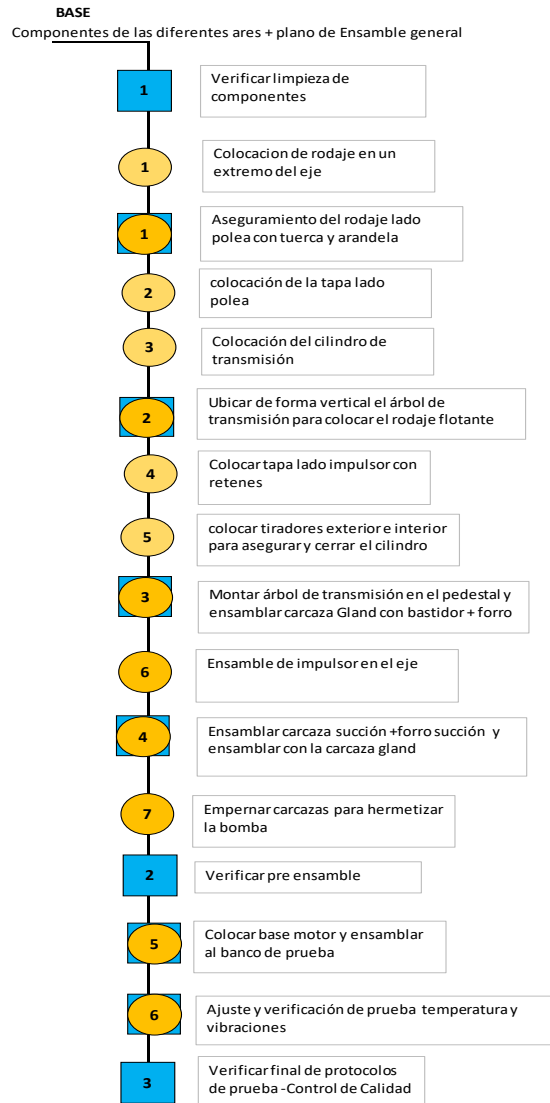


Figura 12.Cuadro SIPOC

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

## DIAGRAMA DE OPERACIONES

NOMBRE **Ensamble De Bombas sello humedo**















Operación	Cantidad
	<b>7</b>
	<b>3</b>
	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

*Figura 13.*Dop general de ensamble de bombas

Fuente: Elaboración propia información de la empresa

Tabla 12. Diagrama DAP

REGISTRO DE ACTIVIDADES									
DAP		Operario	X	Material	X	EQUIPO :Bomba sello húmedo			
Diagrama N°	1	Hoja N°	1						
NOMBRE	Bomba sello húmedo		Actividad		Actual	Propp	Método		
			Operación			12			
Proceso :	Ensamblado		Transporte			3	$IAAV = TA - ANAV$ $IAAV: \text{Índice de actividades que agregan valor (\%)}$ $ANAV: \text{Actividades que no agregan valor (unid.)}$ $TA: \text{Total actividades (unid.)}$		
Método :	Actual - Manual		Espera			2			
Área	Ensamble		Inspección			3			
Operario	Armando Castro		Almacenamiento			1			
Pintor	Cesar Vidaurre					2			
Armador	Cesar		Distancia	76 metros					
Maestro	Juan		Tiempo	578.5 min					
Ayudante	Luis								
Elaborado por									
Aprobado por	TOTAL								
DESCRIPCION	Disto (m)	Tiempo (min)	SIMBOLO						Observaciones
									
Habilitación de planos para el ensamble		30							
Verificar limpieza de componentes		25							
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	1	3							Montacarga
Habilitar el eje		3							
Colocación del rodaje en el extremo del eje		12							
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela		25							
Colocación de la tapa lado polea		10							
Montaje del cilindro de transmisión		10							
Montaje de rodaje flotante		60							
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro		50							
Traslado con montacargas al banco de pedestal	3	5							Montacarga
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.		90							
Ensamble del impulsor en el eje		10							
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	10	40							
Empernar carcazas para hermetizar la bomba		10							
Verificar pre ensamble	50	25							
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba		25							
Prueba al vacío y con carga a la bomba	4	120							
Verificación de protocolos de prueba		15							
Transporte al área de acabado final	6	10							
Entrega a APT y almacenamiento	2	5							
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>583</b>							

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Para calcular el tiempo estandar de las actividades involucradas en la fabricacion de bombas sello humedo , se realizo un conjunto de evaluaciones calculando el tiempo normal, los suplementos y las valoraciones.

Para establecer la cantidad de observaciones se utilizo las tablas de General Electric Company, Westinghouse Corporación mostradas a continuación.

<b>TABLA DE LA WESTINGHOUSE CORPORATION PARA HALLAR EL NUMERO DE CICLOS A OBSERVAR</b>			
<b>TIEMPO POR PIEZA O POR CICLO &gt; QUE</b>	<b>NUMERO DE CICLOS A OBSERVAR</b>		
	<b>Mas de 10,000 por año</b>	<b>De 1,000 a 10,000 por año</b>	<b>Menos de 1,000 por año</b>
<b>8.000 HORAS</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>3.000 HORAS</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>2.000 HORAS</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>1.000 HORAS</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>0.800 HORAS</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>0.500 HORAS</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>0.300 HORAS</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>0.200 HORAS</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>0.120 HORAS</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>0.080 HORAS</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
<b>0.050 HORAS</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>10</b>
<b>0.020 HORAS</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
<b>0.012 HORAS</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>20</b>
<b>0.008 HORAS</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>25</b>
<b>0.005 HORAS</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
<b>0.003 HORAS</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>40</b>
<b>0.002 HORAS</b>	<b>120</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<b>MENOS DE 0.002 HORAS</b>	<b>140</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
<b>0 0.035 HORAS</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>12</b>

Figura 14. Datos para calcular el número de ciclos a observar

Fuente Arias, 1994, p.79

<b>TABLA DE LA GENERAL ELECTRIC COMPANY PARA DETERMINAR EL NUMERO DE CICLOS A OBSERVAR</b>	
<b>TIEMPO DE CICLO (MIN)</b>	<b>NUMERO DE CICLOS RECOMENDADO</b>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
MAS DE 40.00	3

*Figura 15.*Datos para calcular el número de ciclos a observar General Electric

Fuente Arias, 1994, p.80

Como en el desarrollo de la investigación contamos con un tiempo de 578 minutos como resultado de cada una de las actividades realizadas , se tomará los datos de la figura N°15, datos de la General Electric Company la cual indica que para tiempos mayores a 40 minutos es recomendable tener tres ciclos de observaciones.



**Tabla 13.** *Cálculo de ciclo de mediciones del tiempo normal*

Actividades	Mediciones (min)			
	M1	M2	M3	Promedio
Habilitación de planos para el ensamble	30	28	32	30
Verificar limpieza de componentes	25	24	22	24
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	3	3	4	3
Habilitar el eje	3	5	4	4
Colocación del rodaje en el extremo del eje	12	13	14	13
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	25	22	24	24
Colocación de la tapa lado polea	10	9	8	9
Montaje del cilindro de transmisión	10	12	14	12
Montaje de rodaje flotante	60	58	61	60
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	50	50	51	50
Traslado con montacargas al banco de pedestal	5	5	4	5
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	90	94	93	92
Ensamble del impulsor en el eje	10	14	9	11
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	40	42	38	40
Empernar carcazas para hermetizar la bomba	10	8	11	10
Verificar pre ensamble	25	23	26	25
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	25	23	26	25
Prueba al vacío y con carga a la bomba	120	120	120	120
Verificación de protocolos de prueba	15	16	21	17
Transporte al área de acabado final	10	5	8	8
Entrega a APT y almacenamiento	5	5	3	4

Fuente: Elaboración propia con información de la empresa

Se realizó la valoración usando el sistema Westinghouse, el cual está basada en cuatro principios para evaluar el cumplimiento del colaborador, la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia donde :

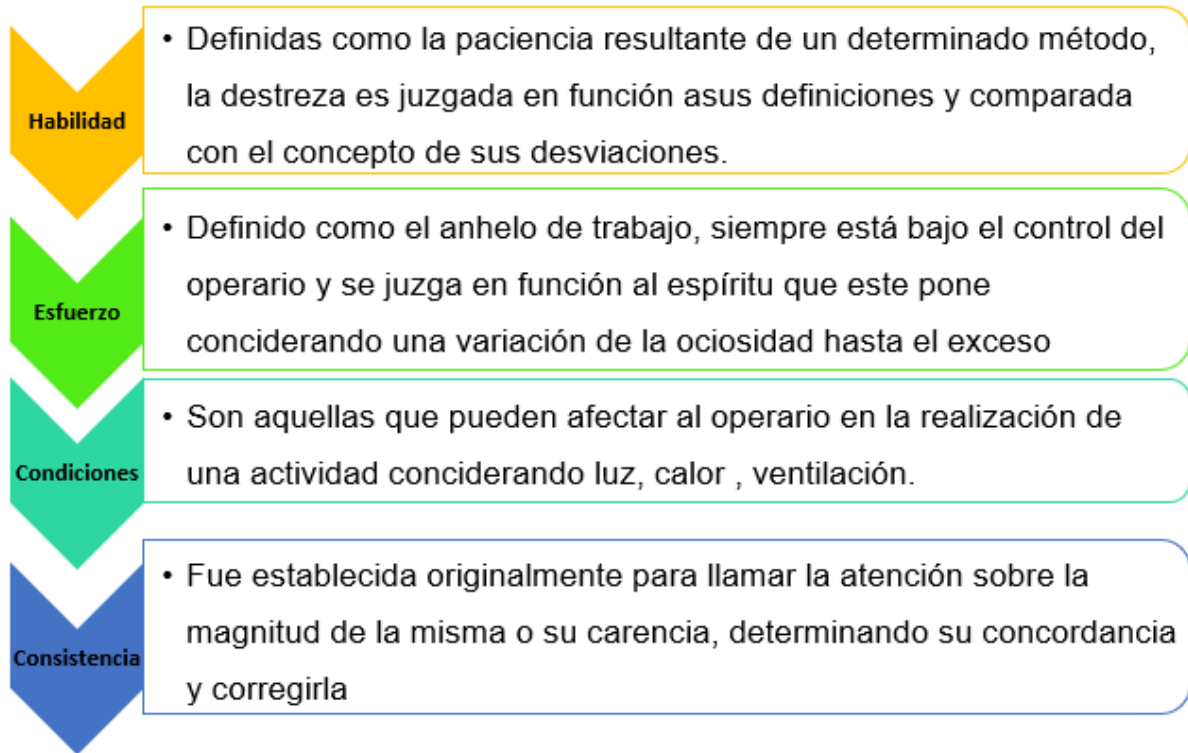


Figura 16. Criterios de valoración

Fuente Niebel y Freivalds 2009, p.413

<b>Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Designación</b>
<b>A1</b>	<b>+ 0.15</b>	<b>Superior</b>
<b>A2</b>	<b>+ 0.13</b>	<b>Superior</b>
<b>B1</b>	<b>+ 0.11</b>	<b>Excelente</b>
<b>B2</b>	<b>+ 0.08</b>	<b>Excelente</b>
<b>C1</b>	<b>+ 0.06</b>	<b>Bueno</b>
<b>C2</b>	<b>+ 0.03</b>	<b>Bueno</b>
<b>D</b>	<b>0.00</b>	<b>Promedio</b>
<b>E1</b>	<b>- 0.05</b>	<b>Aceptable</b>
<b>E2</b>	<b>- 0.10</b>	<b>Aceptable</b>
<b>F1</b>	<b>-0.16</b>	<b>Malo</b>
<b>F2</b>	<b>-0.22</b>	<b>Malo</b>

Figura 17. Sistemas de calificación de habilidades de Westinghouse

Fuente Niebel y Freivalds 2009, p.415

<b>Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Designación</b>
<b>A1</b>	<b>+ 0.13</b>	<b>Excesivo</b>
<b>A2</b>	<b>+ 0.12</b>	<b>Excesivo</b>
<b>B1</b>	<b>+ 0.10</b>	<b>Excelente</b>
<b>B2</b>	<b>+ 0.08</b>	<b>Excelente</b>
<b>C1</b>	<b>+ 0.05</b>	<b>Bueno</b>
<b>C2</b>	<b>+ 0.02</b>	<b>Bueno</b>
<b>D</b>	<b>0.00</b>	<b>Promedio</b>
<b>E1</b>	<b>- 0.04</b>	<b>Aceptable</b>
<b>E2</b>	<b>- 0.18</b>	<b>Aceptable</b>
<b>F1</b>	<b>-0.12</b>	<b>Malo</b>
<b>F2</b>	<b>-0.17</b>	<b>Malo</b>

Figura 18. Sistemas de calificación de esfuerzo de Westinghouse

Fuente , Niebel y freivalds 2009, p.416

<b>Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Designación</b>
<b>A</b>	<b>+ 0.06</b>	<b>Ideal</b>
<b>B</b>	<b>+ 0.04</b>	<b>Excelente</b>
<b>C</b>	<b>+ 0.02</b>	<b>Bueno</b>
<b>D</b>	<b>0.00</b>	<b>Promedio</b>
<b>E</b>	<b>-0.03</b>	<b>Aceptable</b>
<b>F</b>	<b>-0.07</b>	<b>Malo</b>

Figura 19. Sistemas de calificación de condiciones de Westinghouse

Fuente Niebel y Freivalds 2009, p.416

<b>Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Designación</b>
<b>A</b>	<b>+ 0.04</b>	<b>Perfecta</b>
<b>B</b>	<b>+ 0.03</b>	<b>Excelente</b>
<b>C</b>	<b>+ 0.01</b>	<b>Buena</b>
<b>D</b>	<b>0.00</b>	<b>Promedio</b>
<b>E</b>	<b>-0.03</b>	<b>Aceptable</b>
<b>F</b>	<b>-0.07</b>	<b>Malo</b>

Figura 20. Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse

Fuente Niebel y Freivalds 2009, p.417

**Tabla 14.** Cálculo de la valoración en la fabricación de bombas

Actividades	Valoración Sistema Westinghouse								
	Habilidad	Puntaje	Esfuerzo	Puntaje	Condiciones	Puntaje	Consistencia	Puntaje	Total
Habilitación de planos para el ensamble	F1	-0,16	D	0,00	C	0,02	D	0,00	0,86
Verificar limpieza de componentes	D	0,00	E1	-0,04	C	0,02	C	0,01	0,99
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	D	0,00	F1	-0,12	E	-0,03	D	0,00	0,85
Habilitar el eje	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	C	0,01	1,11
Colocación del rodaje en el extremo del eje	C1	0,06	C2	0,02	D	0,00	E	-0,02	1,06
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	C1	0,06	E1	0,04	C	0,02	E	-0,02	1,10
Colocación de la tapa lado polea	C2	0,03	C2	0,02	C	0,02	C	0,01	1,08
Montaje del cilindro de transmisión	B2	0,08	D	0,00	C	0,02	C	0,01	1,11
Montaje de rodaje flotante	F1	-0,16	C2	0,02	E	-0,03	F	-0,04	0,79
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	C1	0,06	C2	0,02	E	-0,03	E	-0,02	1,03
Traslado con montacargas al banco de pedestal	D	0,00	F1	-0,12	E	-0,03	D	0,00	0,85
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	C2	0,03	C1	0,05	D	0,00	D	0,00	1,08
Ensamble del impulsor en el eje	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	C	0,01	1,11
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	C1	0,06	C2	0,02	D	0,00	D	0,00	1,08
Empernar carcazas para hermetizar la bomba	C1	0,06	E1	0,04	C	0,02	E	-0,02	1,10
Verificar pre ensamble	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	1,10
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	C2	0,03	C2	0,02	E	-0,03	E	-0,02	1,00
Prueba al vacío y con carga a la bomba	C2	0,03	C1	0,05	C	0,02	C	0,01	1,11
Verificación de protocolos de prueba	D	0,00	E1	-0,04	D	0,00	D	0,00	0,96
Transporte al área de acabado final	D	0,00	F1	-0,12	E	-0,03	D	0,00	0,85
Entrega a APT y almacenamiento	E2	-0,1	E2	-0,18	E	-0,03	C	0,01	0,70

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

Según Niebel y Freivalds (2009, p.431) los suplementos vienen a ser compensaciones que no se tienen en cuenta en la medición del tiempo normal , estos ajustes compensan las interrupciones, demoras y disminuciones en el avance de las actividades de la producción de bombas producidas por la fatiga.

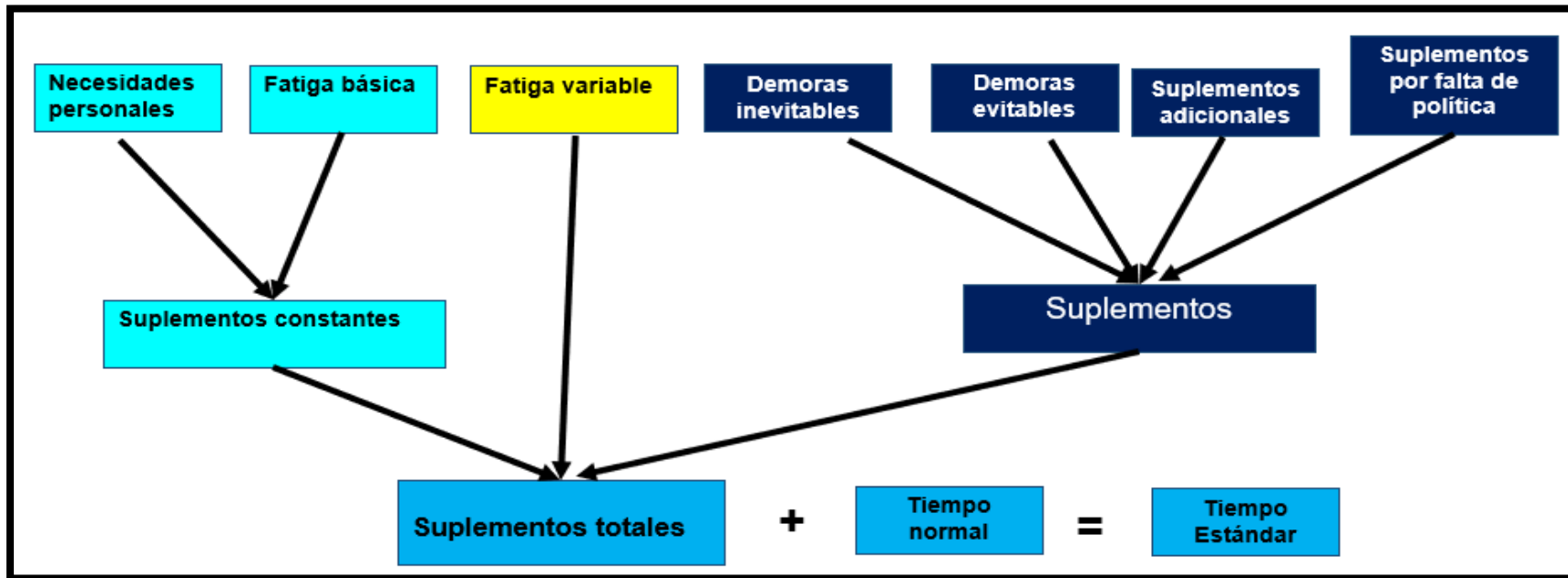


Figura 21. Suplementos según su función

Fuente : Niebel y Freivalds 2009, p.434

Tabla 15. Suplementos recomendados

Suplementos recomendados por la ILO	
<b>A : Suplementos constantes</b>	
1. Suplemento personal	4
2. Suplemento por fatiga básica	5
<b>B : Suplementos variables</b>	
1. Suplemento por encontrarse de pie	2
2. Suplemento por posición anormal	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómodo (agachado)	2
c) Muy incómodo (tendido estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (jalar , levantar o empujar )el peso en libras	
• 5	0
• 10	1
• 15	2
• 20	3
• 25	4
• 30	5
• 35	7
• 40	9
• 45	11
• 50	13
• 60	17
• 70	22
4. Mala iluminación	
a) Un poco debajo de lo recomendado	0
b) Bastante menor que lo recomendado	2
c) Muy inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas calor y humedad	0-100
6. Atención requerida	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o precisó	2
c) Trabajo muy fino y muy precisó	5
7. Nivel de ruido	
a) Continuo	0
b) Intermitente -fuerte	2
c) Intermitente – muy fuerte	5
d) De todo alto fuerte	5
8. Estrés mental	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Atención compleja o amplia	4
c) Muy compleja	8
9. Monotonía	
a) Nivel bajo	0
b) Nivel medio	1
c) Nivel alto	4
10. Tedio	
a) Alto tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

Fuente Niebel y Freivalds 2009, p.437

Tabla 16. Suplementos

Actividades	Cálculo de suplementos												
	Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura de anormal	Levantamiento de peso	Intensidad de luz	Calor, humedad	Tensión visual	Tensión auditiva	Estrés mental	Monotonía	Tedio	Total
Habilitación de planos para el ensamble	5	4	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	14
Verificar limpieza de componentes	5	4	2	2	13	0	1	2	0	1	0	2	32
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	5	4	0	0	0	0	2	2	5	1	0	0	19
Habilitar el eje	5	4	2	2	0	0	3	2	2	1	1	5	27
Colocación del rodaje en el extremo del eje	5	4	2	2	0	0	2	2	2	1	1	2	23
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	5	4	2	2	1	0	2	2	2	1	1	2	24
Colocación de la tapa lado polea	5	4	2	2	0	0	2	2	2	1	1	0	21
Montaje del cilindro de transmisión	5	4	2	7	1	0	2	2	2	1	4	0	30
Montaje de rodaje flotante	5	4	2	7	0	0	2	2	2	4	4	5	37
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	5	4	2	2	2	0	2	2	2	1	4	5	31
Traslado con montacargas al banco de pedestal	5	4	0	0	0	0	2	2	5	1	0	0	19
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	5	4	2	7	17	0	1	2	2	1	4	5	50
Ensamble del impulsor en el eje	5	4	2	2	5	0	2	2	2	1	1	2	28
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	5	4	2	7	13	0	1	2	2	1	4	5	46
Empernar carcasas para hermetizar la bomba	5	4	2	2	0	0	3	2	2	1	0	0	21
Verificar pre ensamble	5	4	2	0	0	2	2	2	2	1	0	0	20
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	5	4	2	7	0	0	3	2	2	1	1	2	29
Prueba al vacío y con carga a la bomba	0	0	0	0	0	2	2	2	5	1	0	0	12
Verificación de protocolos de prueba	5	4	2	0	0	0	1	2	0	0	1	0	15
Transporte al área de acabado final	5	4	0	0	0	0	2	2	5	1	0	0	19
Entrega a APT y almacenamiento	5	4	0	0	0	0	3	2	0	1	0	2	17

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 17. Cálculo del tiempo estándar en la fabricación de bombas pre test

