



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de
mecanizado de una empresa Metalmecánica, Lima, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Capcha Condor, Claudia Sharons (ORCID: [0000-0002-3283-446x](https://orcid.org/0000-0002-3283-446x))

Chavez Benique, George Michael Davis (ORCID: [0000-0001-6476-9650](https://orcid.org/0000-0001-6476-9650))

ASESOR:

Mg. Egúsqüiza Rodríguez, Margarita Jesús (ORCID ID: [0000-0001-9734-0244](https://orcid.org/0000-0001-9734-0244))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada principalmente a Dios, ya que sin el conocimiento que nos otorga, nada podría concretarse, por entregarnos el rumbo a la mejora continua, a nuestras madres y hermanos que nos motivan a seguir adelante conociendo más de la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios todopoderoso por su apoyo incondicional y los conocimientos brindados. A nuestras madres por estar a nuestro lado en las situaciones buenas y malas. A nuestros docentes quienes fueron ellos pieza clave en nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos	24
Fuente: Comparabien	75
3.6 Métodos de análisis datos	77
3.7 Aspectos éticos	78
IV. RESULTADOS	78
V. DISCUSIÓN	89
VI. CONCLUSIONES	90
VII. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Grado de correlación	24
Tabla2: Juicio de Expertos	24
Tabla 3: Maquinarias de la empresa	28
Tabla 4: Productos de la empresa.....	29
Tabla 5: Diagrama de actividades de la empresa	32
Tabla 6: PRE TEST	34
Tabla 7: Calculo del tiempo estándar	35
Tabla 8: Calculo de suplementos	35
Tabla 9: Cantidad programada de Husillo	36
Tabla 10: Calculo de horas hombre programada	37
Tabla 11: Calculo de capacidad instalada	37
Tabla 12: Factor de Valoración	37
Tabla 13: Calculo de horas hombre reales.....	38
Tabla 14: EFICACIA.....	40
Tabla 15: Calculo de productividad	41
Tabla 16: Análisis de causas y alternativas de solución.....	43
Tabla 17: Inversión de la investigación	44
Tabla 18: Cronograma de implementación	45
Tabla 19: Actividades que agregan valor	46
Tabla 20: DAP HUSILLO.....	48
Tabla 21: Técnica del interrogatorio	49
Tabla 22: Técnica del interrogatorio - Idear.....	51
Tabla 23: Costo de producción.....	53
Tabla 24: Charla de capacitación en la empresa metalmeccánica	54
Tabla 25: Formato de tiempos para fabricación	59
Tabla 26: Cálculo de tiempo estándar	60
Tabla 27: Cálculo de suplementos POS TEST.....	60
Tabla 28: Cálculo de capacidad instalada POS TEST	61
Tabla 29: Cantidad programada de Husillos	61
Tabla 30: Cálculo de horas hombre programadas	61
Tabla 31: Factor de valoración	62
Tabla 32: Cálculo de horas hombre reales.....	62
Tabla 33: Cálculo de la eficiencia post-test	63
Tabla 34: Cálculo de la eficacia post-test.....	64

Tabla 36: Resumen	66
Tabla 37: Costo de producción de Husillo H200 PRE-TEST	68
Tabla 38: Costo de la producción de Husillo H200 POST TEST	69
Tabla 39: Resultados de C.U de producción de Husillos H200	69
Tabla 40: Inversiones Intangibles.....	70
Tabla 41: Inversión Tangible	71
Tabla 42: Costo total de la inversión con la aplicación de la herramienta.	71
Tabla 43: Contribución por venta unitaria bajo la aplicación del estudio del trabajo PRE-TEST.....	72
Tabla 44: Margen de contribución marzo POST-TEST	73
Tabla 45: Margen de contribución PRETEST VS PSTTEST	73
Tabla 46: Egresos	75
Tabla 47: Costo de oportunidad	76
Tabla 48: Cálculo del VAN y TIR.....	76
Tabla 49: Productividad.....	78
Tabla 50: Productividad Antes vs Después.....	79
Tabla 52: Eficiencia vs Eficacia	81
Tabla 53: Análisis descriptivo de eficiencia PRE Y POS-TEST	82
Tabla 54: Análisis descriptivo de Eficacia PRE Y POS-TEST	82
Tabla 55: Prueba de normalidad para la variable dependiente	83
Tabla 56: Decisión de estadígrafo.....	84
Tabla 57: Estadístico prueba de Wilcoxon	85
Tabla 58: Prueba de normalidad para la eficiencia	85
Tabla 59: Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficiencia.....	86
Tabla 60: Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficacia	88