REGISTRO DE TIEMPO ESTANDAR											
Area		Ensamble					Fecha de hoja de observación		1		
Actividad		Ensamblado de bombas sello húmedo					Fecha de estudio		oct-21		
Unidad							Elaborado por		Carrasco-Ulloa		
Operarios		Pintor	Armador	Maestro	Ayudante	TE=TN * (1+suplementos)					
		(x)	(x)	(x)	(x)						
N°	Descripción	Tiempo Observado					Valoración	Tiempo Normal	Suplem entos	Tiempo Estandar (min)	
		1	2	3	Suma	Tiempo promedi o					
1	Habilitación de planos para el ensamble	30	28	32	90	30	0,86	25,80	0,14	29,41	
2	Verificar limpieza de componentes	25	24	22	71	24	0,99	23,43	0,32	30,93	
3	Trasladar las piezas a mesa de ensamble	3	3	4	10	3	0,85	2,83	0,19	3,37	
4	Habilitar el eje	3	5	4	12	4	1,11	4,44	0,27	5,64	
5	Colocación del rodaje en el extremo del eje	12	13	14	39	13	1,06	13,78	0,23	16,95	
6	Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	25	22	24	71	24	1,10	26,03	0,24	32,28	
7	Colocación de la tapa lado polea	10	9	8	27	9	1,08	9,72	0,21	11,76	
8	Montaje del cilindro de transmisión	10	12	14	36	12	1,11	13,32	0,30	17,32	
9	Montaje de rodaje flotante	60	58	61	179	60	0,79	47,14	0,37	64,58	
10	Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	50	50	51	151	50	1,03	51,84	0,31	67,91	
11	Traslado con montacargas al banco de pedestal	5	5	4	14	5	0,85	3,97	0,19	4,72	
12	Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	90	94	93	277	92	1,08	99,72	0,50	149,58	
13	Ensamble del impulsor en el eje	10	14	9	33	11	1,11	12,21	0,28	15,63	
14	Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	40	42	38	120	40	1,08	43,20	0,46	63,07	
15	Empernar carcazas para hermetizar la bomba	10	8	11	29	10	1,10	10,63	0,21	12,87	
16	Verificar pre ensamble	25	23	26	74	25	1,10	27,13	0,20	32,56	
17	Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	25	23	26	74	25	1,00	24,67	0,29	31,82	
18	Prueba al vacío y con carga a la bomba	120	120	120	360	120	1,11	133,20	0,12	149,18	
19	Verificación de protocolos de prueba	15	16	21	52	17	0,96	16,64	0,15	19,14	
20	Transporte al área de acabado final	10	5	8	23	8	0,85	6,52	0,19	7,75	
21	Entrega a APT y almacenamiento	5	5	3	13	4	0,70	3,03	0,17	3,55	
		<b>Total</b>								<b>770.02</b>	


Fuente: Elaboración propia con información de la empresa



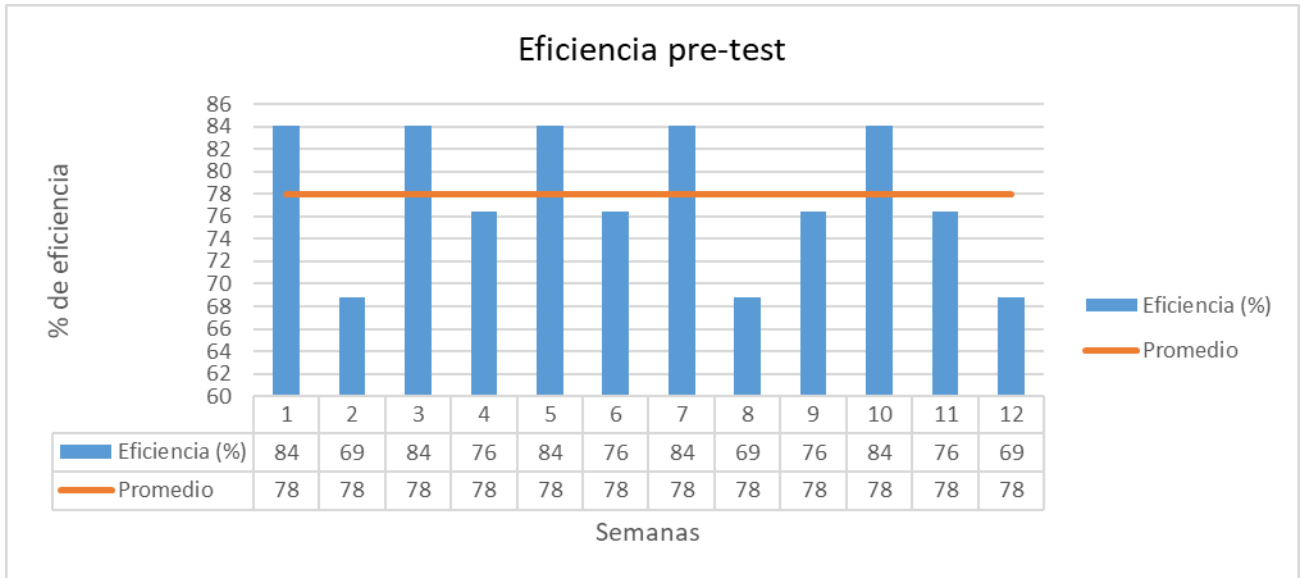
En la tabla N° 17 se calculó el tiempo estándar de las diferentes actividades que involucran la fabricación de bombas de sello húmedo obteniendo un total de 770.02 minutos.

Al seguir nuestro análisis de la problemática en el seguimiento de nuestro proyecto, se analizó la variable dependiente productividad y sus dimensiones eficiencia y eficacia. Para realizar el cálculo de las horas del tiempo real utilizado, donde consideramos los 4 trabajadores, la jornada laboral consiste en 8 horas diarias, pero se descuenta 1 hora de refrigerio teniendo como resultado 7 horas efectivas de trabajo consolidado semanalmente un total de 168 horas o 10800 minutos . Para calcular el tiempo estimado se multiplico las bombas producidas semanalmente por el tiempo estándar en la fabricación de bombas de sello húmedo.

Tabla 18. Eficiencia pre test

 <b>REGISTRO DE EFICIENCIA</b>						
<b>Mes</b>	Octubre-noviembre-Diciembre			<b>Ficha N°</b>	001	
<b>Investigador</b>	Doris Ulloa -Fredy Carrasco			<b>Fecha de estudio</b>	Oct-Nov -Dic 2021	
<b>Unidad</b>	Ensamble			<b>Elaborado por</b>	Carrasco-Ulloa	
<b>Formula</b>	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estándar)}}{\text{Tiempo total (real)}}$					
Proceso de observación						
Semana	Tiempo estimado (programado-estándar)			Tiempo real utilizado (min)	Eficiencia (%)	Observaciones
	N° Bombas producidas	Tiempo estándar(min)	Total (min)			
1	11	770,02	8470,22	10080	84	
2	9	770,02	9240,24	10080	69	
3	11	770,02	8470,22	10080	84	
4	10	770,02	7700,20	10080	76	
5	11	770,02	8470,22	10080	84	
6	10	770,02	9240,24	10080	76	
7	11	770,02	8470,22	10080	84	
8	9	770,02	7700,20	10080	69	
9	10	770,02	7700,20	10080	76	
10	11	770,02	8470,22	10080	84	
11	10	770,02	7700,20	10080	76	
12	9	770,02	8470,22	10080	69	
				<b>Promedio</b>	<b>78</b>	

Fuente elaboración propia con datos de la empresa



*Figura 22. Gráfica de eficiencia semanal*

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

En la tabla N°18 presenta un promedio 78 % de eficiencia , valor sobre el cual se busca incrementar para que la empresa cumpla los objetivos.

Para calcular la eficacia en la fabricación de bombas se empleó la formula donde pudimos relacionar las bombas producidas entre las bombas programadas de acuerdo al tiempo de trabajo disponible.

Para realizar dicho análisis se calculó la capacidad de fabricación de bombas real, para esto se usó la siguiente formula:

$$CPI = \frac{N^{\circ}Trab \times TJL}{TE}$$

**Donde:**

**CPI:** Capacidad de producción instalada

**N°Trab:** Número de trabajadores

**TJL:** Tiempo de jornada laboral (min)

**TE:** Tiempo estándar (min)

Tabla 19. Capacidad de producción pre test.

N° trabajadores	Tiempo de jornada laboral semanal de cada trabajador en (min)	Tiempo estándar de una bomba (min)	Capacidad de producción bombas /semana
4	2520	770.02	13

Fuente-Elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 20. Eficacia pre test.

REGISTRO DE EFICACIA				
Mes	Oct-Nov - Dic 2021		Ficha N°	001
Investigador	Doris Ulloa/Fredy Carrasco		Fecha de estudio	Oct-Nov -Dic 2021
Unidad	Ensamble		Elaborado por	Carrasco-Ulloa
			Aprobado por	
Fórmula	$Eficacia = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN				
Semana	Bombas Producidas	Bombas Programadas	Eficacia (%)	Observaciones
1	11	13	85	
2	9	13	69	
3	11	13	85	
4	10	13	77	
5	11	13	85	
6	10	13	77	
7	11	13	85	
8	9	13	69	
9	10	13	77	
10	11	13	85	
11	10	13	77	
12	9	13	69	
Promedio			78	

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

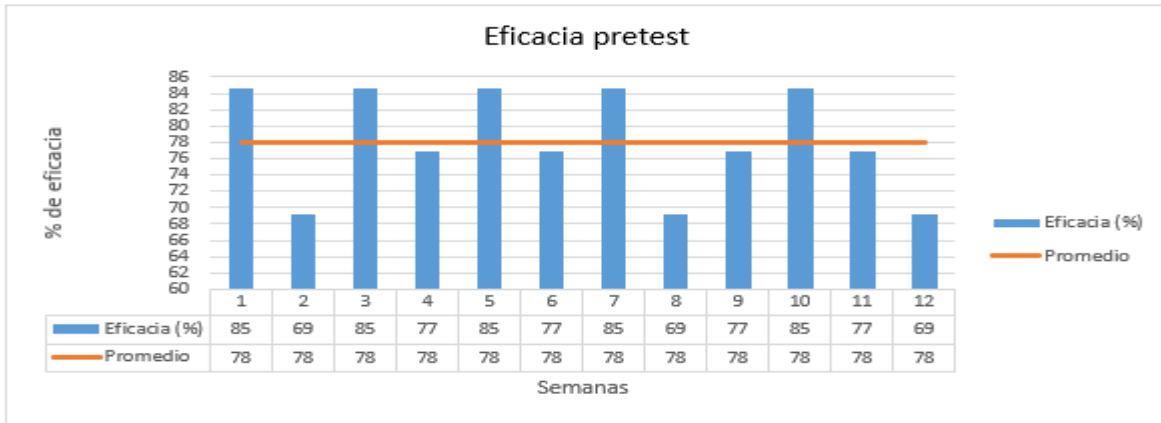


Figura 23. Grafica del % de Eficacia semanal pretest

Elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 21. Productividad pre test

REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD					
Mes	Oct-Nov -Dic 2021			Ficha N°	001
Investigador	Doris Ulloa/Fredy Carrasco			Fecha de estudio	Oct-Nov -Dic 2021
Unidad	Ensamble			Elaborado por	Carrasco-Ulloa
				Aprobado por	
INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD					
Proceso de observación					
Semana	Eficiencia	Eficacia	Productividad mano de obra (%)	Observaciones	
1	84	85	71		
2	69	69	48		
3	84	85	71		
4	76	77	59		
5	84	85	71		
6	76	77	59		
7	84	85	71		
8	69	69	48		
9	76	77	59		
10	84	85	71		
11	76	77	59		
12	69	69	48		
Promedio	78	78	61		

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

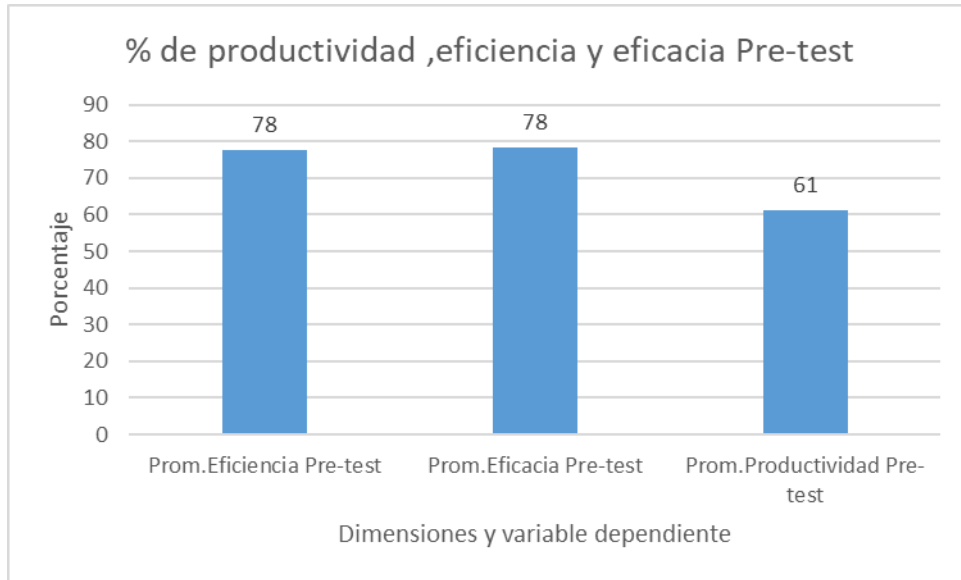


Figura 24. Grafica de productividad, eficiencia y eficacia pretest

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

## Plan de mejora

Las tareas que responden a nuestros objetivos para responder al problema de baja productividad según lo identificado en el diagrama de ishikawa y pareto , son las causas mas relevantes , para dar solución a ello utilizamos la metodología basada en el procedimiento básico del estudio de trabajo mostrado a continuación.



Figura 25. Procedimiento de estudio del trabajo

Fuente Kanawate 1996, p.417

El objetivo de aplicar este procedimiento es dar solución a nuestras causas más relevantes que afectan a nuestra problemática con la finalidad de aumentar la productividad . Para ello desglosamos uno a uno cada actividad empezando por :

**Seleccionar:** En este punto se eligió evaluar la línea de ensamblado de bombas horizontales sello húmedo ya que es el producto que registra mayor índice de ventas anuales lo cual mostramos en la siguiente en la tabla N°22.

Tabla 22 Cuadro de ventas anual

Ventas 2021		
Productos vendidos 2021	Ventas miles (S/.)	Porcentaje venta por producto
Bombas sello húmedo	S/ 1 500	31%
Bombas sello seco	S/ 1 200	25%
celdas de Flotación	S/ 800	16%
Hidrociclones	S/ 600	12%
Líneas de tuberías	S/ 300	6%
Forros para molino	S/ 180	4%
Carcasas	S/ 160	3%
Impulsores	S/ 152	3%
Total	S/ 4 892	100%

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

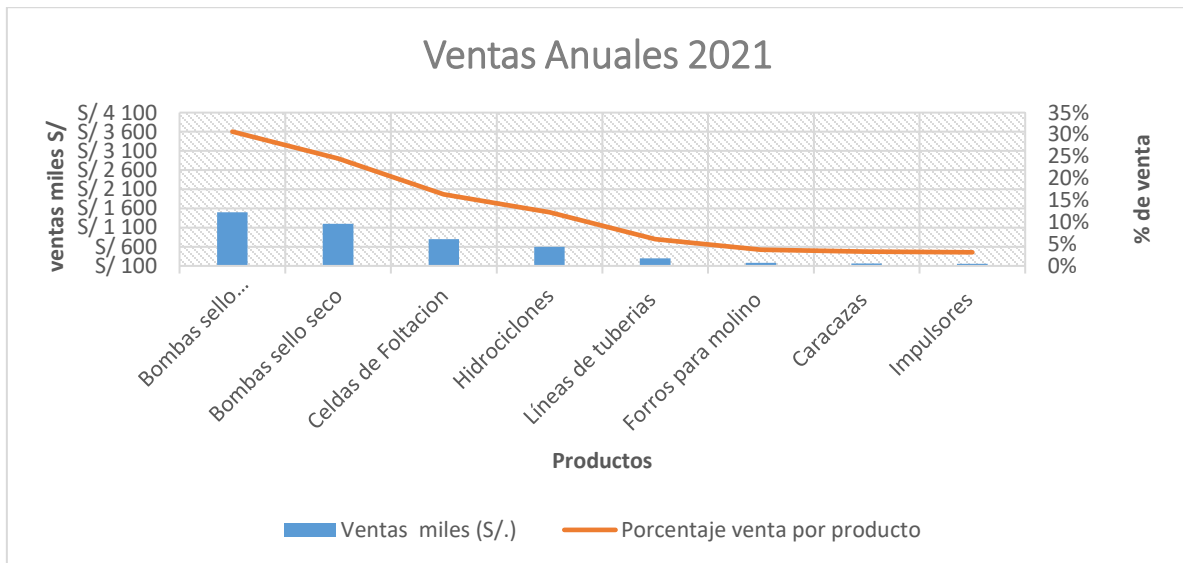














Figura 26. Histograma de ventas

Fuente creación propia con datos de la empresa

**Registrar información :** Después de contar con la selección del trabajo, haciendo uso de la observación directa se procedió a registrar la información en un diagrama de actividades diferenciando las que agregan valor y las que no.



Tabla 23 Registro de actividades antes de la mejora

REGISTRO DE ACTIVIDADES											
DAP			Operario	X	Material	X	EQUIPO :Bomba sello húmedo				
Diagrama N°	1	Hoja N°	1								
OBJETO	Bomba sello húmedo		Actividad			Actual			Propp		
Proceso :	Ensamblado		Operación		12					<b>Método</b> $IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) ANAV: Actividades que no agregan valor (unid.) TA: Total actividades (unid.)	
Método :	Actual - Manual		Transporte		3						
Área	Ensamble		Espera		2						
Operario	Armando Castro		Inspección		3						
Pintor	Cesar Vidaurre		Almacenamiento		1						
Armador	Cesar		Distancia		2						
Maestro	Juan		Tiempo	76 metros							
Ayudante	Luis		TOTAL	578.5 min							
Elaborado por											
DESCRIPCION	Dist m	Tiempo min	SIMBOLO						Obs	Valor	
										Si	No
Habilitación de planos para el ensamble		30								X	
Verificar limpieza de componentes		25									X
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	1	3									X
Habilitar el eje		3								X	
Colocación del rodaje en el extremo del eje		12								X	
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela		25								X	
Colocación de la tapa lado polea		10								X	
Montaje del cilindro de transmisión		10								X	
Montaje de rodaje flotante		60								X	
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro		50								X	
Traslado con montacargas al banco de pedestal	3	5									X
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.		90								X	
Ensamble del impulsor en el eje		10								X	
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	10	40								X	
Empernar carcasas para hermetizar la bomba		10									X
Verificar pre ensamble	50	25								X	
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba		25								X	
Prueba al vacío y con carga a la bomba	4	120									X
Verificación de protocolos de prueba		15								X	
Transporte al área de acabado final	6	10									X
Entrega a APT y almacenamiento	2	5									X
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>583</b>								14	7

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Luego de ello se utilizó el indicador del estudio de metodos .

$$IAAV = \frac{(TA - IANV)}{TA} \times 100$$

TA

Siendo :

IAAV= Actividades que agregan valor en %.

IANV= Actividades que no agregan valor en unidades.

TA= Total de actividades en unidades.

Se tuvo que el numero de actividades son 21, aquellas que no agregan valor son 7 y aplicando la fórmula del indicador se tendría un 67 % como índice de actividades que generan valor.

**Tabla 24** Registro de actividades pretest

Actividades	Cantidad
Total de actividades en la fabricación de bombas	21
Todas las actividades que no agregan valor	7
Índice de actividades que agregan valor	67%

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Estudios de tiempos , debido a que en la empresa no contaba con el analisis de los tiempos de cada actividad era imposible el llevar un control adecuado de los procesos, para desarrollar esta medición se usó como instrumento el cronometro realizando tres mediciones recomendadas por la tabla de General Electric Company, posteriormente a ello se pondero el suplemento y la valoracion respectiva para cada actividad. Mostrada en la tabla N°25, la cual muestra que se obtuvo un total de 770.02 minutos en la fabricacion de cada bomba .

Tabla 25. Registro de tiempo estándar antes de la mejora

REGISTRO DE TIEMPO ESTANDAR											
Area		Ensamble					Fecha de observación		1		
Actividad		Ensamblado de bombas sello húmedo					Fecha de estudio		oct-nov-dic-21		
Unidad							Elaborado Por		Carrasco-Ulloa		
Operarios		Pintor	Armador	Maestro	Ayudante		TE=TN * (1+suplementos)		TE: Tiempo estándar		
		(x)	(x)	(x)	(x)				TN: Tiempo normal		
N°	Descripción	Tiempo Observado					Valoración	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar (min)	
		1	2	3	Suma	Tiempo promedio					
1	Habilitación de planos para el ensamble	30	28	32	90	30	0,86	25,80	0,14	29,41	
2	Verificar limpieza de componentes	25	24	22	71	24	0,99	23,43	0,32	30,93	
3	Trasladar las piezas a mesa de ensamble	3	3	4	10	3	0,85	2,83	0,19	3,37	
4	Habilitar el eje	3	5	4	12	4	1,11	4,44	0,27	5,64	
5	Colocación del rodaje en el extremo del eje	12	13	14	39	13	1,06	13,78	0,23	16,95	
6	Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	25	22	24	71	24	1,10	26,03	0,24	32,28	
7	Colocación de la tapa lado polea	10	9	8	27	9	1,08	9,72	0,21	11,76	
8	Montaje del cilindro de transmisión	10	12	14	36	12	1,11	13,32	0,30	17,32	
9	Montaje de rodaje flotante	60	58	61	179	60	0,79	47,14	0,37	64,58	
10	Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	50	50	51	151	50	1,03	51,84	0,31	67,91	
11	Traslado con montacargas al banco de pedestal	5	5	4	14	5	0,85	3,97	0,19	4,72	
12	Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	90	94	93	277	92	1,08	99,72	0,50	149,58	
13	Ensamble del impulsor en el eje	10	14	9	33	11	1,11	12,21	0,28	15,63	
14	Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	40	42	38	120	40	1,08	43,20	0,46	63,07	
15	Empernar carcazas para hermetizar la bomba	10	8	11	29	10	1,10	10,63	0,21	12,87	
16	Verificar pre ensamble	25	23	26	74	25	1,10	27,13	0,20	32,56	
17	Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	25	23	26	74	25	1,00	24,67	0,29	31,82	
18	Prueba al vacío y con carga a la bomba	120	120	120	360	120	1,11	133,20	0,12	149,18	
19	Verificación de protocolos de prueba	15	16	21	52	17	0,96	16,64	0,15	19,14	
20	Transporte al área de acabado final	10	5	8	23	8	0,85	6,52	0,19	7,75	
21	Entrega a APT y almacenamiento	5	5	3	13	4	0,70	3,03	0,17	3,55	
		<b>Total</b>								<b>770.02</b>	

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Examinar:** Se realizo un analisis sobre las fallas que usualmente ocurren en el desarrollo del ensamblado con la finalidad de proponer alternativas de mejora .