Índice de figuras

Figura 1 : Productividad mundial 2019	2
Figura 2: Comportamiento del sector industrial del metal.....	4
Figura 3: Comportamiento del sector industrial del metal.....	4
Figura 4: Diagrama de Ishiwaka.....	5
Figura 5: Fórmula del tiempo estándar.....	12
Figura 6: Fórmula del tiempo normal.....	13
Figura 7: Fórmula del factor de desempeño	13
Figura 8: Fórmula de índice de actividades.....	14
Figura 9: Fórmula de productividad.....	15
Figura 10: Fórmula de Eficiencia.....	15
Figura 11: Fórmula de eficacia	16
Figura 12: Índice de tiempo de actividades necesarias	19
Figura 13: Tiempo Estándar.....	19
Figura 14: Fórmula de porcentaje de eficiencia.....	20
Figura 15: Formula Porcentaje de eficacia	20
Figura 16: Relación de la escala con la medida	20
Figura 17: Ubicación de la empresa	26
Figura 18: Organigrama de la empresa.....	27
Figura 19: Distribución de la empresa	27
Figura 20: Husillo	30
Figura 21: Plano de Husillo	30
Figura 22: Diagrama de Operaciones de fabricación de Husillo h200	31
Figura 23: Diagrama de recorrido.....	33
Figura 24: Carta de confiabilidad de datos	55
Figura 25: Capacitación DOP y DAP.....	56
Figura 26: Diagrama de operaciones del Husillo	57
Figura 27: DAP Husiillo POS TEST.....	58
Figura 28: Diagrama de recorrido Pre-Test.....	67

Figura 29: Diagrama de recorrido Post-Test	67
Figura 30: Cálculo de flujo efectivo neto.....	74
Figura 31: TEA en distintas entidades bancarias	75
Figura 32: Fórmula de B/C.....	77
Figura 33: Histograma de productividad del PRE-TEST.....	80
Figura 34: Histograma productividad POS-TEST	80
Figura 35: Gráfica de la eficiencia y la eficacia.....	81

RESUMEN

La investigación titulada “Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima 2021”, tuvo como objetivo general, determinar como el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, Lima, 2021. La investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y clase cuasi-experimental. La población fue la producción de Husillos H200 en el área de mecanizado, la muestra es la producción diaria de Husillos H200 en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, evaluados en un periodo de 4 semanas antes y después de la aplicación de la herramienta y el muestreo fue no probabilístico por conveniencia. La técnica de estudio es la observación directa, los instrumentos utilizados fueron los formatos de registro de toma de tiempos. Los resultados obtenidos fueron favorables puesto que al realizar la contrastación de la hipótesis el nivel de significancia nos resultó 0.000, por ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, llegando así a la conclusión de que con un error del 0,00% el estudio del trabajo mejora la productividad de la empresa metalmecánica, y se obtuvo un incremento del 40% de la productividad.

Palabras clave: Estudio del Trabajo, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

The research entitled "Study of work to improve productivity in the machining area of a metalworking company, Lima 2021", had as general objective, to determine how the study of work improves productivity in the area of machining of the metalworking company, Lima , 2021. The research is of an applied type, quantitative approach, experimental design and quasi-experimental class. The population was the production of H200 Spindles in the machining area, the sample is the daily production of H200 Spindles in the machining area of the metalworking company, evaluated in a period of 4 weeks before and after the application of the tool and the sampling was non-probabilistic for convenience. The study technique is direct observation, the instruments used were time recording formats. The results obtained were favorable since when testing the hypothesis the level of significance was 0.000, therefore the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted, thus reaching the conclusion that with an error of 0.00 % the study of work improves the productivity of the metalworking company, and a 40% increase in productivity was obtained.

Keywords: Work Study, productivity, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, según ECLAC (Comisión Económica para Latinoamérica y el Caribe), nos indica que el crecimiento del PBI, enfocado en el sector metalmeccánico, no será mayor al 1.3% para el 2019, pese haber sido pronosticado en el mes de diciembre del 2018 que alcanzaría un 1.7%, siendo las causas, la baja tasa de crecimiento global y la disminución de la actividad en el comercio global. La discusión comercial entre Estados Unidos y China se mantiene en duda, la tensión económica de Venezuela y Argentina, frenan el crecimiento en la región. Pese a ello Colombia y Chile, espera 3.3% de su crecimiento, Perú debe alcanzar un 3.6% y por último Panamá tendrá un crecimiento del PBI en un 5.4% a partir de sus estándares latinoamericanos. Para México el pronóstico en el informe de 2018, esperaba un 2.1%, pero llegó a un crecimiento de 1,7%, menor a lo predecido. Según el Banco Central Mexicano menciona que el motivo del bajo crecimiento es por el menor desempeño sector industrial estadounidense, del clima de riesgo y nuevo tratado comercio con Estados Unidos y Canadá. (Garzón, 2020).

La productividad es el pilar que impulsa la economía para el desarrollo de todos los países, generan aportes considerables en la economía, liberando el trayecto de las rivalidades y optimizando en lo mejor posible los recursos. Adicional a ello, en el momento que la productividad sea mayor, el PBI per cápita sufre un aumento exponencial. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, revela los países que contribuyen más al PBI. Un ejemplo es que no importa que tanto esfuerzo imprima un trabajador de México porque no será tan productivo como un trabajador de Irlanda. Un trabajador mexicano contribuye con 22,2 dólares americanos a su economía, mientras que un trabajador de Irlanda contribuye 110 dólares por hora a su economía. Para medir el PBI por cada hora de trabajo, la OCDE toma en cuenta la cantidad total de horas de las personas que son participes en el proceso de producción. Sin embargo, el indicador de productividad nos indica de

forma parcial el nivel de la eficiencia de los trabajadores, dado que la disponibilidad influye en los avances de la tecnología y otros sectores de las industrias. (Roa, 2019).