**Tabla 26.** *Análisis de fallas*

Descripción	Tipo de fallas	Ocurrencia	Propuesta de mejora ante la falla detectada	Evidencia
Estandarización del proceso de ensamble	no todos los colaboradores siguen una secuencia única de trabajo	Siempre	implementar un procedimiento que permita realizar un solo tipo de ensamble indistintamente del operario	Procedimiento de ensamble
Habilitación de planos para el ensamble	Planos no están impresos no son de fácil acceso	Siempre	Implementar planos en Red (Adquisición de Tablet )	Tablet
Verificar limpieza de componentes	Suciedad, Rebabas	Algunas veces	Solicitar por correo a los jefes de área que implementen la limpieza al final de cada proceso	Documento de requisitos de entrega de piezas
Trasladar las piezas a mesa de ensamble	Demoras por falta de montacargas	Algunas veces	Implementación de teclé manual	Fotografía del equipo
Montaje del cilindro de transmisión	Demoras por falta de montacargas	Algunas veces	Implementación de teclé manual	Fotografía del equipo
Montaje de rodaje flotante	Demoras , daños en el rodamiento por los golpes	Siempre	Implementar un calentador magnético para dilatar el eje y lograr un ingreso fácil	Fotografía del equipo
Verificar pre ensamble	Demoras en ir a revisar, personal de calidad ocupado	Algunas veces	Crear un grupo de WhatsApp para ir enviando evidencia del paso a paso de ensamble para que terminado se dé la conformidad más rápido.	Fotografías de la evidencia
Prueba al vacío y con carga a la bomba	Demoras para la liberación del sensado de temperatura cada hora de prueba	Siempre	Elaborar un protocolo que permita al operario registrar las mediciones para que calidad intervenga en la última medición para validar	Protocolos de prueba
Verificación de protocolos de prueba				

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Crear** : Con la finalidad de contribuir al mejor desarrollo se se elaboró el cuadro de recorrido de las actividades de ensamble antes de la mejora para así poder implementar las mejoras necesarias , se identificó de color rojo aquellas actividades que son críticas como lo muestra la figura N°27.

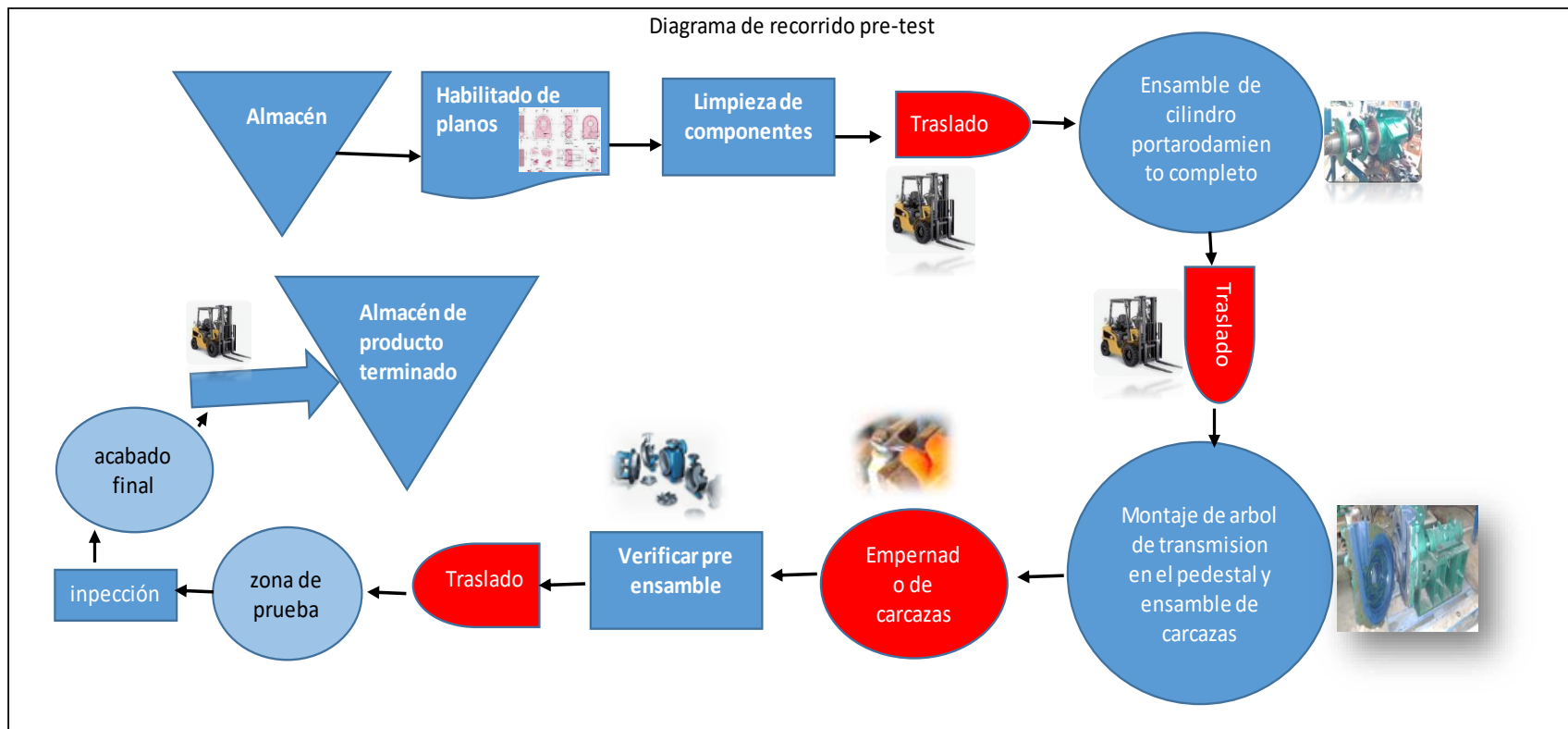


Figura 27. Diagrama de recorrido pre-test

Fuente: Elaboración datos de la empresa

**Mejora 1:** Implementacion de procedimiento de ensamble, donde detalla los pasos a seguir para el ensamble de bombas sello humedo, esto permite que los trabajos sigan un estandar que independientemente del operador que lo realice este debe ser desempeñado bajo las mismas circunstancias para finalmente obtener un mismo resultado. Se adjunta imagen de la aprobacion del procedimiento mayor detalle ver en el anexo N°18

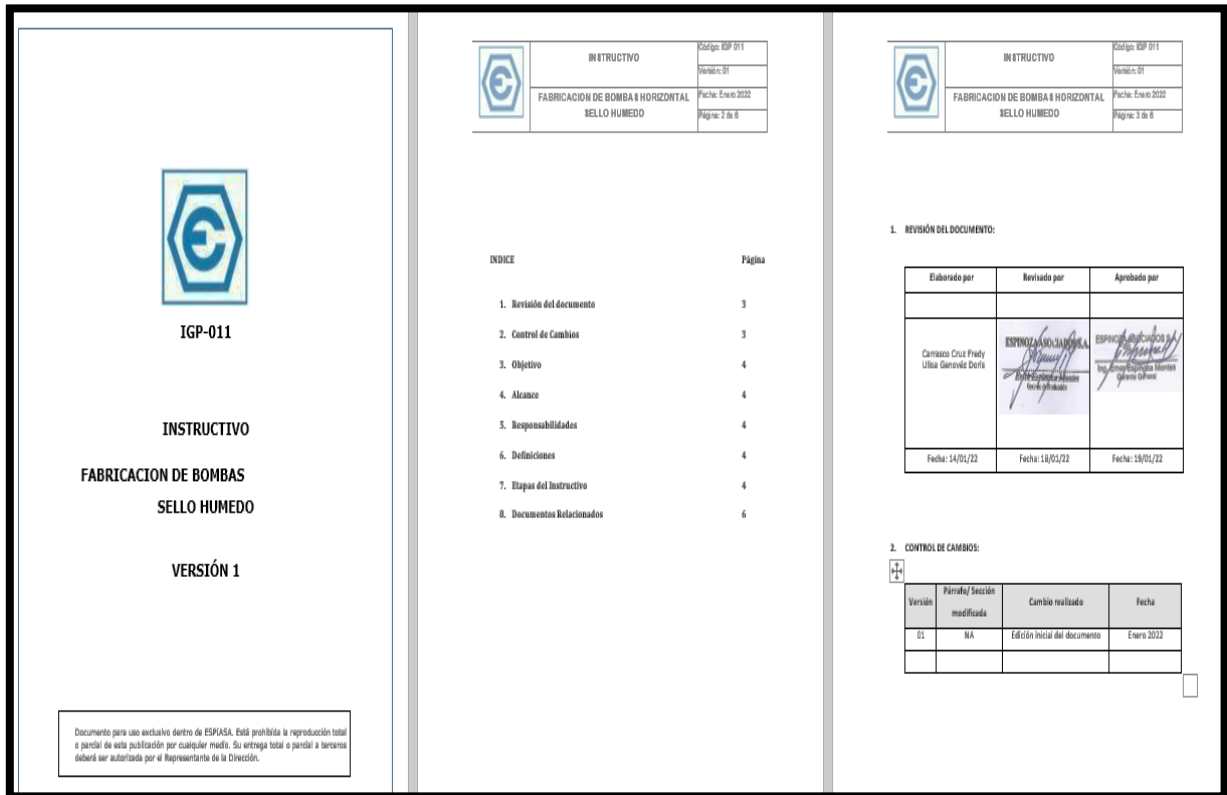


Figura 28. Implementación de procedimiento

Fuente :Elaboración propia con datos de la empresa

**Mejora 2:** Adquisición de un calentador magnético, este equipo ayuda a reducir el tiempo y el esfuerzo al trabajador facilitando la realización de las actividades de ensamblaje de rodamiento flotante ya que anteriormente se tenía que colocar manualmente y golpeando, pero este equipo permite la dilatación del rodamiento haciendo que el ensamble sea más rápido y fácil salvaguardando la integridad del operario y mejorando la calidad del producto ya que al no haber golpes evitamos que se dañe algún componente de ajuste (véase anexo N°19 Proforma).

Antes	Después
	
Colocar rodaje de forma manual	Colocar rodaje con calentador magnético

Figura 29. Implementación de calentador magnético

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Mejora 3:** Adquisición de tablet para visualizar planos de ensamble en red, con esta implementación se se reducirá el tiempo que se utiliza en solicitar un plano de forma física al area de proyectos, este trabajo implicará que todos los planos figuren en una capeta compartida que se pueda visualizar al instante y por todos los implicados en la fabricación, los mismos que deben contener las actualizaciones o modificaciones de manera mas rápida mediante una tablet (véase anexo N°25 correo cotización tablet).





Figura 30. Implementación de Tablet

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Mejora 4:** También se realizó la instalación del tecele manual el cual tiene una capacidad de 3 toneladas el cual permite el ensamble de los equipos mas rápido sin la necesidad de esperar el montacargas y así evitamos demoras inesesarias.



*Figura 31. Capacitación de procedimiento*

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Mejora 5:** Para la verificación del pre ensamble se creó un grupo de whatsapp mediante el cual se envia evidencia del proceso de ensamblado paso a paso imágenes que el personal de calidad puede ver en tiempo real el desarrollo de cada paso y analizar para que al final del ensamblado se de el visto bueno del pre ensamble con un conforme proceder y pueda seguir al paso de las pruebas al vacio.

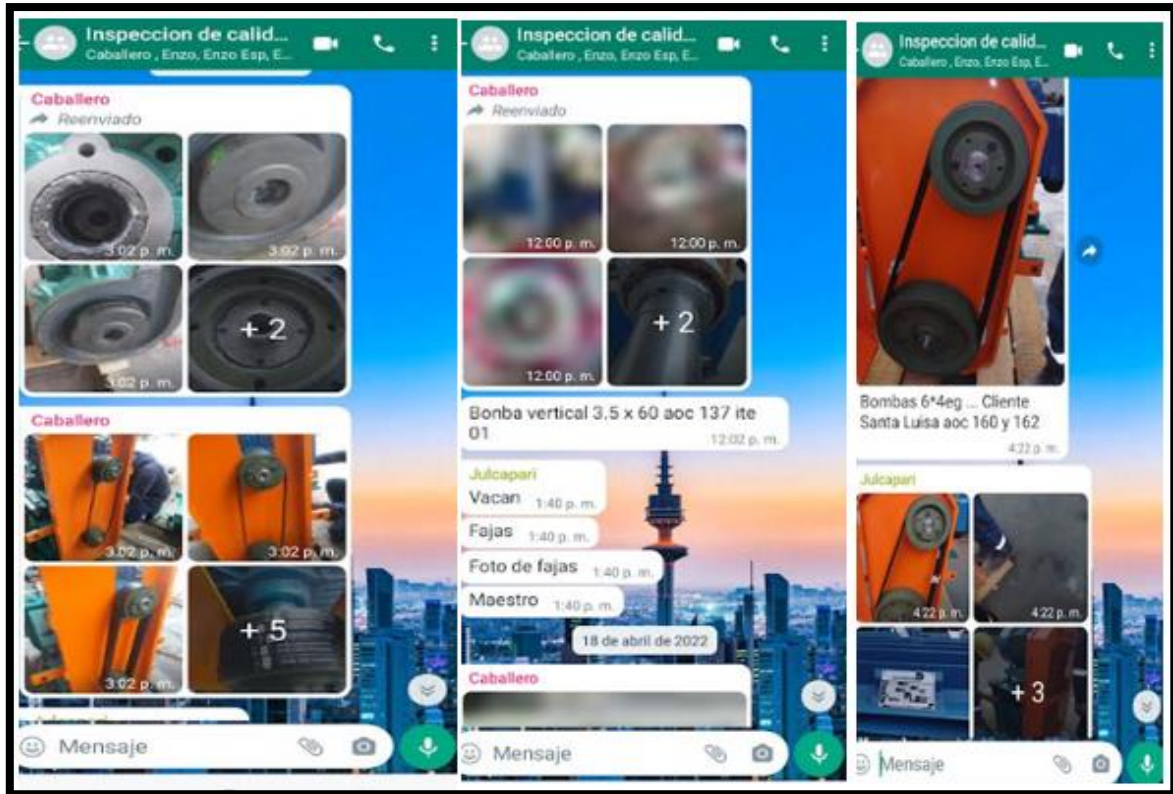


Figura 32. Evidencias de preensamble

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Mejora 6:** Se implementó los protocolos de prueba para poder registrar la información de las pruebas de las bombas indicando tipo de prueba, tiempo, temperatura de cada uno de los equipos en que se realizan las pruebas.



**Mejora 7:** Para la limpieza de componentes se envió un documento a todos los involucrados indicando los requisitos de como deberian ir las piezas hasta ensamble veace anexo N°24.

**Mejora 8:** Crear formatos para el control y seguimiento de piezas, con este formato de seguimiento nos permite conocer el estado en el que se encuentran los componentes y así evitar el inicio de ensamble de un equipo y darse cuenta que les falta algunos componentes durante el ensamblado .

SEGUIMIENTO DE AVANCE DE EQUIPOS																
0101-	AOC	0101-2022	IT	1,00	ANTIDAD	1	FECHA VENC.	28-feb	RESPONSABLE:							
EQUIPO		BOMBA HORIZONTALS.HUM.F1-1.1/2"X1.1/4"					JUVISA S.A.C.									
Item	Descripción AOC	Cant.	PROCESOS EN AREAS						AVANCE DE PRODUCCIÓN						COMENTARIOS	
			Mae	Cal'd	Jeb	Pol	ALM.	Ens	Mae (t)	Cal'd	Jeb	Pol	ALM.	Ens		
20_01	PEDESTAL	1	f	-	-	-	-	t	0%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_02	CHUMACERA DE CILINDRO	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_03	CARCASA LADO GLAND	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_04	CARCASA LADO SUCCION	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_05	CILINDRO	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_06	BASTIDOR	1	f	-	f	-	-	f	0%	--	0%	--	--	0%	falta	
20_07	TAPA LADO POLEA	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_08	TAPA LADO IMPULSOR	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_09	COLLARIN PRENSAESTOPA	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_10	ANILLO EXPULSOR	1						t	0%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_11	ANILLO HIDRAULICO	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_12	EJE	1	f	-	-	-	-	t	0%	--	--	--	--	100%	terminado	
20_13	CASQUILLO DE EJE	1	T	-	f	-	-	f	100%	--	0%	--	--	0%	falta	
20_14	TIRADOR INTERIOR	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado- stock	
20_15	TIRADOR EXTERIOR	1	T	-	-	-	-	t	100%	--	--	--	--	100%	terminado- stock	
20_16	PLACA DE CIERRE	1	T	T	-	f	-	t	100%	100%	--	0%	--	100%	terminado	
20_17	ARANDELAS DE AMARRE DE CARCASA	1	T	T	-	f	-	f	100%	100%	--	0%	--	0%	falta	
20_18	ESPARRAGO AMARRE DE CARCASA	1	T	f	-	-	-	f	100%	0%	--	--	--	0%	falta	
20_19	POLEA MOTRIZ	1	T	f	-	-	-	f	100%	0%	--	--	--	0%	falta	
20_20	POLEA CONDUCCIDA	1	T	f	-	-	-	f	100%	0%	--	--	--	0%	falta	
20_21	IMPULSOR	1	t	-	T	-	-	f	100%	--	100%	--	--	0%	terminado	
20_22	FÓRRO LADO GLAND	1	-	T	T	-	-	t	--	100%	100%	--	--	100%	terminado	
20_23	FÓRRO LADO SUCCION	1	-	T	T	-	-	t	--	100%	100%	--	--	100%	terminado	
20_24	BRIDA DE DESCARGA	1	T	f	-	-	-	f	100%	0%	--	--	--	0%	falta	
20_25	BRIDA DE ALIMENTACIÓN	1	T	T	f	-	-	f	100%	100%	0%	--	--	0%	falta	
20_26	SOPORTE DE BASE MOTOR	1	-	t	f	-	-	f	--	100%	0%	--	--	0%	falta	
20_27	BASE DE MOTOR	1	-	t	f	-	-	f	--	100%	0%	--	--	0%	falta	
20_28	GUARDA DE PROTECCIÓN	1	-	t	f	-	-	f	--	100%	0%	--	--	0%	falta	
20_29	MOTOR ELECTRICO DE 10 Hp stdandar delcrosa	1	-	-	-	-	T	t	--	--	--	--	100%	100%	terminado.	
20_30	FAJA DE TRANSMISION SECCION 425-3v	4	-	-	-	-	T	f	--	--	--	--	100%	0%	falta- llegar	
informacion adicional :																

Figura 34. Check list de seguimiento

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Evaluar :** Los resultados de diferentes soluciones.

Realizada las mejoras detalladas anteriormente se establece la nueva toma de datos de la variable independiente y sus respectivas dimensiones, para lo cual se realizó un nuevo diagrama de recorrido de actividades despues de las mejoras y haber eliminado y reducido las actividades que no agregan valor.

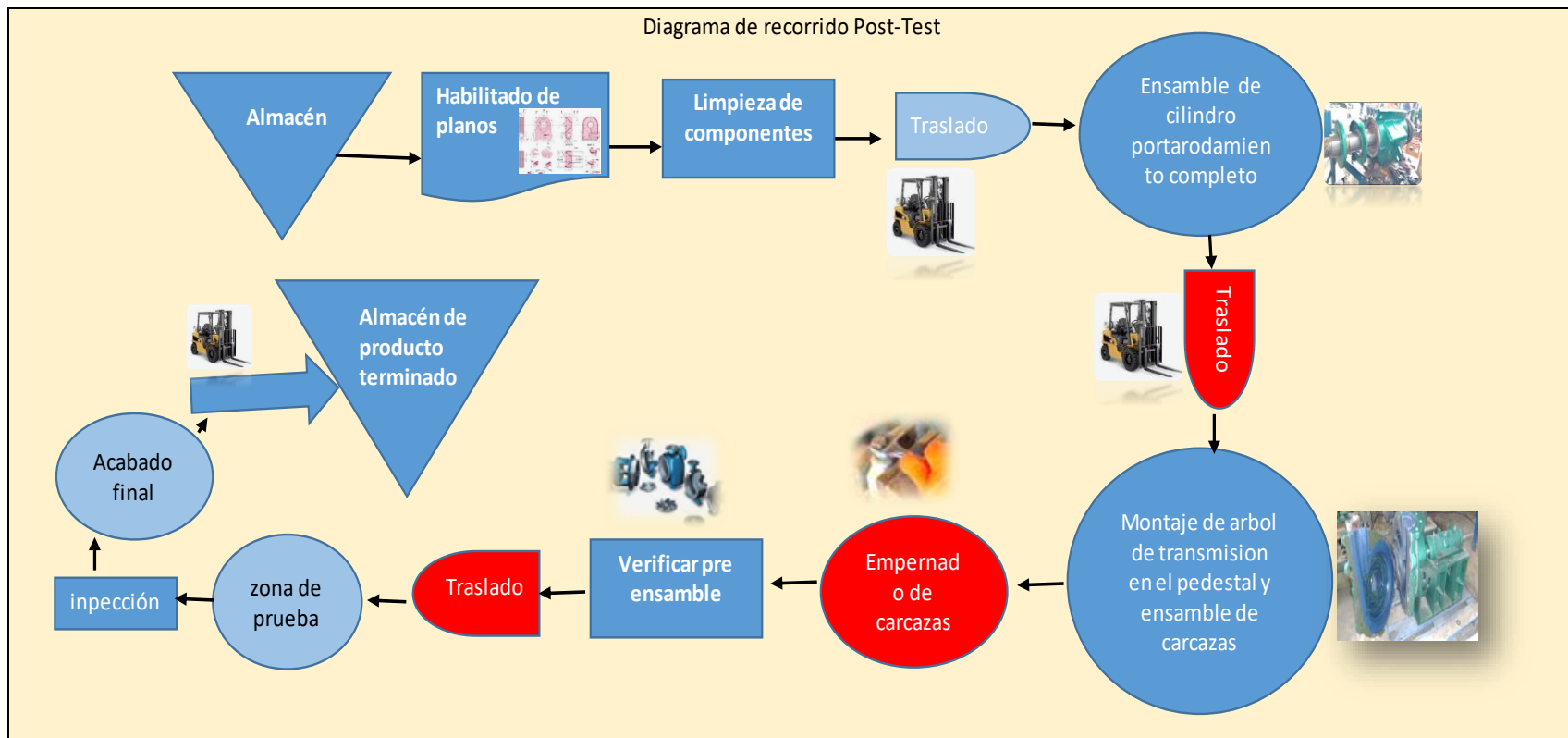


Figura 35. Diagrama de recorrido después de la mejora

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 27. Índice de actividades que agregan valor post-test

REGISTRO DE ACTIVIDADES											
DAP			Operario	X	Material	X	EQUIPO :Bomba sello húmedo				
Diagrama N°	1	Hoja N°	1								
Objeto	Bomba sello húmedo		Actividad			Actual	Prop	Método			
			Operación			●	12				
Proceso :	Ensamblado		Transporte			➔	3	IAAV = $\frac{TA - ANAV}{TA}$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) ANAV: Actividades que no agregan valor (unid.) TA: Total actividades (unid.)			
Método :	Actual - Manual		Espera			●	2				
Área	Ensamble		Inspección			■	3				
Operario	Armando Castro		Almacenamiento			▼	1				
Pintor	Cesar Vidaurre					■	2				
Armador	Cesar		Distancia	76 metros							
Maestro	Juan		Tiempo	578.5 min							
Ayudante	Luis		Total								
Elaborado por											
DESCRIPCION	Dist m	Tiempo min	SIMBOLO						Obs	Valor	
			●	➔	●	■	▼	■		Si	No
Habilitación de planos para el ensamble		20								x	
Habilitar el eje		3	●							X	
Colocación del rodaje en el extremo del eje		12	●							X	
Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela		25	●							X	
Colocación de la tapa lado polea		10	●							X	
Montaje del cilindro de transmisión		10	●							X	
Montaje de rodaje flotante		40	●							X	
Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro		40	●							X	
Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.		58	●							X	
Ensamble del impulsor en el eje		10	●							X	
Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	10	40	●							X	
Empernar carcazas para hermetizar la bomba		7	●								x
Verificar pre ensamble	50	10	●							X	
Montaje base motor y ensamble el banco de prueba		18	●							X	
Prueba al vacío y con carga a la bomba	4	120	●								x
Verificación de protocolos de prueba		15	●							X	
Transporte al área de acabado final	6	10	●								x
Entrega a APT y almacenamiento	2	5	●								x
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>453,0</b>								<b>14</b>	<b>4</b>

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Se tuvo que el total de actividades 18 actividades , las actividades que no agregan

valor son 4 ya que gracias a las mejoras se logró eliminar 4 y aplicando la fórmula del indicador se tendría que el 78% es el índice de actividades que agregan valor.