Figura 1 : Productividad mundial 2019

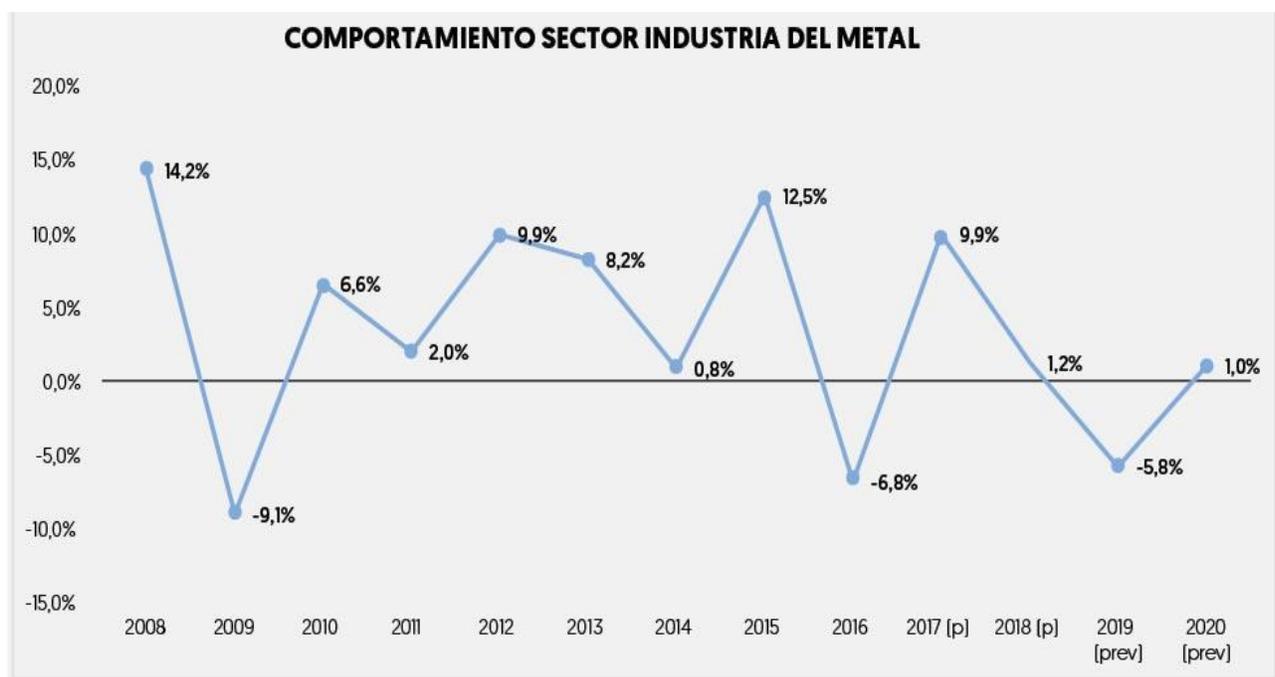


Fuente:OCDE

Por otra parte, la metalmecánica, agrega sinergias potenciales a toda una fuente generadora de valor, aprovechando la economía de escalas dinámicas, donde el aprendizaje es muy relevante, permitiendo una rentabilidad de mayores niveles de productividad. Los países avanzados, Alemania, Estados Unidos, Finlandia, Francia,

República de Corea, presentan cadenas de industrias metalmecánicas estables que detalla entre 40% y 60% de valor agregado industrial. El PBI (Producto Bruto Interno), quedó estancando a la industria manufacturera y bajó el crecimiento de su actividad en 2.4%, produjo problemas a causa de la reciente crisis económica global, el PBI en Latinoamérica bajo a 1.8% en el 2009, en el sector manufacturero bajo a 6.5%, también, la totalidad de los años 2000 a 2010, muestra una baja en la colaboración de las industrias manufactureras en Latinoamérica, la preferencia se detalla en los seis años. Últimamente, la relación disminuyó de 16,6% en 2005 a 15,7% en 2010, por otro lado, se mostró un crecimiento en cuatro países. México fue el país que perdió aproximadamente tres puntos porcentuales respecto al PIB en diez años, en una transformación lineal. Brasil, estuvo masivo en el periodo 2005 a 2010 por trayectoria de retracción, su participación disminuyó de 18,1% a 15,8%, continuamente, la participación de Colombia, se evalúa dos tendencias importantes: la participación es mínima relacionado a los otros países. En el año 2016 en los meses de julio - septiembre, el PBI de China mostró un crecimiento de 6.7%, se estimando que la tendencia se mantenga en un periodo de 25 años. (ALACERO, 2016).