**Tabla 28.** *Registro de actividades Post-test*

<b>Actividades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Actividades</b>	<b>Cantidad</b>
Total, de actividades en la fabricación de bombas			18
Todas las actividades que no agregan valor			4
Índice de actividades que agregan valor			78%

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como podemos apreciar una vez realizadas las mejoras se incrementó el índice de actividades que agregan valor 11% ya que se eliminó 3 actividades que no agregaban valor en la fabricación de bombas sello húmedo, como las demoras por la limpieza de las piezas el uso de montacargas por ser compartido y el tiempo muerto en las verificaciones del pre ensamble.

Así como también se calculó el nuevo tiempo estándar para las actividades



Tabla 29. Registro de tiempo estándar Post-test

REGISTRO DE TIEMPO ESTANDAR										
Area		Ensamble					Ficha de hoja de observación		1	
Actividad		Ensamblado de bombas sello húmedo					Fecha de estudio		Marzo-Mayo	
Unidad							Elaborado por		Carrasco-Ulloa	
Operarios		Pintor	Armador	Mesero	Ayudante		TE=TN * (1+suplementos)		TE: Tiempo estándar	
		(x)	(x)	(x)	(x)				TN: Tiempo normal	
N°	Descripción	Tiempo Observado					Valoración	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar (min)
		1	2	3	Suma	Tiempo promedio				
1	Habilitación de planos para el ensamble	20	21	20	61	20	0,86	17,49	0,14	19,93
2	Habilitar el eje	3	5	4	12	4	1,11	4,44	0,27	5,64
3	Colocación del rodaje en el extremo del eje	12	13	14	39	13	1,06	13,78	0,23	16,95
4	Montaje del rodaje lado polea con tuerca y arandela	25	22	24	71	24	1,10	26,03	0,24	32,28
5	Colocación de la tapa lado polea	10	9	8	27	9	1,08	9,72	0,21	11,76
6	Montaje del cilindro de transmisión	10	12	14	36	12	1,11	13,32	0,30	17,32
7	Montaje de rodaje flotante	40	42	43	125	42	0,79	32,92	0,37	45,10
8	Ensamble de tapa lado impulsor con retenes, tiradores exterior e interior y cerrar el cilindro	40	39	43	122	41	1,03	41,89	0,31	54,87
9	Montar árbol de transmisión en el pedestal y ensamblar con carcasa Gland.	58	60	62	180	60	1,08	64,80	0,50	97,20
10	Ensamble del impulsor en el eje	10	14	9	33	11	1,11	12,21	0,28	15,63
11	Montar carcasa succión más forro succión y ensamblar con la carcasa Gland	40	42	38	120	40	1,08	43,20	0,46	63,07
12	Empernar carcasas para hermetizar la bomba	7	8	9	24	8	1,10	8,80	0,21	10,65
13	Verificar pre ensamble	10	9	10	29	10	1,10	10,63	0,20	12,76
14	Montaje base motor y ensamble el banco de prueba	18	16	17	51	17	1,00	17,00	0,29	21,93
15	Prueba al vacío y con carga a la bomba	120	120	120	360	120	1,11	133,20	0,12	149,18
16	Verificación de protocolos de prueba	15	16	21	52	17	0,96	16,64	0,15	19,14
17	Transporte al área de acabado final	10	5	8	23	8	0,85	6,52	0,19	7,75
18	Entrega a APT y almacenamiento	5	5	3	13	4	0,70	3,03	0,17	3,55
<b>Total</b>										<b>604,71</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

**Determinar:** Se elaboró un plan de capacitación mensualmente donde E= ejecutado y P=programado.

**Tabla 30.** Plan de capacitaciones

PLAN DE CAPACITACIONES E IMPLEMENTACIONES												
N°	Actividad	FRECUENCIA MENSUAL										
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Capacitación de procedimiento de ensamble.	E			E			P		P		P
2	Capacitación del uso de tecla manual.		E		E			P			P	
3	Capacitación de orden y limpieza.	E		E		P	P	P	P	P	P	P
4	Implementación de check list de seguimiento.	E		E		P						

Fuente elaboración propia con datos de la empresa.

Se capacitó al personal de ensamble sobre el nuevo procedimiento, IGP001 (fabricación de bombas sello humedo) donde se les difundió la existencia del procedimiento y se les indicó como se debería realizar el nuevo metodo de trabajo bajo la descripción del procedimiento implementado y el para lo cual se adjuntan imágenes de capacitación y firma de asistencia a la charla .

El formulario muestra los siguientes datos:

- LOGO:** (Espacio vacío)
- REGISTRO DE INDUCCIÓN CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO:** (Espacio vacío)
- CODIGO VISION FECHA:** FSI008, 1, Feb-22
- 1. DATOS DEL EMPLEADOR:** RAZON SOCIAL: XXXXXX, RUC: XXXXXX, DOMICILIO: XXXXX, RUBRO: Metal mecánica, N° DE TRABAJADORES: 4
- 2. MARCAR CON UNA X EL QUE CORRESPONDA:** INDUCCION: X, CAPACITACION: X, ENTRENAMIENTO: X, SIMULACRO: X, OTROS: X
- 3. DATOS DEL EVENTO:** TEMA: NUEVO PROCEDIMIENTO, Horas: 3, PRESENCIAL: Presencial
- 4. DATOS DEL CAPACITADOR:** NOMBRE DEL CAPACITADOR: Ulloa Genovez Doris, FECHA: 16/02/2022
- 5. DATOS DE LOS CAPACITADOS:**

APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	DNI	AREA	FIRMA
Lizana Falunato C	46562236	ensamble	[Firma]
Vidaurte Baldean Jorge	46258573	ensamble	[Firma]
CASTRO CASTRO ESTER	600008	ensamble	[Firma]
CASTRO CASTRO ASTARRAZ	09435463	ensamble	[Firma]
- 6. OBSERVACIONES:** (Espacio vacío)
- 7. RESPONSABLE DEL REGISTRO:** NOMBRE: Doris ulloa, FIRMA: [Firma]

**Figura 36.** Capacitación de procedimiento

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

También se capacitó a los trabajadores sobre la aplicación del orden y limpieza y la delimitación del área de trabajo.



Figura 37. Aplicación del orden y limpieza

Elaboración propia con datos de la empresa

Como se puede observar se logró ordenar, el área inicialmente estaba desordenada con las herramientas por todos lados, finalmente se dispuso estantes para los componentes y una gaveta para guardar pernos y llaves .

**Establecer** : establecieron los formatos de control y seguimiento donde se plasmarán las evidencias de las mejoras planteadas.

**Tabla 31** Plan de seguimiento y control

PLAN CONTROL Y SEGUIMIENTO												
N°	ACTIVIDAD	FRECUENCIA MENSUAL										
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie	Octubr	Noviem	Diciem
1	Cumplimiento del procedimiento de ensamble.											
2	Funcionalidad del buen uso de tecla manual.											
3	Cumplimiento del orden y limpieza del área.											
4	Llenado del check list de seguimiento.											
5	Verificación del uso correcto de equipos electrónicos.											

Elaboración propia con datos de la empresa

**Tabla 32** formato de control de llegada de componentes

LOGO	RECEPCIÓN DE PIEZAS EN EL ÁREA DE ENSAMBLE SEGÚN AOC							Código
								Versión
								Fecha
AOC	Ítem	Cantidad	Cliente	Descripción	Estado			¿Se puede iniciar ensamble ?
					Completo	Parcial	Sistema de transmisión	

Elaboración propia con datos de la empresa

**Tabla 33** Check list de control de tecla manual

logo	Formato de llenado del uso de tecla manual					Código	
						Versión	
						Fecha	
fecha	operario	Control en buen estado	sistema hidráulico con lubricante	Cadena en buen estado	Tiempo de uso	Obs	

Fuente elaboración propia

**Tabla 34** Check list de control orden y limpieza

logo	Formato de CONTROL DE ORDEN Y LIMPIEZA					Código	
						Versión	
						Fecha	
fecha	operario	Día de la semana	Acomodar en estante piezas	Guardar en gaveta herramientas	Mantener el área limpia	obs	
	Luis	Lunes					
	Armando	Martes					
	Jorge	Miércoles					
	Cesar	Jueves					
	Luis	Viernes					
	Luis	Lunes					
	Armando	Martes					
	Jorge	Miércoles					
	Cesar	Jueves					
	Luis	Viernes					

Fuente elaboración propia

**Mantener:** para mantener lo implementado se estableció las cartillas de control y seguimiento el cual nos permita ver las actividades que se están cumpliendo y las que no.

**Tabla 35** Llenado del Plan de seguimiento y control


PLAN CONTROL Y SEGUIMIENTO												
N°	ACTIVIDAD	FRECUENCIA MENSUAL										
		Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie	Octubr	Novie	Diciem
1	Cumplimiento del procedimiento de ensamble.				SI							
2	Funcionalidad del buen uso de tecla manual.				SI							
3	Cumplimiento del orden y limpieza del área.			SI								
4	Llenado del check list de seguimiento.			SI								
5	Verificación del uso correcto de equipos electrónicos.											

Fuente elaboración propia con datos de la empresa.

Segunda observación variable dependiente y sus dimensiones.

Primera dimensión eficiencia.

**Tabla 36.** Eficiencia Post-test

		REGISTRO DE EFICIENCIA				
<b>Mes</b>	Marzo-abril-mayo			<b>Ficha N°</b>	001	
<b>Investigador</b>	Doris Ulloa /Fredy carrasco			<b>Fecha de estudio</b>	Marzo-abril-mayo	
<b>Unidad</b>	Ensamble			<b>Elaborado por</b>	Carrasco-Ulloa	
<b>Formula</b>	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estándar)}}{\text{Tiempo total (real)}}$					
Proceso de observación						
Semana	Tiempo estimado (programado-estándar)			Tiempo real utilizado (min)	Eficiencia (%)	Observación
	N° Bombas producidas	Tiempo estándar(min)	Total (min)			
1	15	604,71	9070,65	10080	90	
2	14	604,71	9675,36	10080	84	
3	16	604,71	9070,65	10080	96	
4	14	604,71	8465,94	10080	84	
5	15	604,71	9070,65	10080	90	
6	15	604,71	9675,36	10080	90	
7	15	604,71	9070,65	10080	90	
8	14	604,71	8465,94	10080	84	
9	14	604,71	8465,94	10080	84	
10	16	604,71	9070,65	10080	96	
11	14	604,71	8465,94	10080	84	
12	14	604,71	9070,65	10080	84	
				<b>Promedio</b>	<b>88</b>	

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

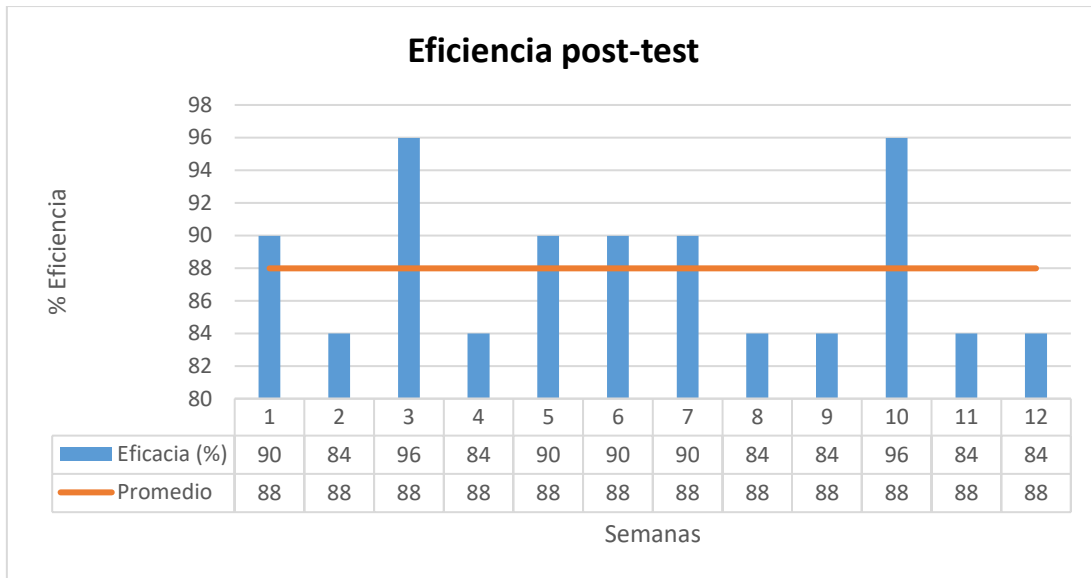


Figura 38. Grafica del % de eficiencia semanal Posttest

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Analizando los resultados del promedio de la figura N°38 se puede decir que existe una mejora de 78 % a 88 % en el promedio de la eficiencia en el post-test.

Del mismo modo volvió a calcular la eficacia en la fabricación de bombas empleando la misma fórmula que se usó para calcular el pretest, donde pudimos relacionar las bombas producidas entre las bombas programadas de acuerdo al tiempo de trabajo disponible. Para realizar dicho análisis se calculó la capacidad de fabricación de bombas real, para esto se usó la siguiente formula:

$$CPI = \frac{N^{\circ}Trab \times TJL}{TE}$$

Donde:

CPI: Capacidad de producción instalada

N°Trab: Número de trabajadores

TJL: Tiempo de jornada laboral (min)

TE: Tiempo estándar (min)



**Tabla 37. Capacidad de producción Posttest**

N° trabajadores	Tiempo de jornada laboral semanal en (min)	Tiempo estándar de una bomba (min)	Capacidad de producción /bombas semanales
4	2520	604,71	17

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Si analizamos la diferencia entre la capacidad de producción antes de la mejora con relación a después de la mejora podemos decir que tenemos un incremento en la capacidad de la producción de 13 bombas producidas en el pre test a 17 bombas en el post-test y una reducción del tiempo estándar para la fabricación de 770.02 minutos en el antes a 604.71 minutos en el después.

Se volvió a calcular la eficacia tal y como se muestra a continuación en la tabla 34

**Tabla 38. Eficacia Posttest**

REGISTRO DE EFICACIA				
Mes	Marzo-Abril-Mayo		Ficha N°	001
Investigador	Doris Ulloa/Fredy Carrasco		Fecha de estudio	Marzo-Abril-Mayo
Unidad	Ensamble		Elaborado por	Carrasco-Ulloa
			Aprobado por	
Formula	$Eficacia = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN				
Semana	Bombas Producidas	Bombas Programadas	Eficacia	Observaciones
1	15	17	88	
2	16	17	94	
3	15	17	88	
4	14	17	82	
5	15	17	88	
6	16	17	94	
7	15	17	88	
8	14	17	82	
9	14	17	82	
10	15	17	88	
11	14	17	82	
12	15	17	88	
<b>Promedio</b>			<b>86</b>	

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

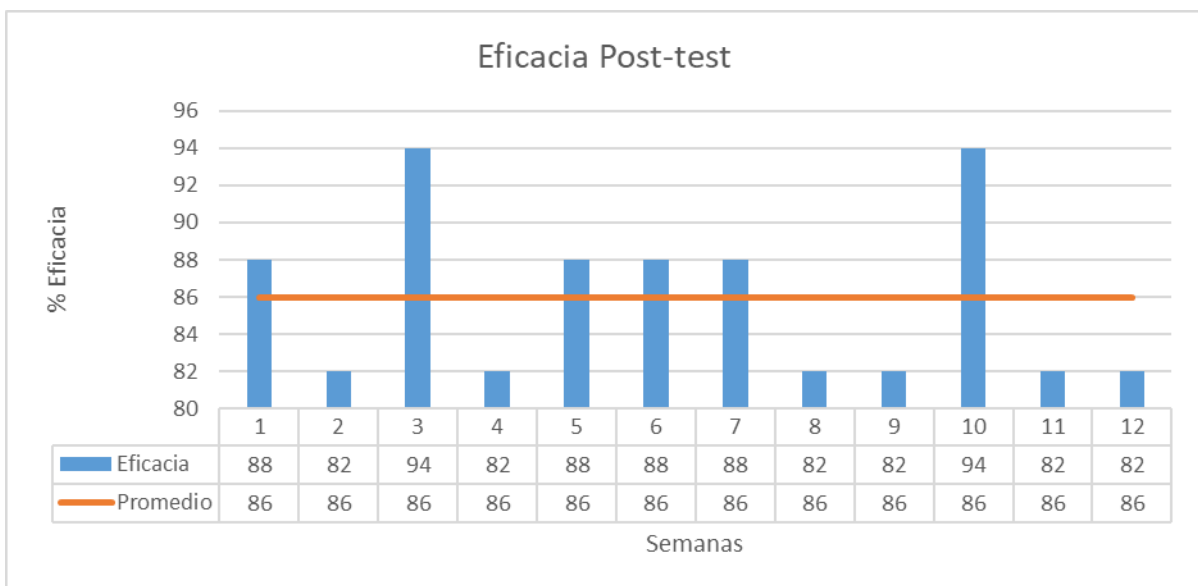


Figura 39. Grafica del % de Eficacia semanal post-test

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 39. Productividad post-test

REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD			
<b>Mes</b>	Marzo. Abril-Mayo		Ficha N° 001
<b>Investigador</b>	Doris Ulloa/Carrasco Fredy		Fecha de estudio Marzo. Abril-Mayo
<b>Unidad</b>	Ensamble		Elaborado por Carrasco-Ulloa
			Aprobado por
INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD			
Proceso de observación			
Semana	Eficiencia	Eficacia	Productividad mano de obra (%)
1	90	88	79
2	84	82	69
3	96	94	90
4	84	82	69
5	90	88	79
6	90	88	79
7	90	88	79
8	84	82	69
9	84	82	69
10	96	94	90
11	84	82	69
12	84	82	69
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>86</b>	<b>76</b>

Elaboración propia con datos de la empresa

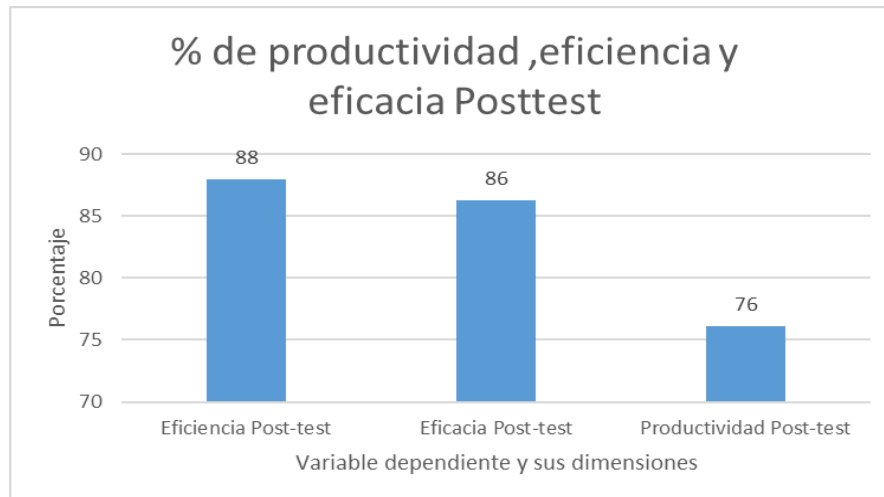


Figura 40. Gráfica de productividad post-test

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Se evidencia que se obtuvo una mejora de la productividad en un 15 % ya que mejoró de un 61 % que se encontraba inicialmente a un 76 % después de aplicar la mejora, lo cual representa un crecimiento y un margen de ganancia considerable para la organización que más adelante se calcula en el análisis financiero.

### Análisis económico

Tabla 40. Cálculo de costos tangibles e intangibles

Intangibles				
Concepto	Salario mensual S/.	Horas empleadas	Costo / hora	Costo total S/.
Personal asistente	2500	100	10,4	1041,6
Personal capacitador	4000	115	16,7	1916,7
Personal jefe de área	6000	120	25,0	3000,0

Tangibles			
Concepto	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/.
Compra calentador magnético portátil	1	8250,9	8250,9
Compra de Tablet	1	1200	1200
Compra e instalación de tecladillo manual	1	15000	15000
Compra de equipos celulares	2	800	1600
Capacitaciones	4	25	100
Afiches, volantes y separatas	30	2	60

Fuente elaboración propia

En las 12 semanas de pre test se ensablo 122 bombas de sello húmedo comparado con 176 bombas ensambladas en el post test, calculando una diferencia de 54 bombas en el periodo estudiado reflejando un incremento 18 bombas por mes. De acuerdo a nuestra investigación la empresa tiene una ganancia neta del 20 % del precio de venta de una bomba, tal y como se muestra en la tabla N°41 donde se calcula las ventas proyectadas por mes.

**Tabla 41.** *Cálculo de ventas proyectadas*

Precio de venta x bomba	S/. 3 000
Ganancia neta x bomba	S/. 600
Bombas incrementadas por mes	18 unidades
Incremento ingreso mensual	S/. 10 800

Fuente elaboración propia

Se proyecta una ganancia de S/. 10 800 valor que se considerara para el calculo de flujo de caja en el periodo de un año.

Tabla 42. Cálculo del flujo de caja

Flujo de Caja económico de la Solución														
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
<b>Ventas Proyectadas/Ahorros proyectados</b>		10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	
<b>Costos Post</b>														
Mantto teclé manual		200	200	200	200	200	1 500	200	200	200	200	200	1 500	
Mantto tablet							900						900	
Mantto Calentador magnético				500			500			500			500	
<b>Beneficio</b>		10 600	10 600	10 100	10 600	10 600	7 900	10 600	10 600	10 100	10 600	10 600	7 900	
<b>Inversiones Tangibles</b>														
Afiches, volantes y separatas	-60,00													
Compra de equipos celulares	-1 600,00													
Reposición de herramientas	-300,00													
teclé manual	-15 000,00													
Tablet	-1 200,00													
Calentador magnético	-8 250,90													
<b>Inversiones Intangibles</b>														
Horas - Hombre personal asistente	-1 041,70													
Horas - Hombre personal capacitador	-1 916,70													
Horas - Hombre personal jefe de área	-3 000,00													
Elaboración formatos y procedimientos	-500,00													
Programa 5"s"	-100,00													
<b>TOTALES NETOS</b>		<b>-32 969,30</b>	10 600	10 600	10 100	10 600	10 600	7 900	10 600	10 600	10 100	10 600	10 600	7 900
<b>TEA</b>	<b>4%</b>	Ahorro plazo fijo $TEA = (1+TEM)^n - 1$												
<b>TEM</b>	<b>0,327%</b>	$TEM = (1+TEA)^{1/n} - 1$ (interés compuesto)												
<b>Cálculo del VAN</b>		85 340,47	VAN : Valor actual neto $F=P(1+TEM)^n$ $P=F/(1+TEM)^n$											
<b>Cálculo de la TIR</b>		30%												
<b>Cálculo del ratio Beneficio / Costo</b>		3,5885	Por cada S/1.00 que el empresario invierta en el desarrollo de la tesis se espera un beneficio/venta de S/ 2,5885											
<b>COK=TIR = Tasa Interna de retorno</b>														

Fuente elaboración propia

Tal y como se evidencia en la tabla N°42, se invirtió 32 969,30 soles en la aplicación de las mejoras dicho monto será recuperado gracias al incremento de las bombas producidas .

**Valor actual Neto :** Con nuestro flujo de caja se proyectó en un tiempo de 12 meses obteniendo un VAN de S/. 85 340, 47. según el criterio de rentabilidad el proyecto es rentable ya que es un valor mayor que 0 .

**Tasa interna de retorno TIR :** Se consideró la evaluación del porcentaje de la tasa interna de retorno obteniendo un valor de 30% lo cual implica que el proyecto es viable ya que se va poder cumplir con los gastos de mantenimiento y se va poder recuperar la inversión en el cuarto mes. **TIR = COK**

**Beneficio costo:** Con este análisis se determinó la ganancia que se obtendrá por cada sol invertido teniendo un resultado de 3,5885, deduciendo que por cada S/.1 invertido se tendrá una ganancia de S/. 2,5883 .

### **3.6. Método de análisis de datos**

Hernández y Mendoza (2018, p. 574) sostienen que es la herramienta que evalúa, separa y describirá la información obtenida de los instrumentos, sobre la estadística descriptiva e inferencial. En este caso se utilizará dos herramientas específicas, el programa excel para la obtención de las tablas y gráficos descriptivos y la herramienta SPSS para cada variable y dimensiones permitiendo obtener las mediciones de tendencia central, medidas de dispersión y esquemas que faciliten la toma de decisiones .

Se aplicarán las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk (para datos menores a 30) y Kolmogorov Smirnov (para datos mayores a 30) para conocer si los datos (KPI's) son paramétricos o no paramétricos, con esto se sabrá si utilizaremos la prueba T- student (paramétrica) o la prueba de Wilcoxon (no paramétrica). El análisis inferencial estima parámetros y al mismo tiempo realiza la prueba de las hipótesis planteadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Mukhlash *et al* (2019, p. 185) indicaron que las consideraciones éticas y cuestiones metodológicas son vitales para la investigación.

Se seguirán los cuatro principios éticos de UCV: Se respeta la autonomía de las personas, quienes de manera voluntaria tiene la disponibilidad de participar en el desarrollo investigación. Asi mismo se reafirma que no existirá mala intención o daño moral a la población o al sujeto de estudio utilizado en el trabajo. La data consignada en la investigación proviene de fuentes veraces y confiables , se respetará y consignará a los autores de tesis, libros y fuentes diversas de información a ser utilizadas.

El manejo de la información se realizará de manera imparcial, sin sesgos de los investigadores, procurando no tener ningún interés en particular por demostrar cierto resultado en beneficio de terceros.

#### IV. RESULTADOS

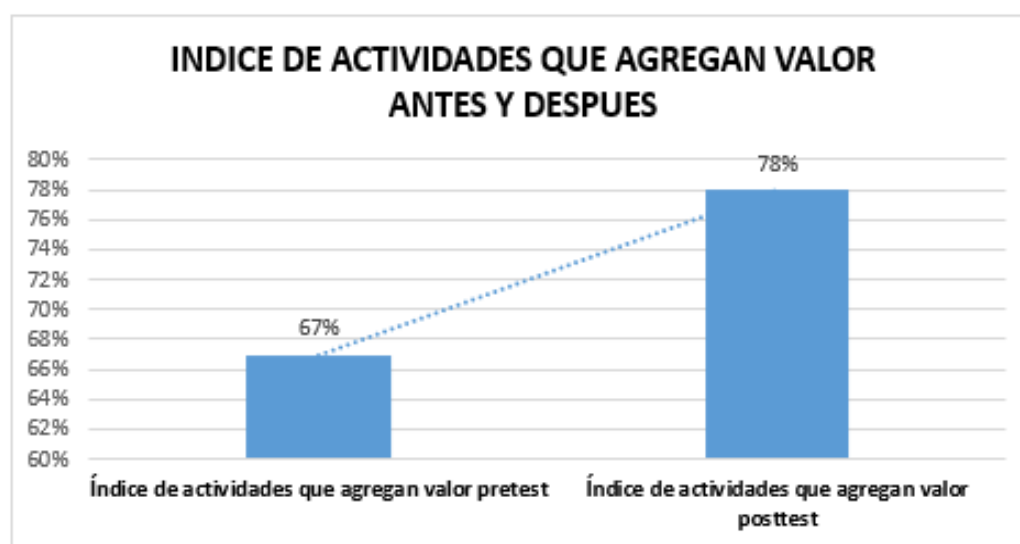
**Análisis descriptivo:** A través de este análisis podemos observar y graficar los cambios registrados de las variables y sus respectivas dimensiones de la investigación realizada por 12 semanas antes y 12 semanas después de ejecutada la aplicación del estudio de trabajo, la herramienta utilizada fue el SPSS ,a continuación, se detalla dicho análisis.

##### **Variable independiente. Estudio del trabajo**

**Primera dimensión :Estudio de métodos .** Para esta dimensión se evaluó en función a las actividades que agregan valor y las que no al proceso de fabricación de bombas sello húmedo , se logró un incremento de 11% el índice de actividades que agregan valor.

**Tabla 43** Resumen índice de actividades que agregan valor pretest- post-test

Actividades Cantidad	Pre-test	Post-test
Total, de actividades en la fabricación de bombas	21	18
Todas las actividades que no generan valor	7	4
Índice de actividades que agregan valor	67%	78%



*Figura 41.* Índice de actividades que agrega valor pretest post-test

Fuente elaboración propia con datos de la empresa



**Dimensión 2: Estudio de tiempos** ,en esta dimensión se calculó el tiempo estándar con su respectivas valoraciones y suplementos empleados en la fabricación de una bomba.

**Tabla 44** Resumen índice de actividades que agregan valor pre-test- Post-test

Actividades Cantidad	Pre-test	Post-test
Tiempo estándar por unidad de bomba fabricada en minutos	770.20	604.71

Se muestra una reducción del tiempo estándar de 770.02 minutos en el pretest a 604.71 minutos en el pos-test , teniendo un ahorro de 165.31 minutos en el tiempo estándar.

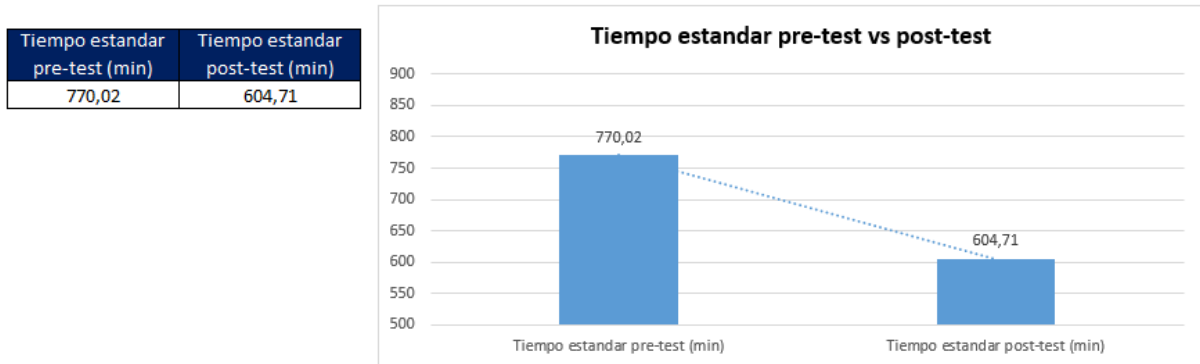


Figura 42. Grafica tiempo estándar pretest vs post-test

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Variable dependiente: Productividad mano de obra**, se evaluó con el indicador de índice de productividad el cual fue resultante del producto de la eficiencia y la eficacia destinada a mostrar el nivel en el que se empleó la mano de obra disponible para la fabricación de bombas

Productividad Pre-test	Productividad Post-test
61%	76%

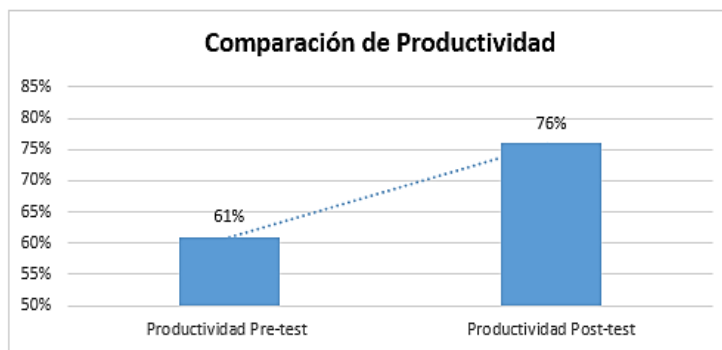


Figura 43. Grafica de productividad pretest vs Posttest

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Se evidencia la comparación del indicador de la productividad luego de aplicado la mejora y nos muestra un incremento de 15 %.

Tabla 45 Análisis descriptivo de la variable productividad

		Estadísticos		
		Productividad adntes	Productividad despues	Diferenciaproductividad
N	Válido	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		61,2500	75,8333	14,9167
Error estándar de la media		2,78286	2,33820	1,81933
Mediana		59,0000	74,0000	14,5000
Moda		71,00	69,00	8,00 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		9,64012	8,09976	6,30236
Varianza		92,932	65,606	39,720
Asimetría		-,291	,800	,034
Error estándar de asimetría		,637	,637	,637
Curtosis		-1,520	-,590	-2,226
Error estándar de curtosis		1,232	1,232	1,232
Rango		23,00	21,00	14,00
Mínimo		48,00	69,00	8,00
Máximo		71,00	90,00	22,00
Suma		735,00	910,00	179,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente elaboración propia con datos de SPSS

**La mediana** es aquel valor que divide a la distribución por la mitad. Donde la mitad de los casos caen por debajo de la mediana y la otra mitad se ubica por encima de ésta, en este caso podemos ver que la mediana antes es 59 % y después es 74 % observándose un incremento de 15 % .

**La media** es considerada la inclinación central más usada según (Graham, 2013, Kwok, 2008b y Leech, Onwuegbuzie y Daniel, 2006) se define como el promedio aritmético de la distribución. Y donde podemos evaluar que la media antes es 61,25 % y después es 75,83 % observándose una diferencia del 14,5 %.

**Moda.** Es considerada a aquella categoría que se presenta con mayor frecuencia en el caso de nuestro proyecto tenemos que la moda antes es 71% y después es 69.

**Desviación estándar:** Definido como el promedio de las puntuaciones que existen en relación a la media expresada en unidades originales. Hace mención a cuánto se desvía en promedio de la media de un conjunto de puntuaciones. Solo es utilizada en aquellas variables que se miden por intervalos de escala razón, este caso tenemos una desviación antes es 9.22 % y después es 7.48 % .

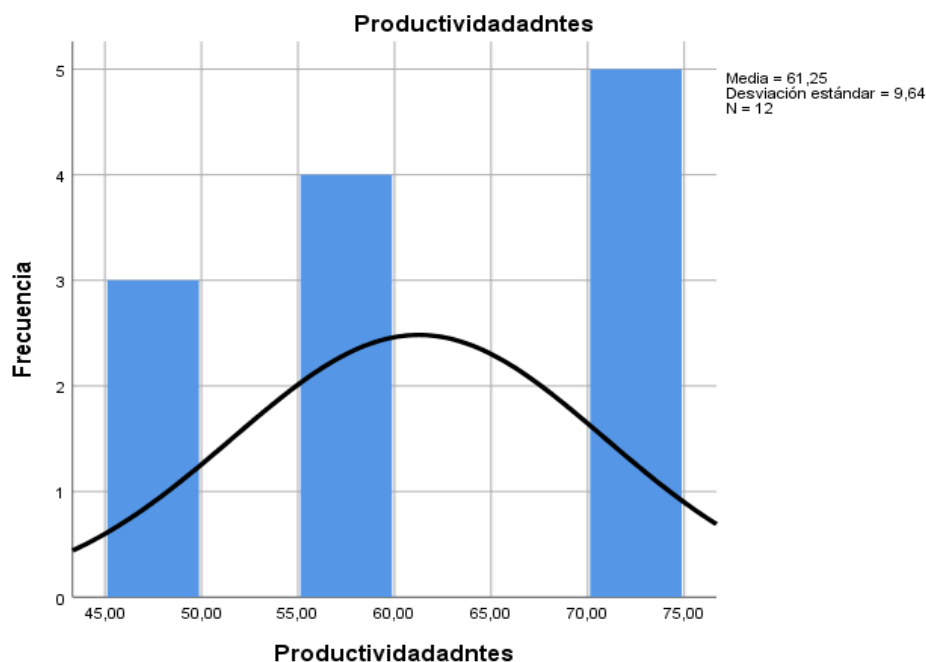


Figura 44. Histograma de productividad antes

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

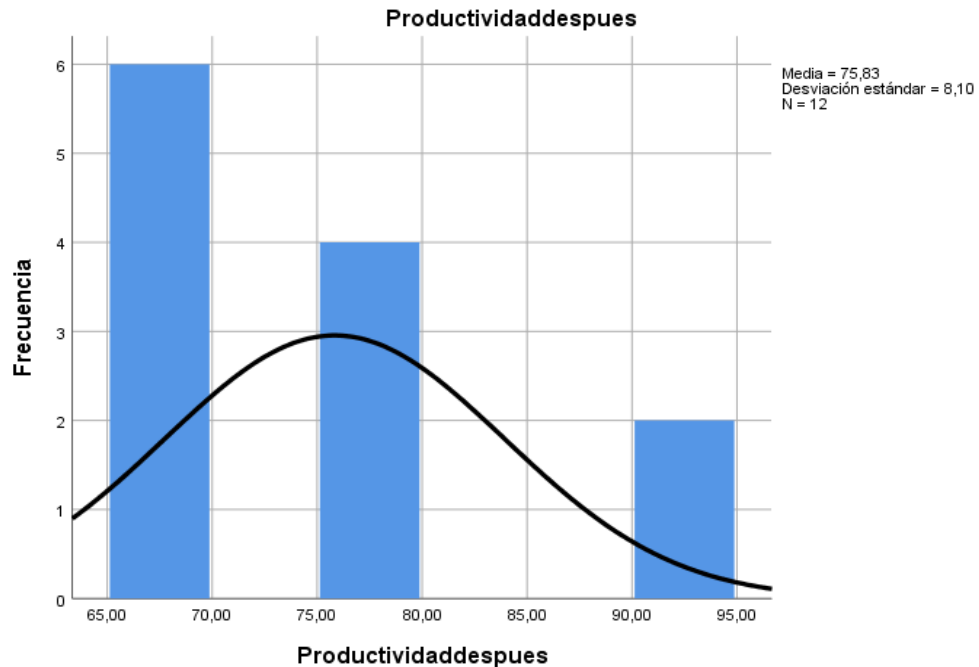


Figura 45. Histograma de productividad después

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Análisis descriptivo de la dimensión 1 Eficiencia**, estuvo relacionada al número de trabajadores y las horas de trabajado utilizadas para la fabricación de bombas producidas versus las horas proyectadas calculadas con el tiempo estándar.

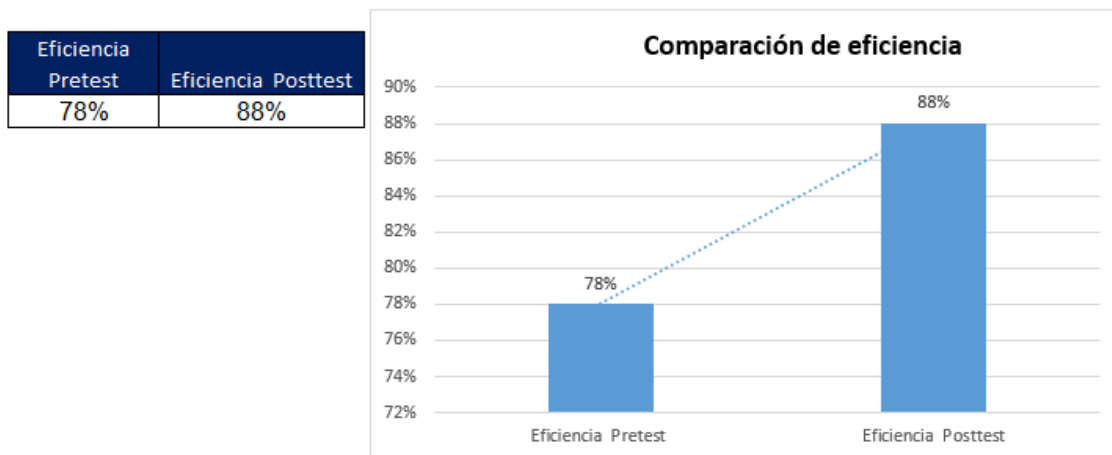


Figura 46. Comparación de eficiencia

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Tabla 46 Estadística descriptiva dimensión eficiencia**

		<b>Estadísticos</b>		
		Eficiencia antes	Eficiencia después	Diferencia eficiencia
N	Válido	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		77,5833	88,0000	10,4167
Error estándar de la media		1,81933	1,34840	1,09030
Mediana		76,0000	87,0000	10,0000
Moda		84,00	84,00	6,00 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		6,30236	4,67099	3,77692
Varianza		39,720	21,818	14,265
Asimetría		-,258	,719	,085
Error estándar de asimetría		,637	,637	,637
Curtosis		-1,558	-,792	-1,908
Error estándar de curtosis		1,232	1,232	1,232
Rango		15,00	12,00	9,00
Mínimo		69,00	84,00	6,00
Máximo		84,00	96,00	15,00
Suma		931,00	1056,00	125,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**La mediana** .Podemos ver que la mediana antes es 76 % y después es 87 % observándose un incremento de 11 % en la eficiencia .

**La media** .La media antes es 77,58 % y después es 88,0 % observándose un incremento de 10,42 % para la eficiencia.

**Moda**. En nuestro proyecto tenemos que la moda antes es 84 % y después es 84 % para la eficiencia .

**Desviación estándar:** En este caso para la eficiencia tenemos una desviación antes es 6,30 % y después es 4,67 %.

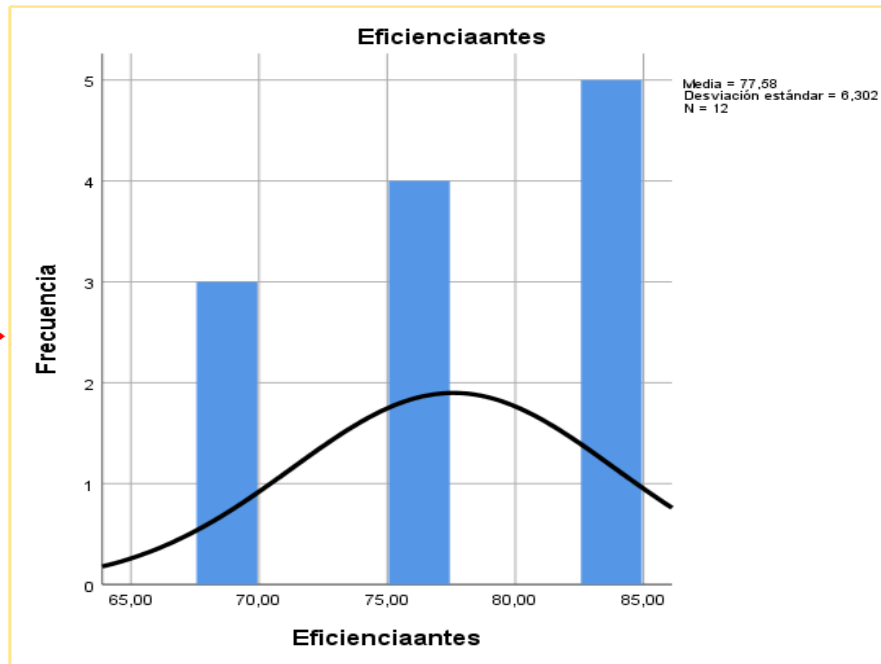


Figura 47. Histograma de eficiencia antes

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

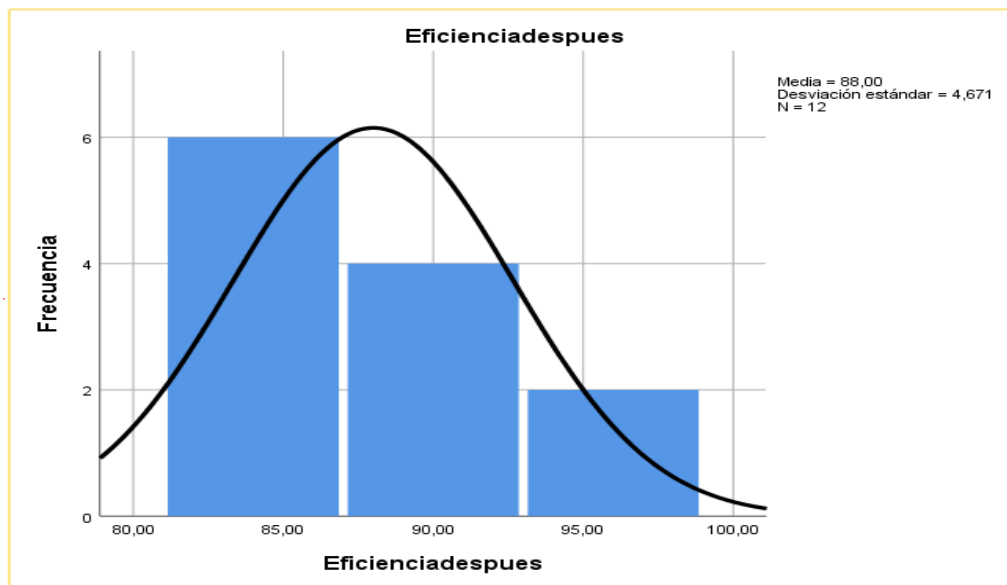


Figura 48. Histograma de eficiencia después

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Análisis descriptivo de la dimensión 2 Eficacia**, estuvo relacionada al número de bombas producidas en una semana entre las bombas programadas que se debieron producir en una semana teniendo como referencia el tiempo estándar de fabricación.