Figura 2: Comportamiento del sector industrial del metal



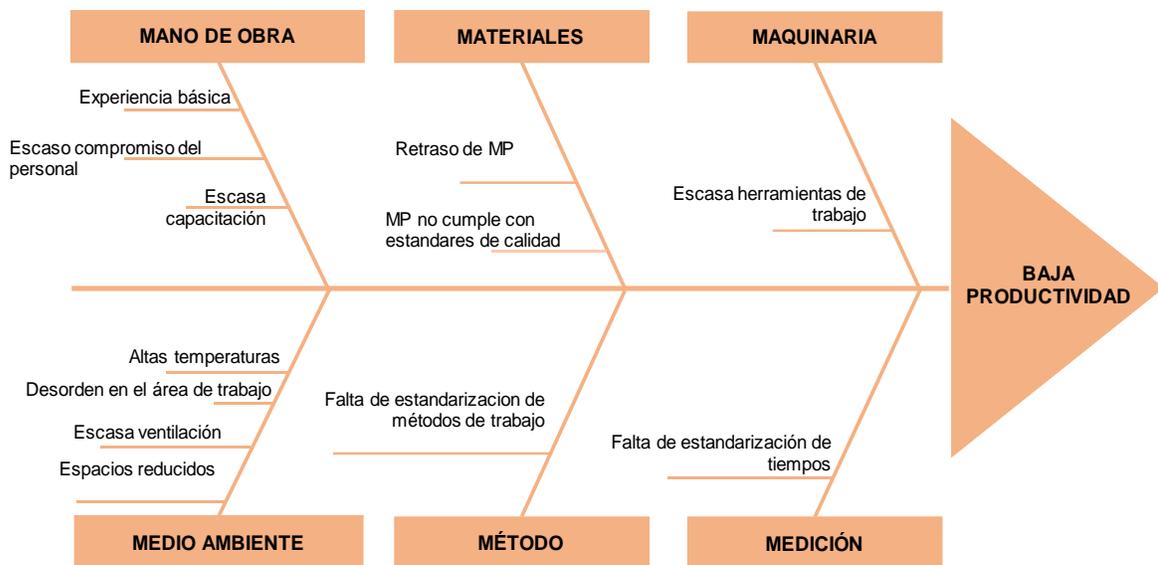
Fuente: www.reporteroindustrial.com

A nivel nacional, la producción en el sector de la metalmecánica del Perú, que abastece de maquinarias y/o bienes, tuvo un incremento del 10,2% entre los meses de enero y octubre del 2018, esto impulsado por la gran demanda en el mercado interno a raíz del crecimiento de las inversiones públicas y privadas, indicado por la Sociedad Nacional de Industrias (SNI). La información que se detalla por la SNI indica lo que le da más dinamismo al sector metalmecánico es la gran producción de motores, generadores, transformadores (132%), piezas para vehículos automotrices (15,3%), carrocerías y chasis (8,5%), materiales metalmecánicos de uso estructural (6,6%) y otros, además de ello, según la información detallada por el SNI indica en que entre enero y octubre del 2018 los tributos internos del sector de la metalmecánica aumentaron en 6,7% que en términos numéricos alcanzan los S/ 911,5 millones de

soles, mostrando así un incremento con respecto al año anterior en el mismo periodo con S/854,4 millones de soles. (Flores, 2019).

A nivel local, la organización de estudio, cuenta con 20 trabajadores, de los cuales, 9 se encuentran en el área de mecanizado, 1 en diseño, 4 en ensamblaje, 1 en el área de lavado, 2 en almacén y 3 en soldadura. Después de haber observado cómo es la ejecución de cada uno de los procesos de la empresa durante diversos días de trabajo, hemos podido identificar que el Husillo H200, cuenta con un alto nivel de importancia y dificultad en su fabricación, en comparación de otras piezas, a pesar de ello, la empresa no mejora su línea de producción. Para describir a detalle las causas que desencadenan la baja productividad en el área de mecanizado de husillos H200 se pasa a utilizar las herramientas de calidad (Diagrama Ishikawa, diagrama de Vester, Diagrama de Pareto, etc). Iniciando con el Diagrama de Ishikawa, basándose en las 6M.

Figura 4: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Las causas fueron ubicadas en la matriz Vester que está distribuida mediante filas y columnas, fijando como criterios de causalidad las escalas de 0 a 3 con el rótulo de sin

relación, mediana relación y alta relación respectivamente. (Ver Anexo 1). De la matriz previa se logró obtener la gráfica de Vester, en donde se clasifican las causas de la problemática distribuidas en 4 cuadrantes pasivo, indiferente, activos y críticos. (Ver Anexo 2). Así mismo, se procedió a ordenar las causas con su frecuencia de mayor a menor. (Ver Anexo 3). Con los datos recolectados se procedió con elaboración del diagrama de Pareto, observamos que el 80% de la baja productividad en la empresa metalmecánica es resultado o consecuencia del 20% de las causas detectadas, de las cuales se nombran las siguientes: falta de estandarización de métodos de trabajo, falta de estandarización de tiempos y escasa capacitación, en tal sentido se debe solucionar estas principales causas para reducir el 80% de la problemática (Ver Anexo 4) También se realizó la matriz de Estratificación por áreas, identificando las causas con su respectiva área y los valores en puntajes de estas. (Ver Anexo 5) Seguidamente se obtuvo el gráfico de Estratificación por áreas. (Ver anexo 6). El área de mecanizado con un 79%, recursos humanos con 8%, SSOMA 6%, almacén 5%, control de calidad 3%. Así mismo, se procedió con proponer las alternativas de solución ante nuestra problemática, los criterios son tiempo, costo y calidad, y como alternativas de solución el Estudio del Trabajo, Metodología 5S y Diseño de Planta; la alternativa elegida fue estudio de trabajo. (Ver Anexo 7). Finalizando, se realizó la matriz de priorización, mediante los 6M y con respecto a las áreas identificadas, se refleja el nivel de criticidad de cada una de las causas, esto avalando que en el área de mecanizado existe una problemática mayor con un impacto de 10, prioridad de 1. (Ver Anexo 8).