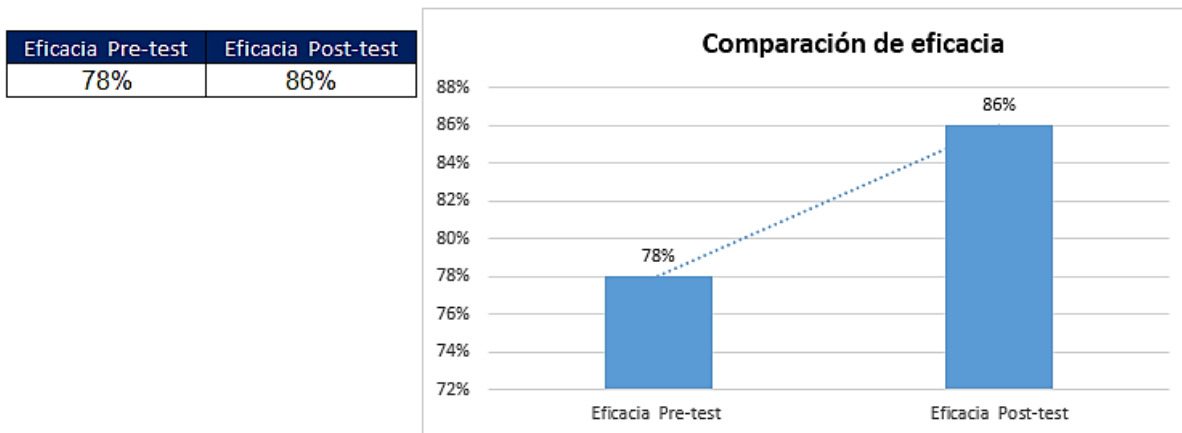


Figura 49. Comparación de eficacia

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Tabla 47 Estadística descriptiva dimensión eficacia

		Estadísticos		
		Eficacia antes	Eficacia después	Diferencia eficacia
N	Válido	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		78,3333	86,0000	8,0833
Error estándar de la media		1,92800	1,34840	1,12451
Mediana		77,0000	85,0000	7,5000
Moda		85,00	82,00	4,00 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		6,67878	4,67099	3,89541
Varianza		44,606	21,818	15,174
Asimetría		-,354	,719	,191
Error estándar de asimetría		,637	,637	,637
Curtosis		-1,447	-,792	-2,009
Error estándar de curtosis		1,232	1,232	1,232
Rango		16,00	12,00	9,00
Mínimo		69,00	82,00	4,00
Máximo		85,00	94,00	13,00
Suma		940,00	1032,00	97,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente elaboración propia con datos de SPSS

**La mediana** .Podemos ver que la mediana antes es 77 % y después es 85 % observándose un incremento de 8 en la eficacia.

**La media** .La media antes es 78,33 % y después es 86 % observándose un incremento de 8,08 % para la eficacia.

**Moda**. En nuestro proyecto tenemos que la moda antes es 85 %y después es 82 % para la eficacia .

**Desviación estándar:** En este caso para la eficiencia tenemos una desviación antes es 6,67 % y después es 4,67 % para la eficacia.

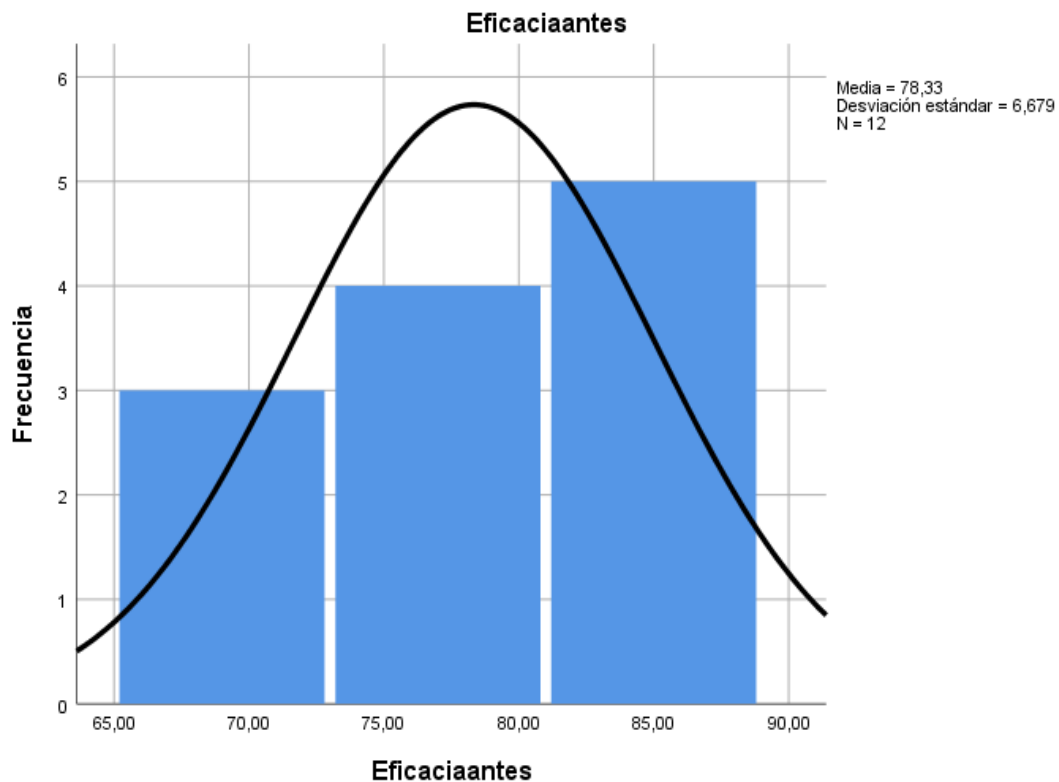


Figura 50. Histograma de eficacia antes

Fuente elaboración propia con datos de la empresa



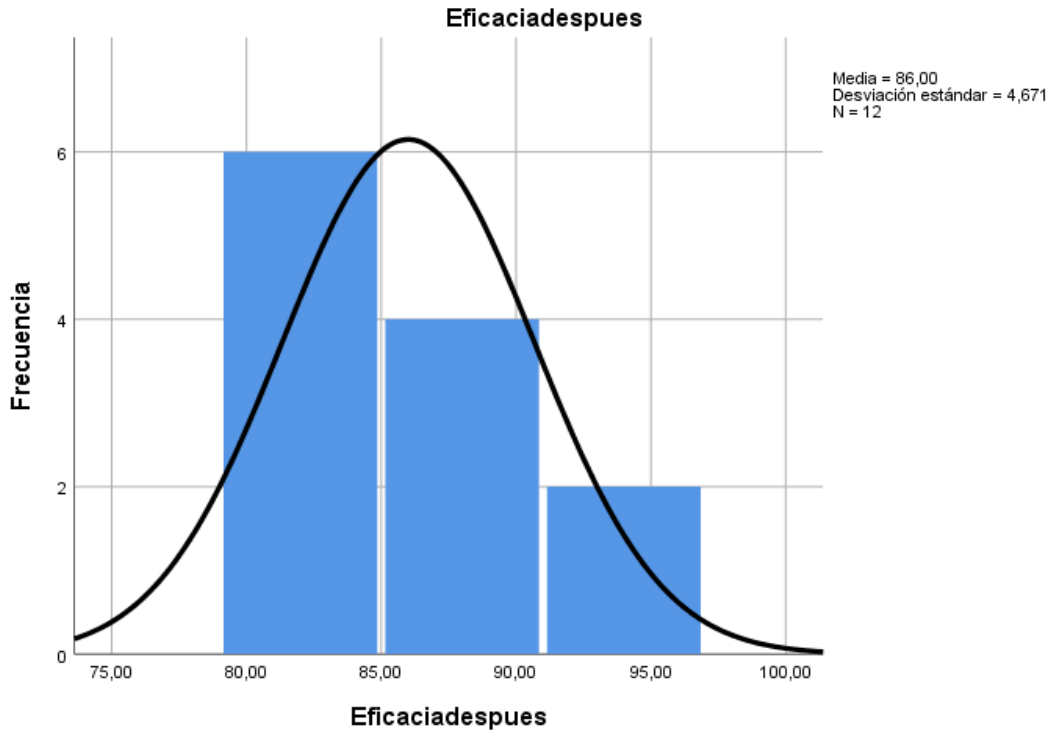


Figura 51. Histograma de eficacia después

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

**Análisis inferencial.** En este paso se analizaron cada una de las hipótesis presentadas al iniciar esta investigación, así se pudo determinar si la variable dependiente en nuestro caso estudio del trabajo realizó cambios en la variable dependiente la productividad y sus dimensiones en un periodo de 12 semanas antes y después de realizar la mejora.

**Análisis de la hipótesis general (Ha):** La aplicación del estudio del trabajo incrementó la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**Prueba de Normalidad:**

Para poder validar nuestra hipótesis general planteada, fue necesario determinar si los datos recolectados de la productividad antes y después de la mejora durante 12 semanas tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para ello se empleó

la herramienta SPSS en lo cual se aplicó la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk.

Regla de decisión:

- Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si  $p \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferenciaproductividad	,282	12	,009	,780	12	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 52. Prueba de normalidad productividad

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Según Guillén (2016, p.46) cuando la significancia es mayor a 0.05 los datos son paramétricos se debe utilizar la prueba T de Student de pares relacionados la cual mide la media de un conjunto de datos, caso contrario se debe emplear la prueba de signos de Wilcoxon. En nuestro caso se puede apreciar en la figura 52 la significancia es 0.006 por lo tanto podemos afirmar que tiene un comportamiento no paramétrico por lo tanto se usara la prueba de signos de Wilcoxon.

### Contrastación de la hipótesis general:

Hipótesis Nula (**H<sub>0</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo no incrementa la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Hipótesis Alterna (**H<sub>a</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión:

- Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ : Se rechaza la hipótesis nula
- Si  $p \text{ valor} > 0.05$ : No se rechaza la hipótesis nula

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Productividad despues - Productividad adntes
Z	-3,075 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Figura 53. Prueba de productividad con signos de Wilcoxon

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se puede observar en la figura 53 al aplicar la prueba de Wilcoxon tenemos una significancia de 0.002 y según Guillen (2016, p.63), si la significancia es  $> 0,05$  se acepta la Hipótesis nula, si la significancia  $< 0,05$  se acepta Hipótesis alterna. En nuestro caso aceptamos la hipótesis alterna donde afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión para la mediana :

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

$\mu_{Pa}$ : Mediana de la productividad antes de la aplicación del estudio del trabajo

$\mu_{Pd}$ : Mediana de la productividad después de la aplicación del estudio del trabajo

**Tabla 48** Estadística descriptiva dimensión productividad

		<b>Estadísticos</b>	
		Productividad antes	Productividad despues
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Mediana		59,0000	74,0000

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se aprecia en la tabla N° 48, se pudo constatar que la mediana de la productividad después de la mejora (74,00) es mayor a la mediana de la productividad antes de la mejora (59,00) de acuerdo a la regla de decisión se acepta la hipótesis alterna. Por ende, se afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**Análisis de la hipótesis específica 1. (Ha):** La aplicación del estudio del trabajo incremento la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**Prueba de Normalidad:** Para poder validar nuestra hipótesis específica 1 planteada, fue necesario determinar si los datos recolectados de la eficiencia antes y después de la mejora durante 12 semanas tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para ello se empleó la herramienta SPSS en lo cual se aplicó la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk.

Regla de decisión:

- Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si  $p \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferenciaeficiencia	,239	12	,057	,839	12	,027

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 54. Prueba de normalidad dimensión eficiencia

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Según Guillén (2016, p.46) cuando la significancia es mayor a 0.05 los datos son paramétricos se debe utilizar la prueba T de student de pares relacionados la cual mide la media de un conjunto de datos, caso contrario se debe emplear la prueba de signos de Wilcoxon. En nuestro caso se puede apreciar en la figura 54 la significancia es 0.027 por lo tanto podemos afirmar que tiene un comportamiento no paramétrico por lo tanto se usara la prueba de signos de Wilcoxon.

### **Contrastación de la hipótesis específica 1:**

Hipótesis Nula (**H<sub>0</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo no incrementó la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Hipótesis Alterna (**H<sub>a</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión:

- Si p valor  $\leq$  0.05, se rechaza la hipótesis nula
- Si p valor  $>$ 0.05, no se rechaza la hipótesis nula

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Eficiencias antes - Eficiencias
Z	-3,075 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Figura 55. Prueba de eficiencia con signos de Wilcoxon

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se puede observar en la figura N°55 al aplicar la prueba de Wilcoxon tenemos una significancia de 0.002 y según Guillen (2016, p.63), si la significancia es  $> 0,05$  se acepta la Hipótesis nula, si la significancia  $< 0,05$  se acepta Hipótesis alterna. En nuestro caso aceptamos la hipótesis alterna donde afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión para la mediana de la eficiencia :

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

$\mu_{Pa}$ : Mediana de la eficiencia antes de la aplicación del estudio del trabajo

$\mu_{Pd}$ : Mediana de la eficiencia después de la aplicación del estudio del trabajo

Tabla 49 Estadística descriptiva dimensión eficiencia

		Estadísticos	
		Eficiencias antes	Eficiencias después
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Mediana		76,0000	87,0000

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se aprecia en la tabla N° 49, se pudo constatar que la mediana de la eficiencia después de la mejora (87,00) es mayor a la mediana de la eficiencia antes de la mejora (76,00) de acuerdo a la regla de decisión se acepta la hipótesis alterna. Por ende, se afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**Análisis de la hipótesis específica 2. (Ha):** La aplicación del estudio del trabajo incremento la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

**Prueba de Normalidad:**

Para poder validar nuestra hipótesis específica 2 planteada, fue necesario determinar si los datos recolectados de la eficacia antes y después de la mejora durante 12 semanas tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para ello se empleó la herramienta SPSS en lo cual se aplicó la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk.

Regla de decisión:

- Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si  $p \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferenciaeficacia	,333	12	,001	,767	12	,004
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Figura 56. Prueba de normalidad dimensión eficacia

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Según Guillén (2016, p.46) cuando la significancia es mayor a 0.05 los datos son paramétricos se debe utilizar la prueba T de student de pares relacionados la cual mide la media de un conjunto de datos, caso contrario se debe emplear la prueba de signos de Wilcoxon. En nuestro caso se puede apreciar en la figura N°56 la significancia es

0.004 por lo tanto podemos afirmar que tiene un comportamiento no paramétrico por lo tanto se usara la prueba de signos de Wilcoxon.

### Contrastación de la hipótesis específica 2:

Hipótesis Nula (**H<sub>0</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo no incrementó la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Hipótesis Alterna (**H<sub>a</sub>**): La aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión:

- Si p valor  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si p valor  $>0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Eficiadesp ues - Eficaciaantes
Z	-3,075 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Figura 57. Prueba de eficiencia con signos de Wilcoxon

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se puede observar en la figura 57 al aplicar la prueba de Wilcoxon tenemos una significancia de 0.002 y según Guillen (2016, p.63), si la significancia es  $> 0,05$  se acepta la Hipótesis nula, si la significancia  $<0,05$  se acepta Hipótesis alterna. En nuestro caso aceptamos la hipótesis alterna donde afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

Regla de decisión de la mediana en la eficacia:

$$H_0: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa < \mu Pd$$

$\mu Pa$ : Mediana de la eficacia antes de la aplicación del estudio del trabajo

$\mu Pd$ : Mediana de la eficacia después de la aplicación del estudio del trabajo.



**Tabla 50** Estadística descriptiva dimensión eficacia

<b>Estadísticos</b>			
		Eficaciaantes	Eficiadesp ues
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Mediana		77,0000	85,0000

Fuente elaboración propia con datos de la empresa

Como se aprecia en la tabla N°50, se pudo constatar que la mediana de la eficacia después de la mejora (85,000) es mayor a la mediana de la eficacia antes de la mejora (77,00) de acuerdo a la regla de decisión se acepta la hipótesis alterna. Por ende, se afirma que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.

## V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general que fue analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022, se investigó teoría en relación a la productividad, en base a ello. Kalra *et al* mencionan que la productividad es la relación de las entradas y salidas, siendo las salidas la cantidad producida de bienes y servicios y las entradas la materia prima, recursos usados. La productividad parcial o de un factor es la relación que existe entre las bombas producidos y el factor involucrado en nuestro caso la mano de obra. Con respecto a la hipótesis general se aceptó la hipótesis alterna (Ha) y se rechazó la hipótesis nula (Ho) debido a que se obtuvo una significancia según la prueba de signos de Wilcoxon de 0.002, si existe diferencia en el promedio de la productividad después de la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022, teniendo como promedio pre test 61 % y como post test 76 % visualizando un incremento del 15 %. Estos resultados se compararon con Rosales y Bustamante (2020) aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de formaletas en una empresa metalmecánica logró un incremento la productividad 61,85 % a 75,74 %.

Respecto al primer objetivo específico analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación mejora de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 202. Según Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017, p. 51) consideran que eficiencia tiene que ver con el análisis de los logros obtenidos y los recursos empleados para cumplir los objetivos y metas propuestos. Referente a nuestra investigación se obtuvieron resultados de 78% en el antes a un 88 % en el después logrando un incremento de 10 % en la eficiencia, dichos datos tienen coincidencia con los resultados obtenidos por Moreto (2020) en su investigación en el sector manufacturero logró una mejora de la eficiencia de 87,50 % a 100% obteniendo un aumento de 12.5 % lo cual permite ser más eficientes y tener mayor producción lograda en la empresa.

En relación al segundo objetivo específico. Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022. En nuestra investigación se obtuvieron los siguientes datos 78 % en el antes y 86 % después de la aplicación del estudio de trabajo logrando un incremento de 8 % , estos resultados tienen concordancia con la investigación realizada por Rubio (2019) en el sector metalmecánico con la aplicación del estudio de trabajo logro un incremento de la eficacia de 87.77 % a 97,61 % con un incremento de 9,84 % en la fabricación de tanques en acero inoxidable resultados que coinciden con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se determinó que la aplicación del estudio de trabajo tiene un impacto positivo en la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022, puesto que los resultados estadísticos muestran que la productividad inicialmente estaba en 61 % y después de la aplicación del estudio de trabajo y las mejoras respectivas se incrementó a 76 % evidenciando un incremento de 15 %, lo cual permite a la organización ser más productiva y rentable.

Se puede concluir que la aplicación del estudio de trabajo influyó significativamente en la mejora de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022, debido a que obtuvieron resultados en el antes de 78 % y en el después de 88 % con un alza de 10 %, esto permitió que la organización diera el máximo aprovechamiento de los recursos para la fabricación de bombas.

La aplicación del estudio de trabajo incidió de manera favorable en la mejora de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022. gracias a que permitió el incremento de la eficacia de un 78 % a 86 % en un periodo de 12 semanas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para lograr un incremento significativo en la productividad con la implementación del estudio del trabajo la organización debe mantener las mejoras implementadas con esta metodología realizando controles estrictos de cumplimiento y supervisión donde deben trabajar en equipo los responsables de la organización y el personal involucrado, para lograr estandarizar las actividades y lograr los objetivos.

Referente a la eficiencia se recomienda a la empresa hacer partícipe a los trabajadores por intermedio de las capacitaciones que permitan adquirir más conocimientos y técnicas para el desarrollo de sus actividades y de esta manera poder seguir optimizando los tiempos, recursos e insumos, de la misma forma establecer el plan de formación para repotenciar los conocimientos del nuevo personal. De esta manera se podrá llegar a cumplir los estándares y metas propuestas por el área.

Finalmente, para mantener el incremento de la eficacia y seguir mejorando se recomienda la aplicación de mantenimiento preventivo en la maquinaria y equipo, para de esta forma evitar averías y fallas que perjudiquen el cumplimiento de las entregas de pedidos de esta forma minimizaremos la aplicación de penalidades por los retrasos en las entregas de las bombas de sello húmedo

## REFERENCIAS

AKKONI, Vinayak, KULKARNI Y GAITONDE. Applications of work study techniques for improving productivity at assembly workstation of valve manufacturing industry. *Materials Science and Engineering* [en línea] . 2019,7 pp. [Fecha de consulta 16 de octubre del 2021].

Disponible en: [Aplicaciones de las técnicas de estudio de trabajo para mejorar la productividad en la estación de trabajo de ensamblaje de la industria de fabricación de válvulas - IOPscience](#)

ALIRIO, Jesús. Fundamentos para la redacción de objetivos en los trabajos de investigación de pre grado. *MEXTESOL Journal*, Vol. 43, 1. Nariño, Colombia : s.n., 2019. 2 pp.

Disponible en: [http://www.mextesol.net/journal/index.php?page=journal&id\\_article=5688](http://www.mextesol.net/journal/index.php?page=journal&id_article=5688)

AN EXPERIMENTAL Study on Productivity Improvement using Work study and Ergonomics por P. Malashree [et al.]. *International Journal of Darshan Institute on Engineering Research and Emerging Technology* [en línea]. 2018. Vol. 7, 1. 31-36 pp.[Fecha de consulta: 8 de octubre del 2021].

Disponible en: [http://ijdieret.in/Upload/June%202018%20Vol%207%20No%201/June%202018%20Vol%207%20No%201\\_JJ\\_1806.pdf](http://ijdieret.in/Upload/June%202018%20Vol%207%20No%201/June%202018%20Vol%207%20No%201_JJ_1806.pdf)

ANDRADE, Adrián, DEL RIO, César y ALVEAR, Daissy. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de

Calzado. Revista Información tecnológica [en línea]. Otavalo: 2019, Vol. 30, N.º 3.83-94 pp. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7150608>  
ISSN 0716-8756

APPLICATION of Work Study in Construction Project por Rohit More [et al]. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [en línea]. 2019, vol. 06. 1415-1417 pp. [Fecha de consulta: 8 de octubre del 2021]

Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V6/i4/IRJET-V6I4300.pdf>

ISSN: 2395-0056

APLICACION of the A3 methodology for the improvement of an assembly line por J. Pereira [et al] [en línea] ScienceDirect, 2020.745-754 pp. [fecha de consulta:16 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920301025>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3a. ed. Grupo editorial Patria. 2017.141 pp.

Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

ISBN :978-607-744-748-1

BUSTAMANTE, Yelitza y ROSALES, Edith. Estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de formaletas en la empresa metalmecánica Arquideas S.R.L, Comas 2020. [en línea] [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68018>

CHISOSA, Denford y CHIPAMBWA, Walter. An Exploration of how Work Study Techniques can Optimize Production in Zimbabwe's Clothing Industry. Tecnología y Gestión [en línea]2018, vol. 10, no 3, 11 pp. [Fecha de consulta 22 de octubre del 2021].

Disponible en: [Google Académico](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sitemap=1&as_sitemap=1)

DURAN,Cengiz, CENTIDERE ,Aysel y AKSU,Yunus. Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. Scienedirect [en Línea].2015, Vol. 26, 109-113 pp. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115008874>  
ISSN 2212-5671

EFFICIENCY of Wood-Processing Enterprises—Evaluation Based on DEA and MPI: A Comparison between Slovakia and Bulgaria for the Period 2014–2018 por Stanislava Krišťáková [et al.].Forests [en línea]. 2021, vol. 12, no 8. 1-12 pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4907/12/8/1026>

EL PROTOCOLO de investigación III: la población de estudio por Jesus Arias [et al]. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63 (2), 201-206 pp. [fecha de Consulta 23 de Octubre de 2021]. ISSN: 0002-5151.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

ESTABLISHING Standard Methodologies to Improve the Production Rate of Assembly Lines Used for Low Added-Value Products por Rosa Conseicao [et al]. Scienedirect [en línea]. 2018, vol. 17. 555-562 pp.

Disponible en :[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918\\_312137](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918_312137)

ISSN 2351-9789

ESPINOZA, Eudaldo. La hipótesis en la investigación. Mendive: Revista de Educación, 2018, vol. 16, no 1. 122-139 pp.

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/men/v16n1/1815-7696-men-16-01-122.pdf>



FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, José. Productivity and its factors: impact on organizational improvement. Dimensión empresarial [en línea].2017, vol. 16, no 1. 47-60 pp. [Fecha de consulta:16 de octubre del 2021]

Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1692-85632018000100047&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-85632018000100047&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: conceptual model proposed por Marie Favela [et al]. Rev. Lasallista Investig. [en línea].2019, Vol.6.115-133 pp. [Fecha de consulta:20 de octubre del 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-4449201900010115&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-4449201900010115&script=sci_abstract&tlng=pt)

ISSN 1794-4449.

GUEVARA, Edwin y PORTALES, Cesar. Aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de puertas contra placadas para mejorar la productividad en la Empresa Metalmecánica Universal, Chepén 2019. [en línea] [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55249>

GÓMEZ, Iván y BRITO, Jorge. Administración de Operaciones.UIDE [en línea].2020,192 pp. [Fecha de consulta: 30 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4146/1/ADMINISTRACION%20DE%20OPERACIONES.pdf>

ISBN: 978-9942-36-891-1

GUJAR, Shantideo y SHAHARE, Achal. Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [en línea].2018, vol. 5, no 5. 1982-1991 pp.

ISSN: 2395-0072

Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i5/IRJET-V5I5378.pdf>

HARTANTI, Lusia. Work measurement approach to determine standard time in assembly line. International Journal of Management and Applied Science [en

línea].2016, vol. 2, no 10, 192-195 pp. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2021].

Disponible en : [http://www.iraj.in/journal/journal\\_file/journal\\_pdf/14-309-1480145928192-195.pdf](http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/14-309-1480145928192-195.pdf)

ISBN 978-84-948257-0-5

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y TORRES, Paulina. Metodología de la investigación . [en línea]. 9° ed. México: - Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V, 2018.714 pp. [fecha de consulta: 16 de octubre del 2021].

Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6° ed. México: Best Seller, 2014. 600 pp. [fecha de consulta: 16 de octubre del 2021].

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

IMPROVING the Machining Process of the Metalwork Industry by Upgrading Operative Sequences, Standard Manufacturing Times and Production Procedure Changes por Carlos Monteiro [et al] [en línea]. Scencedirect, 2019, vol. 38. 1713-1722 pp. [Fecha de consulta: 8 de octubre del 2021]

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920301074>

INCREASING Productivity by Reducing Cycle Time in Assembly line of an Automotive Industry using Work Study Techniques por KALRA, Ashish [et al]. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) [en línea].2016, vol.5.272-275 pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://www.ijert.org/research/increasing-productivity-by-reducing-cycle-time-in-assembly-line-of-an-automotive-industry-using-work-study-techniques-IJERTV5IS020330.pdf>

ISSN: 2278-0181

METODOLOGÍA de la investigación científica [en línea] por Arturo Hernández [*et al.*]. 3Ciencias, 2018.167 pp. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2021]

Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cientifica-Arturo-Andres-Hernandez-Escobar.pdf>

MENDES, Germano. 2015. Cadena Metalmeccánica en América Latina: Importancia económica. Alacero,2015.9-11pp.

Disponible en: [https://www.alacero.org/sites/default/files/estudios-esta\\_distic\\_as/cadena\\_metalmeccanica\\_en\\_america\\_latina\\_importancia\\_economica\\_inversiones\\_y\\_comercio\\_internacional\\_2015.pdf](https://www.alacero.org/sites/default/files/estudios-esta_distic_as/cadena_metalmeccanica_en_america_latina_importancia_economica_inversiones_y_comercio_internacional_2015.pdf)

MORETO, Leipzig. Aplicación de estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de la empresa Raudo Japan SAC San Martín de Porres, 2019. [en línea] Universidad César Vallejo. Lima, Perú: s.n.2020. [fecha de consulta 08 de octubre 2021]

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52996>

MUKHLASH, Abrar y EZIS, Sidek. Analyzing ethical considerations and research methods in children research. Journal of Education and Learning. [en línea] 2019. Vol. 13, 2, págs. 184-192. [fecha de consulta 08 de octubre 2021]

Disponible en : [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Analyzing+ethical+considerations+and+research+methods+in+children+research&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Analyzing+ethical+considerations+and+research+methods+in+children+research&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)

ISSN: 2089-9823

MWANZA, Bupe y MBOHWA, Charles. Application of work study for productivity improvement: a case study of a brewing company. En Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management [en línea]. 2016, 296-305 pp.

Disponible en :  
<https://scholar.google.com/scholar?q=Mwanza%2C%20B.G.%2C%20Mbohwa%2C%20C.%3A%20Application%20of%20work%20study%20for%20productivity%20improvement%20a%20case%20study%20of%20a%20brewing%20company%20pp.%20296%20-%20305.%20IEEE%20%282016%29>

NAVARRO, Diego. 2018. Estudio del trabajo. Instituto americano. 2018. 27-28 pp.  
Disponible en: [https://www.academia.edu/37311411/Estudio\\_del\\_Trabajo\\_2018\\_Ingenier%C3%ADa\\_Industrial](https://www.academia.edu/37311411/Estudio_del_Trabajo_2018_Ingenier%C3%ADa_Industrial)

NOOR, Ali. A case study in productivity improvement in footwear industry. Tesis (Maestría en Gestión Avanzada de Ingeniería). Dhaka, Bangladesh: Universidad de ingeniería y tecnología Dhaka, Bangladesh, departamento de ingeniería y producción, 2018. 67pp.

Disponible en:  
<http://lib.buet.ac.bd:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5021/Full%20Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

POSADA, Carlos. Metalmecánica es clave para el desarrollo. La cámara, 2019. 23 p.  
Disponible en: [https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf)

PRODUCTIVITY improvement in poly-cover packing line through line balancing and automation por Felipe R. Harikrishnan [et al.]. Sciencedirect [en línea]. 2020. 10 pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320320332>

PRODUCTIVITY improvement of tower crane in tall buildings por A Manrique [et al] [en línea]. K. Institute of Physics Publishing [en línea].2020,5 pp.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651736>

PRODUCTIVITY Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh por Md. Abdul Moktadir [et al] [en línea]. Industrial Engineering & Management,2017, vol.6.11 pp. [Fecha de consulta: 8 de octubre del 2021]

Disponible en: <https://www.hilarispublisher.com/abstract/productivity-improvement-by-work-study-technique-a-case-on-leather-products-industry-of-bangladesh-21120.html>

ISSN: 2169-0316

PRODUCTIVITY Improvement by Time Study and Motion Study. International por Afraz Rajiwate [et al] [en línea] Research Journal of Engineering and Technology (IRJET),2020 vol. 7, 03. 5308-5312 pp. [fecha de consulta 16 de octubre 2021]

Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V7/i3/IRJET-V7I31066.pdf>

ISSN: 2395-0056

PRODUCTIVITY improvement through time study approach: A case study from an Apparel Manufacturing Industry of Pakistan por Ateeq Ur Rehman [et al] [en línea], Scienedirect,2019, vol. 39.1447-1454 pp.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920303735?via%3Dihub>

RORIZ, C., NUNES, E. y SOUSA, S. Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. Scienedirect[en línea] Volumen 11,2017, 1069-1076 pp. [fecha de consulta 17 de octubre 2021]

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304262>

ISSN 2351-9789

RUBIO Leyer. Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de tanques de acero inoxidable en una empresa metalmecánica, Lima 2019. [en línea] [Fecha de consulta: 16 de junio de 2022].

Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55686/Rubio\\_ML-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55686/Rubio_ML-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SÁNCHEZ Espejo Francisco G. El instrumento y su estadística en una tesis. Arequipa: Centrum Legalis EIRL, 2022. 544 pp.

ISBN: 978-612-48174-4-1

SOCIEDAD Nacional de Industrias. **Lima, 06 de enero del 2019.**

**Disponible en** <https://sni.org.pe/sni-industria-metalmecanica-crecio-102/>

SÁNCHEZ Espejo, Francisco G. Estadística para tesis y uso del SPSS. Arequipa: Centrum Legalis E.I.R.L., 2022. 544 pp.

ISBN: 978-612-48174-4-1

SUAREZ, Andrés. Estudio de métodos y medición del trabajo para el diagnóstico de productividad en el laboratorio Alpha Metrología S.A.S. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia: s.n., 2020.21 pp.

Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/24813/Su%C3%A1rezL%C3%B3pezAndr%C3%A9sFelipe2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TEJADA, Noris, SOLER, Víctor y PÉREZ Ana. Company Methodology of study of Time and Movement. 3C Empresa[en línea]. Dialnet: 2017 vol.39 no.3. [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2021].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300063>

USING learning curves and confidence intervals in a time study for the calculation of standard times por Mitzy Roncancio [et al] [en línea]. INGE CUC, 2017, vol. 13, no. 2. 18-27pp. [fecha de consulta 16 de octubre 2021]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.02>.

VALDERRAMA Mendoza Santiago (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 368 pp.

ISBN: 978-612-302-8

# ANEXOS

## ANEXO 1. Diagrama de Ishikawa





## Anexo 2: Matriz de correlación

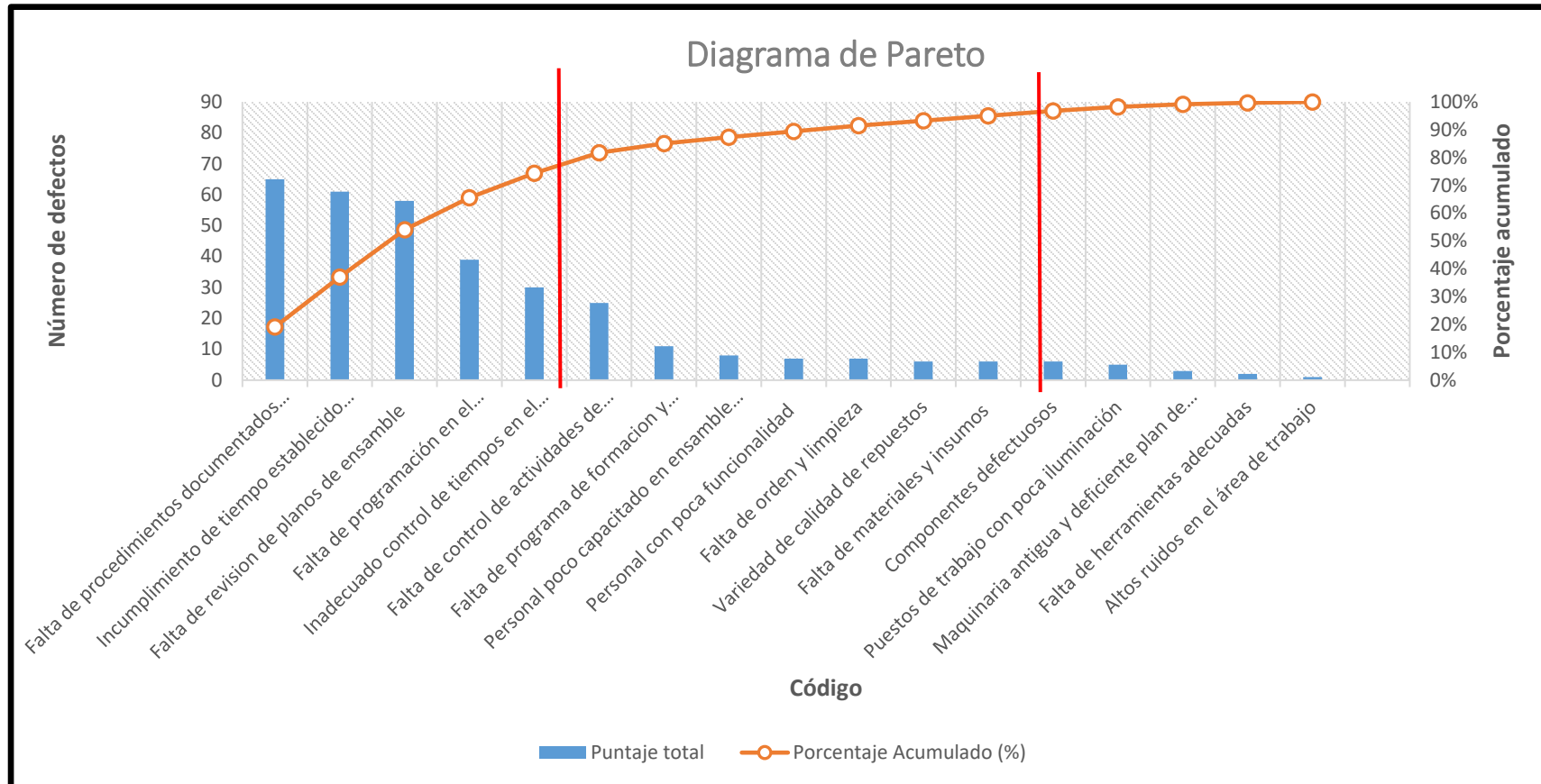
Problemas	Causas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	Puntaje
P1	Falta de procedimientos documentados de ensamble	x	5	5	5	4	5	3	5	5	3	2	2	4	2	5	5	5	65
P2	Incumplimiento de tiempo establecido para cada tarea	5	x	3	5	4	4	2	5	3	5	2	5	5	1	4	3	5	61
P3	Falta de revisión de planos de ensamble	5	4	x	5	3	1	2	5	3	4	4	2	3	2	5	5	5	58
P4	Falta de programación en el planeamiento de la producción	5	4	5	x	4	2	5	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	39
P5	Inadecuado control de tiempos en el avance de los pedidos.	1	3	0	1	x	0	3	1	1	4	1	4	1	4	1	4	1	30
P6	Falta de control de actividades de ensamble	1	3	0	3	1	x	1	1	4	1	1	4	1	1	1	1	1	25
P7	Falta de programa de formación y entrenamiento	1	0	0	0	1	1	x	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	11
P8	Personal poco capacitado en ensamble de bombas	1	0	0	0	1	0	1	x	0	1	0	0	0	1	1	1	1	8
P9	Personal con poca funcionalidad	1	0	0	0	0	0	0	1	x	1	0	0	0	1	1	1	1	7
P10	Falta de orden y limpieza	1	0	0	0	0	0	0	1	1	x	0	0	0	1	1	1	1	7
P11	Variedad de calidad de repuestos	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	1	1	1	0	6
P12	Falta de materiales y insumos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	0	1	1	1	1	6
P13	Componentes defectuosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	x	1	1	1	1	6
P14	Puestos de trabajo con poca iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	x	1	1	1	5
P15	Maquinaria antigua y deficiente plan de mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	x		0	3
P16	Falta de herramientas adecuadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	x	1	2
P17	Altos ruidos en el área de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	x	1
TOTAL																			340



**Anexo 3:** Tabla de causas de baja productividad

Causas	Puntaje total	Porcentaje (%)	Frecuencia acumulada	Porcentaje Acumulado (%)
Falta de procedimientos documentados de ensamble	65	19,1%	65	19%
Incumplimiento de tiempo establecido para cada tarea	61	17,9%	126	37%
Falta de revisión de planos de ensamble	58	17,1%	184	54%
Falta de programación en el planeamiento de la producción	39	11,5%	223	66%
Inadecuado control de tiempos en el avance de los pedidos.	30	8,8%	214	74%
Falta de control de actividades de ensamble	25	7,4%	248	82%
Falta de programa de formación y entrenamiento	11	3,2%	225	85%
Personal poco capacitado en ensamble de bombas	8	2,4%	256	87%
Personal con poca funcionalidad	7	2,1%	232	89%
Falta de orden y limpieza	7	2,1%	263	91%
Variedad de calidad de repuestos	6	1,8%	238	93%
Falta de materiales e insumos	6	1,8%	269	95%
Componentes defectuosos	6	1,8%	244	97%
Puestos de trabajo con poca iluminación	5	1,5%	274	98%
Maquinaria antigua y deficiente plan de mantenimiento	3	0,9%	247	99%
Falta de herramientas adecuadas	2	0,6%	276	100%
Altos ruidos en el área de trabajo	1	0,3%	248	100%
<b>TOTAL</b>	340	100%		

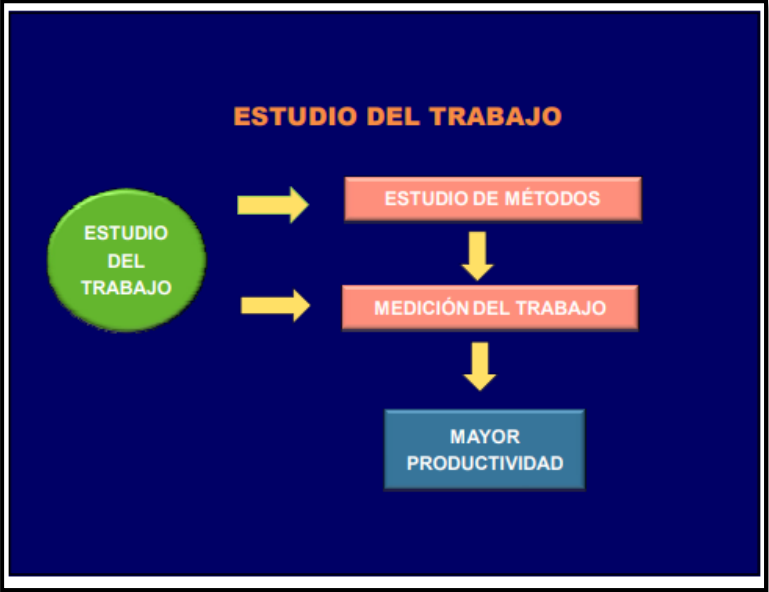
### Anexo 4: Diagrama de Pareto



## Anexo 5: Matriz de operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Estudio del trabajo	Malashree <i>et al.</i> (2018, p. 31) precisaron que el estudio del trabajo investiga el trabajo realizado en una organización y tiene como objetivo encontrar la mejor y más eficiente manera de utilizar los recursos disponibles para lograr la mejor calidad de trabajo posible en el menor tiempo posible y causar la menor fatiga posible al trabajador.	El estudio del trabajo se realizará aplicando el estudio de tiempos y de métodos, los instrumentos a utilizar serán el DOP, DAP, cronometro, ficha de registro y de tiempos, fotos y videos. (Navarro 2018, p. 27).	Estudio de métodos	$IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) ANAV: Actividades que no agregan valor(unid.) TA: Total actividades(unid.)	Razón
			Estudio de tiempos	$Te = Tn * (1 + suplentos)$ Te: Tiempo estándar Tn: Tiempo normal	Razón
Productividad	La productividad es el uso eficiente de los recursos; trabajo, tierra, capital, materiales, energía para la producción de diversos bienes y servicios, la productividad se refiere a la relación entre resultados y tiempo que se necesita para lograrlos. Cuanto menor sea el tiempo necesario para lograr los resultados deseados, más productivo será el sistema (Mwansa y Mbohwa, 2016)	La productividad se medirá en bombas producidas entre horas utilizadas, los instrumentos a utilizar serán la ficha de registro de productividad, registro de tiempo estándar, registro de eficiencia, registro de eficacia, registro de productividad, registro de actividades.	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{tiempo\ útil(estándar)}{Tiempo\ total\ (real)} \times 100\%$	Razón
			Eficacia	$Eficacia = \frac{Bombas\ producidas}{Bombas\ programadas} \times 100\%$	Razón

Anexo 6: Estudio del trabajo










**Anexo 8 : Registro de tiempos estándar**


REGISTRO DE TIEMPO ESTANDAR											
Area							Fecha de hoja de observación				
Actividad							Fecha de estudio				
Unidad							Elaborado por				
Operarios		Pintor	Armador	Maestro	Ayudante						
		(x)	(x)	(x)	(x)	TE=TN * (1+suplementos)		TN: Tiempo normal			
N°	Descripcion	Tiempo Observado					Valoracion	Tiempo Normal	Suplem entos	Tiempo Estandar (min)	
		1	2	3	Suma	Tiempo promedi o					
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
		<b>Total</b>									