Por lo cual, en la investigación se define el problema general ¿Cómo el estudio del trabajo mejorará la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021?.

También se descompone en dos problemas específicos:

¿Cómo el estudio del trabajo mejorará la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021?

¿Cómo el estudio del trabajo mejorará la eficacia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima 2021?

El autor Ríos donde explica 10 tipos de justificación y fundamenta las razones del porque realizar la investigación (Ríos, 2017).

Justificación práctica, aquí se usan estrategias para resolver la problemática determinada que afecta el desarrollo de una organización. En la presente investigación la problemática a solucionar repercute desfavorablemente en el desarrollo de la empresa, por ello como solución ante esto se propone la aplicar la herramienta de estudio del trabajo usando el estudio de métodos y la medición del trabajo ya que esto contribuirá a medir los tiempos para encontrar actividades u operaciones innecesarias dentro del proceso en el área a estudiar con el objetivo de encontrar las soluciones pertinentes para el presente estudio y contribuir en la mejora.

Justificación metodológica, esta hace referencia al método utilizado en la investigación con el fin de lograr los objetivos planteados en el estudio. En esta investigación se aplicará el método de estudio de trabajo dentro de una industria metalmecánica, el mismo que será utilizado para futuras investigaciones.

La justificación económica se relaciona directamente con los resultados que previo estudio se encontraran en la empresa. Es decir que el proyecto de investigación reducirá costos en términos económicos en el área de mecanizado, logrando la eliminación de tiempos que no son bien utilizados en este caso llamados tiempos muertos, logrando así porcentajes positivos en términos de utilidades.

El objetivo general de la investigación es determinar cómo el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021. Del cual se descompone los objetivos específicos, determinar cómo el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica y determinar cómo el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima 2021.

Por lo tanto, se redacta la hipótesis general:

El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021. Y como hipótesis específicas el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica y el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para la investigación, se ha optado por tener como referencias estudios previos tales como artículos científicos, tesis para obtener un grado académico, revistas científicas y libros referentes al tema de estudio enfocadas en la variable en un entorno a nivel internacional.

Becerril y otros (2016), Innovación y productividad en la industria metalmecánica de México, el contexto actual, 2016, los autores en su artículo publicado explican la gran diversidad que hay en el sector metalmecánico para las industrias, señalan que en los últimos años la metalmecánica a sido estimulada para lograr su expansión. El objetivo del artículo es dar a conocer la situación sobre la productividad actual de la industria metalmecánica mexicana, de esta forma también buscan mostrar la repercusión en el eficiencia, como resultado esta investigación mostro resultados desfavorables en cuando a la situación interna de la situación mexicana ya que se registraron pérdidas lo que demuestra la carencia de la innovación en 35 empresas del sector, entre ellas tenemos: 75% de las metalmecánicas importa 42% de su maquinaria teniendo la capacidad de ser abastecidos en el mercado local, el 66% de las maquinarias presentan entre 5 a 15 años de antigüedad, las plantas no optimizan el uso adecuado de su capacidad, el 75% de las empresas no han generado propuestas innovadoras para la mejora, 92% de empresas no han registrado y no generan sus patentes, el 40% no realiza exportaciones, 83% hace estudios de mercado antes de generar sus actividades. (Becerril, y otros, 2016).

Gujar (2018), el autor en la revista internacional con su investigación *Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry*, hacen referencia al aumento de la productividad gracias al estudio del trabajo en una industria de manufactura. Para esta investigación se optó por emplear distintas herramientas con el uso de técnicas dando el objetivo de mejorar la eficiencia y la productividad de la industria metalmecánica. La investigación se enfoca en una pequeña empresa que fabrica y suministra componentes o piezas para chapas, cuadros eléctricos, acero inoxidable. Por otra parte, este estudio está aplicando el estudio del trabajo para optimizar las operaciones en la empresa y con ello determinar y solucionar dificultades o problemas relacionados en el proceso de producción. En tal sentido se asume que la implementación de los mencionados estudios mejora la productividad en las empresas resaltando que los procesos tienen una tasa alta eficiente. (*Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry*, 2018).