**Anexo 9: Registro de eficiencia**

 <b>REGISTRO DE EFICIENCIA</b>						
<b>Mes</b>					<b>Ficha N°</b>	
<b>Investigador</b>					<b>Fecha de estudio</b>	
<b>Unidad</b>					<b>Elaborado por</b>	
<b>Formula</b>			$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estándar)}}{\text{Tiempo total (real)}}$			
Proceso de observación						
Semana	Tiempo estimado (programado-estándar)			Tiempo real utilizado (min)	EFICIENCIA (%)	OBSERVACIONES
	N° Bombas producidas	Tiempo estándar(min)	Total (min)			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
				Promedio		

Anexo10: Registro de eficacia

 <b>REGISTRO DE EFICACIA</b>				
<b>Mes</b>			<b>Ficha N°</b>	
<b>Investigador</b>			<b>Fecha de estudio</b>	
<b>Unidad</b>			<b>Elaborado por</b>	
			<b>Aprobado por</b>	
<b>FORMULA</b>	$Eficacia = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$			
<b>PROCESO DE OBSERVACIÓN</b>				
Semana	Bombas Producidas	Bombas Programadas	Eficacia	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
		<b>Promedio</b>		

**Anexo 11 : Registro de eficiencia y eficacia**

 <b>REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD</b>				
<b>Mes</b>				<b>Ficha N°</b>
<b>Investigador</b>				<b>Fecha de estudio</b>
<b>Unidad</b>				<b>Elaborado por</b>
				<b>Aprobado por</b>
INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD				
Proceso de observación				
Semana	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

## Anexo 12: Validación de instrumentos variable independiente experto 1

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Eficiencia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo útil (estandar)}}{\text{Tiempo total (real)}} \times 100\%$	X		X		X		
	Dimensión 2 Eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$Eficacia = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [SI]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Víctor Gerardo Ruidías Alamo

DNI: 02606042

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Piura, 21 de Junio del 2022

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo

  
 -----  
**Víctor Gerardo Ruidías Alamo**  
 Ingeniero Industrial  
 Registro CIP N° 85288 ✓  
 -----  
 Firma del experto informante

### Anexo 13: Validación de instrumentos variable dependiente experto 1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Eficiencia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo útil (estandar)}}{\text{Tiempo total (real)}} \times 100\%$	X		X		X		
	Dimensión 2 Eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$Eficacia = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [Si]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Víctor Gerardo Ruidías Alamo

DNI: 02606042

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Piura, 21 de Junio del 2022

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo

  
**Víctor Gerardo Ruidías Alamo**  
 Ingeniero Industrial  
 Registro CIP N° 95208

Firma del experto informante

**Anexo 14:** Validación de instrumentos variable independiente experto 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Estudio de Métodos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$	X		X		X		
	Dimensión 2 Estudio de tiempos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$TE = TN * (1 + \text{suplentos})$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Gerardo Sosa Panta

DNI 03591940

Especialidad del validador Ingeniero Industrial

06 de julio del 2022

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo



Mg. Gerardo Sosa Panta  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 67114

Firma del experto informante



**Anexo 15:** Validación de instrumentos variable dependiente experto 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Eficiencia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estandar)}}{\text{Tiempo total (real)}} \times 100\%$	X		X		X		
	Dimensión 2 Eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$\text{Eficacia} = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador .Dr/ Mg: Gerardo Sosa Panta

DNI 03591940

Especialidad del validador Ingeniero Industrial

06 de Julio del 2022

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o

Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es

Conciso, exacto y directo



Ing. Gerardo Sosa Panta  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 67114

Firma del experto informante

**Anexo 16:** Validación de instrumentos variable independiente experto 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Estudio de Métodos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$	X		X		X		
	Dimensión 2 Estudio de tiempos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$Te = Tn \times (1 + \text{Suplementos})$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_HAY SUFICIENCIA\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial, Magister en Administración Estratégica de Empresas.

Lima, 25 de abril del 2022



GUSTAVO ADOLFO  
MONTAYA CÁRDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
REG. Nº 14880

Firma del experto informante

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo

## Anexo 17: Validación de instrumentos variable dependiente experto 3

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
	Dimensión 1 Eficiencia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil (estándar)}}{\text{Tiempo total (real)}}$	X		X		X		
	Dimensión 2 Eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	$\text{Eficacia} = \frac{\text{bombas producidas}}{\text{bombas programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_ HAY SUFICIENCIA \_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo

DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial, Magister en Administración Estratégica de empresas

Lima, 25 de abril del 2022

<sup>1</sup> **pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridades:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo



Firma del experto informante



**Anexo 18 : Fotografía de procedimiento ensamble**



**IGP-011**


**INSTRUCTIVO**

**FABRICACION DE BOMBAS  
SELLO HUMEDO**


**VERSIÓN 1**

Documento para uso exclusivo dentro de ESPIASA. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio. Su entrega total o parcial a terceros deberá ser autorizada por el Representante de la Dirección.

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
<b>1. Revisión del documento</b>	<b>3</b>
<b>2. Control de Cambios</b>	<b>3</b>
<b>3. Objetivo</b>	<b>4</b>
<b>4. Alcance</b>	<b>4</b>
<b>5. Responsabilidades</b>	<b>4</b>
<b>6. Definiciones</b>	<b>4</b>
<b>7. Etapas del Instructivo</b>	<b>4</b>
<b>8. Documentos Relacionados</b>	<b>6</b>

	<b>INSTRUCTIVO</b>	Código: IGP 011
		Versión: 01
	<b>FABRICACION DE BOMBAS HORIZONTAL SELLO HUMEDO</b>	Fecha: Enero 2022
		Página: 3 de 6

**1. REVISIÓN DEL DOCUMENTO:**

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Carrasco Cruz Fredy Ulloa Genovéz Doris	 <b>ESPINOZA ASOCIADOS S.A.</b> Erick Espinoza Montes Gerente de Producción	 <b>ESPINOZA ASOCIADOS S.A.</b> Ing. Emer Espinoza Montes Gerente General
Fecha: 14/01/22	Fecha: 18/01/22	Fecha: 19/01/22

**2. CONTROL DE CAMBIOS:**

Versión	Párrafo/ Sección modificada	Cambio realizado	Fecha
01	NA	Edición inicial del documento	Enero 2022

**3. OBJETIVO:**

El objetivo es establecer las buenas prácticas técnico - operacionales para la FABRICACIÓN DE BOMBAS HORIZONTAL SELLO HUMEDO

**4. ALCANCE:**

El alcance del presente documento comprende desde el pedido de los materiales al almacén central hasta la entrega al almacén de productos terminados.

**5. RESPONSABILIDADES:**

Los responsables que se ejecuten estos procedimientos son:

- Sub Gerente de Producción.- Responsable de asegurar que el proceso de Fabricación de Bombas Horizontal Sello Húmedo se realice de acuerdo al presente instructivo
- Los jefes de los departamentos de Metalmecánica y Cauchos y Poliuretano.- Cumplir y hacer cumplir el presente instructivo.
- Los jefes de cada área.- Cumplir el instructivo (Maestranza, Calderería, Caucho, Control de Calidad y Ensamble).
- Operario (Maestranza, Calderería, Caucho, Control de Calidad y Ensamble).- Cumplir con lo indicado en el instructivo.

**6. DEFINICIONES:**

N/A

**7. DESCRIPCIÓN**

El registro **FGC-004 Atención Orden de Compra (AOC)** llega al área de planificación, quien debe priorizar y programar su producción, en coordinación con el Sub Gerente de Producción y los jefes de Departamento.

**7.1. REQUERIMIENTO DE MATERIAL:**

Los jefes de departamento solicitan el material al área de compras con el Formato **FGA-012 Requerimiento de materiales a compras - Producción** con referencia a la AOC.

**7.2. RETIRO DE MATERIALES DEL ALMACEN.**

Llegado el material al almacén, los jefes de área productiva proceden al retiro del mismo a través del formato **FGA-008 Requerimiento de materiales a almacén.**



### 7.3. PROCESO DE FABRICACION

Para iniciar la fabricación, Los Jefes de departamento generan el registro **FGP- 006 Orden de Fabricación Interna (OFI)**, a los diferentes jefes de área como: Calderería, Maestranza, Caucho. Los jefes de área productiva solicitan los planos de fabricación al área de diseño mediante el formato **FGP-002 Solicitud de copia de planos** y proceden a la generación de la **FGP-003 Hoja de ruta**, para cada componente del equipo.

El término de cada proceso, será registrado en el formato **FGP-003 Hoja de ruta** por el jefe de área para continuar con el siguiente proceso.

#### 7.3.1. AREA MAESTRANZA

Para la fabricación de los componentes de Bombas Horizontal Sello Húmedo, se tiene los siguientes procesos de maquinado: torneado, mandrinado, taladrado y roscado; los cuales al final de cada proceso pasa por una inspección de control de calidad.

#### 7.3.2. AREA CALDERERIA

Para la fabricación de los componentes de Bombas Horizontal Sello Húmedo, se tiene los siguientes procesos: corte, taladrado, armado y soldado; los cuales al final del proceso pasan por una inspección de control de calidad.

#### 7.3.3. AREA CAUCHO

Para la fabricación de los componentes de Bombas Horizontal Sello Húmedo, se tiene los siguientes procesos: forrado, revestido, vendaje y vulcanizado; a los cuales al final del proceso pasan por una inspección de control de calidad.

### 7.4. AREA CONTROL DE CALIDAD

El área de control de calidad inspecciona y verifica que los componentes estén de acuerdo al plano de fabricación, en cada etapa del proceso.

Si el componente es conforme, podrá pasar a la siguiente etapa del proceso.

En caso de no conformidad regresa al área de productos no conformes para su reproceso. |

### 7.5. AREA DE ENSAMBLE

Proceso final en el que se realiza el montaje del equipo según **IGP-006: Ensamble de Bombas** y se procede a las pruebas según **IGP-004: Validación de Bombas**.

Una vez concluido el ensamble de la bomba, esta se enviará al área de Pintura, previa revisión del área de Control de Calidad.

### 7.6. AREA DE PINTURA

El área de Pintura, procede con el pintado del producto con los colores según requerimiento. Luego es entregado al área de productos terminados, para su embalaje y despacho correspondiente, previa revisión del área de Control de Calidad.

### 8. DOCUMENTOS RELACIONADOS:

- IGP-004: Validación de Bombas
- IGP-006: Ensamble de Bombas
- FGC-004 Atención Orden de Compra
- FGP-002 Solicitud de copia de planos
- FGP-003 Hoja de ruta.
- FGP-005 Protocolo de prueba
- FGA-008 Requerimiento de materiales a almacén
- FGA-012 Requerimiento de materiales a compras - Producción

## Anexo 19 : Cotización de calentador magnético .



# CORPORACION RODASUR S.A.C

**RUC: 20144961146**  
 Av. Agustín de la Rosa Toro 155-163 Lima-Lima-San Luis  
 Teléfono: 412-5900  
 http://www.rodasur.com/

---

**COTIZACION: 010-00511696**

FECHA : 02/05/2022  
 SEÑOR : ESPINOZA ASOCIADOS S.A.  
 DIRECCION : CAL. 2 MZA. C LOTE. 8 URB. SAN FRANCISCO  
 TELEFONO : 326-3286 326-7351 FAX : 326-7170  
 ATENCION : REFERENCIA :  
 VENDEDOR : LOZANO R. LILIANA

Estimados señores:  
 Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITEM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	CANTIDAD	P-UNIT.	TOTAL
1	TWIM 15/230V	SKF	CALENTADOR DE INDUCCION PORTATIL 230V	1.00	2,228.350	2,228.35

**EN: DOLARES AMERICANOS**

VALOR VENTA: US\$ 2,228.35	IGV: US\$ 401.10	TOTAL: US\$ 2,629.45
----------------------------	------------------	----------------------

CONDICION DE PAGO: CREDITO 60 DIAS  
 VALIDEZ : 10 días  
 OBSERVACION :

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

## Anexo 20 : Calibración de instrumentos

**CITEMET SAC**  
 RUC: 20600455215  
 www.citemet.com  
 Mail: ventas@citemet.com  
 Central Telefónica: (01) 6248371 | 966789352  
 Oficina administrativa: Calle. 10 Mz. H Lot 23 Urb. El Álamo

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 0015 - CL - 2022

**1. SOLICITANTE** : ESPINOZA ASOCIADOS S.A  
**DIRECCIÓN** : CAL. 2 MZA. C LOTE. 8 URB. SAN FRANCISCO - ATE - LIMA.  
**2. EQUIPO DE MEDICIÓN** : RELOJ COMPARADOR

Marca : MITUTOYO  
 Modelo : 2046S  
 Número de serie : AXGR09  
 Procedencia : JAPON  
 Alcance : 0 mm a 10 mm  
 Div. Escala : 0,01 mm  
 Identificación : IM - 133 (\*)  
 Ubicación : ENSAMBLE

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-04-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CITEMET S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
 La calibración se efectuó por comparación directa tomándose como referencia al PC-014. Calibración de Comparadores de Cuadrantes (usando bloques) - Segunda Edición año 2001 - INACAL.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CITEMET S.A.C  
 Cal. 28 de Julio Mza. L Lote 07 A.H. Collahué - Comas.

#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	21.4	21.3
Humedad Relativa %HR	67	66

#### 6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia INACAL	Bloques Patrón	LLA - C - 012 - 2021

#### 7. OBSERVACIONES

**FECHA DE PROXIMA CALIBRACION: 2023-04.**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### 8. RESULTADOS

VALOR NOMINAL (mm)	INDICACIÓN INSTRUMENTO (mm)	DESVIACIÓN (µm)
1	1.00	0
2	2.00	0
3	3.00	0
4	4.00	0
5	5.01	10

Incertidumbre de Medición:	3 µm
Alcance del error de indicación:	10 µm

VALOR NOMINAL (mm)	INDICACIÓN INSTRUMENTO (mm)	DESVIACIÓN (µm)
3	3.00	0
	3.00	0
	3.00	0
	3.01	10
	3.01	10

Incertidumbre de Medición:	3 µm
Alcance del error de indicación:	10 µm



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**0019 - CL - 2022**

**1. SOLICITANTE** : ESPINOZA ASOCIADOS S.A  
**DIRECCIÓN** : CAL. 2 NZA. C. LOTE. 8 URB. SAN FRANCISCO - ATE - LIMA.  
**2. EQUIPO DE MEDICIÓN** : PIE DE REY  
**Marca** : MITUTOYO  
**Modelo** : 534 - 102  
**Número de serie** : 20006808  
**Procedencia** : JAPON  
**Alcance** : 0 mm a 500 mm  
**Div. Escala** : 0,05 mm  
**Identificación** : IM - 135 (\*)  
**Ubicación** : CONTROL DE CALIDAD  
**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2022-04-23

Página 1 de 2

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CITEMET S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura °C	21,0	21,3
Humedad Relativa %HR	67	68

**TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia INACAL	Bloques Patrón	LLA - C - 012 - 2021
		LLA - 197 - 2021
		LLA - 112 - 2020

**OBSERVACIONES**

**FECHA DE PROXIMA CALIBRACION: 2023-04.**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**RESULTADOS**

VALOR NOMINAL PATRÓN ( mm )	MEDIDA - EXTERIOR	
	INDICACIÓN INSTRUMENTO ( mm )	ERROR ( µm )
10	10,00	0
50	50,00	0
100	100,00	0
200	200,05	50
300	300,05	50
500	500,05	50
Incertidumbre de Medición:		9 µm



**Anexo 21 : Pistola eléctrica para empernar**



**Anexo 22 : formato de capacitación**

LOGO	REGISTRO DE INDUCCION CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO	CODIGO	FSIG008	
		VERSION	1	
		FECHA	feb-22	
<b>1. DATOS DEL EMPLEADOR</b>				
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	RUBRO	N°DE TRABAJADORES
XXXXXX	XXXXXX	XXXXX	Metal mecánica	4
<b>2. MARCAR CON UNA X EL QUE CORRESPONDA</b>				
INDUCCION	CAPACITACION	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	OTROS
	XXXXXX			
<b>3. DATOS DEL EVENTO</b>				
TEMA	USO DE TECLE MANUAL	Horas	1	
		REMOTO/PRESENCIAL	Presencial	
NONBRE DEL CAPACITADOR	Ulloa Genovéz Doris			
FECHA	16/02/2022			
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		DNI	AREA	FIRMA
<b>4.OBCERVACIONES</b>				
<b>5.RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>				
NONBE		FIRMA		

## Anexo 23 : Evidencia de capacitación

LOGO	REGISTRO DE INDUCCION CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO			CODIGO VERSION	FSIG008 1
				FECHA	feb-22
<b>1. DATOS DEL EMPLEADOR</b>					
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	RUBRO	N° DE TRABAJADORES	
XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	Metal mecánica	4	
<b>2. MARCAR CON UNA X EL QUE CORRESPONDA</b>					
INDUCCION	CAPACITACION	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	OTROS	
	XXXXXX				
<b>3. DATOS DEL EVENTO</b>					
TEMA	NUEVO PROCEDIMIENTO	Horas		1	
		REMOTO/PRESENCIAL	Presencial		
NOMBRE DEL CAPACITADOR	Ulloa Genovez Doris				
FECHA	16/02/2022				
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		DNI	AREA	FIRMA	
Lizana Fabiano E		46882236	ensamble	<i>[Firma]</i>	
Vidalme Baldeza Jorge		40750573	ensamble	<i>[Firma]</i>	
CASTRO CASTRO GUAT		0012728	ensamble	<i>[Firma]</i>	
CASTRO CASTRO ARMANDO		09425467	ensamble	<i>[Firma]</i>	

LOGO	REGISTRO DE INDUCCION CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO			CODIGO VERSION	FSIG008 1
				FECHA	feb-22
<b>1. DATOS DEL EMPLEADOR</b>					
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	RUBRO	N° DE TRABAJADORES	
XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	Metal mecánica	4	
<b>2. MARCAR CON UNA X EL QUE CORRESPONDA</b>					
INDUCCION	CAPACITACION	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	OTROS	
	XXXXXX				
<b>3. DATOS DEL EVENTO</b>					
TEMA	IMPLEMENTACION DE SS	Horas		1	
		REMOTO/PRESENCIAL	Presencial		
NOMBRE DEL CAPACITADOR	Ulloa Genovez Doris				
FECHA	16/02/2022				
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		DNI	AREA	FIRMA	
Lizana Fabiano E		46882236	ensamble	<i>[Firma]</i>	
Vidalme Baldeza Jorge		40750573	ensamble	<i>[Firma]</i>	
CASTRO CASTRO GUAT		0012728	ensamble	<i>[Firma]</i>	
CASTRO CASTRO ARMANDO		09425467	ensamble	<i>[Firma]</i>	



### METODOLOGIA LAS 5S



## Anexo 24 : Requisitos para entrega de piezas

### Requisitos para entrega de piezas para el área ensamble

1. La entrega debe ser con hoja de ruta correctamente llenada, de llevar alma metálica se debe adicionar la hoja de ruta firmada por control de calidad.
2. Las piezas deben estar limpias y tener un buen acabado
3. Las piezas no deben presentar :
  - Deformaciones
  - Globos
  - Fisuras
  - Rotura de caucho-metal
  - Reparaciones con triz o masilla
  - Para las piezas que contengan espárragos no deben estar deformados o chancado sus hilos, se debe pasar tuerca y colocar grasa. El mismo procedimiento se debe aplicar para las piezas que lleven bocinas.
  - Los impulsores deben pasarse patrón y colocarle grasa.
  - Los ejes,carcazas,pedestales y cilindros de transmisión no deben contener restos de viruta ni suciedad de grasa o lubricante.
  - Las zonas que no llevan caucho no deben presentar pegamento, adhesivos u oxidación por efecto del vulcanizado, estas partes deben ser pulidas y lubricadas.

Si el producto no cumple los requisitos señalados anteriormente no serán recibidos en el área de ensamble



**Anexo 25 : Correo de proforma de Tablet**

**RV: Requerimiento Lenovo // ESPINOZA ASOCIADOS S.A. // Qbox**

**De:** Percy Espinoza Montes [mailto:[percy.espinoza@espiasa.com.pe](mailto:percy.espinoza@espiasa.com.pe)]

**Enviado el:** viernes, 21 de enero de 2022 02:46 p.m.

**Para:** [doris.ulloa@espiasa.com.pe](mailto:doris.ulloa@espiasa.com.pe)

**Asunto:** RV: Requerimiento Lenovo // ESPINOZA ASOCIADOS S.A. // Qbox

Hola Doris

Reenvió el dato de la Tablet.

Slds.

**Ing. Percy Espinoza M.**

**Sistema Integrado de Gestión**

**ESPINOZA ASOCIADOS S.A. - ESPIASA**

**Central : 326-7351**

**De:** José Luis Valenzuela [mailto:[jvalenzuela@qboxperu.com](mailto:jvalenzuela@qboxperu.com)]

**Enviado el:** Lunes, 10 de enero de 2022 16:18

**Para:** [percy.espinoza@espiasa.com.pe](mailto:percy.espinoza@espiasa.com.pe)

**CC:** 'Jefferson Faneite'; [hvalalle@qboxperu.com](mailto:hvalalle@qboxperu.com)

**Asunto:** Requerimiento Lenovo // ESPINOZA ASOCIADOS S.A. // Qbox

Estimado Percy,

Por medio de Lenovo, te envió la cotización solicitada:

**Lenovo YOGA Book - ZA15 - 10.1"**

- 64 GB
- 1920 x 1200
- 4 GB RAM
- Windows 10
- Tarjetas de memoria flash compatibles: microSD
- Cámara de visión posterior
- Atom x5
- Negro

Item	Cant	PN	Descripción	Precio	Total
1	1	ZA150025VE	Lenovo YOGA Book - ZA15 - 10.1"	s/984	s/984
				IGV	s/216
				<b>Total</b>	<b>s/1200</b>





## Anexo 26: Matriz de consistencia

Titulo	Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores
Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.	¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022?	Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022.	La aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022	<b>Variable Independiente</b> Estudio del trabajo	Estudio de Métodos	$IAAV = \frac{TA - ANAV}{TA}$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) ANAV: Actividades que no agregan valor(unid.) TA: Total actividades(unid.)
	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>		Estudio de Tiempos	$Te = Tn * (1 + \text{suplentos})$ Te: Tiempo estándar Tn: Tiempo normal
	¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022?	Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación mejora de la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022	La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022	<b>Variable Dependiente</b> Productividad	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{\text{tiempo útil(estándar)}}{\text{Tiempo total (real)}} \times 100\%$
	¿Cuál es el efecto que tendrá la aplicación del estudio del trabajo en el incremento de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022?	Analizar la aplicación del estudio de trabajo en la causación de la mejora de la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022	La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la fabricación de bombas en una metalmecánica, Lima 2022		Eficacia	$Eficacia = \frac{\text{Bombas producidas}}{\text{Bombas programadas}} \times 100$