Andrade (2019), nos dice en su investigación *Estudio de Tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en la empresa de producción en calzados*. Tuvo como fin u objetivo disminuir o en mejor de los casos eliminar las operaciones o actividades innecesarias que repercuten directamente en el desarrollo de la productividad y calidad del sistema. Es un estudio de tipo aplicada, la población de análisis fue la producción de calzado. Los instrumentos que se usaron fueron, el diagrama de operaciones y bimanual. La data resultante se obtuvo mediante herramientas aplicadas para agilizar y simplificar el proceso, logrando así una elevación en la productividad y eficiencia. Por otro lado, con respecto al ciclo de trabajo, se logró eliminar las tareas o actividades que no agregan valor. Concluyendo, el uso de las herramientas y formatos implementados logró incrementar la productividad y eficiencia en el proceso, ya que se demostró que hubo un incremento de 5.49 en su producción. (Andrade, 2019)

Pergher y otros (2014), los autores en el estudio, *Estratégias para aumentar a produtividade em sistemas de produção*, tuvieron como objetivo establecer un conjunto de tácticas y estrategias simplificadas para poder lograr optimizar y tener un alza progresiva sin restricciones en los sistemas de producción. Este estudio fue tipo

básica, con un alcance explicativo, en donde se ordenó 25 posibles estrategias para la intervención que influyen en el alza progresivo ascendente en las restricciones o comúnmente llamadas cuellos de botella en un sistema conjunto de fabricación. Para ir a mayor profundidad con el presente estudio se sugirieron de forma visionaria la metodología Six Sigma con el fin de obtener nuevas variables que dan una profunda contundencia a las propuestas sin dejar de lado el tratar la teoría de restricciones con el objetivo de lograr la reducción de tiempos muertos, eliminando las restricciones logrando así el aumento de la productividad. (Pergher, y otros, 2014).

Hiwot (2019), el autor en su tesis, Productivity Improvement through the integration of lean and work study, explico y planteo el objetivo e importancia de monitorear la productividad de las plantas industriales aplicando distintos instrumentos de ingeniería como el estudio de tiempos, el estudio de trabajo entre otros. La presente investigación fue de tipo aplicada ya que propuso mejoras usando herramientas determinadas y métodos de trabajo, seguidamente la investigación tuvo un alcance correlacional. El monitoreo de la medición de trabajo se puede aplicar en varios sectores de un ciclo de trabajo en base a seguir progresivamente cada operación usando como técnica la observación para analizar las operaciones de manera efectiva y así encontrar los tiempos muertos para posteriormente darles el uso adecuando aplicando criterios para establecer valores agregados. (Hiwot, 2019).

Seguidamente se refieren estudios previos enfocados al entorno nacional.

Palomino (2018), en la investigación Propuesta de mejora de la productividad en el área de producción en una fábrica de Snack. Elaboró variadas propuestas de mejora para el área de producción con el fin de elevar la productividad en una empresa de alimentos, para lograr ello se basó usando herramientas netas de ingeniería, Lean Manufacturing y logrando así reducir el tiempo de entregas. La investigación fue aplicada, su población estaba conformada por las ventas, el instrumento que se utilizo fue el cronometro para la toma de tiempos. Los resultados que se lograron fueron altas, se realizo un enfoque en el análisis de riesgo. En el análisis se tuvo que la factibilidad técnica y económica permite elevar la productividad con un margen de 6% de

excedente en la capacidad. Por otra parte, su capacidad tuvo un crecimiento de 2.3% (Palomino, 2018).

Para tener una idea solida de la variable independiente del estudio del trabajo y lograr conceptualizarla se considerará a los siguientes autores: Kanawaty, el autor define que el estudio del trabajo son actividades sistemáticas a realizar que tiene el fin de optimizar los recursos con el objetivo de generar mejoras, fijando estándares de rendimiento con relación a las actividades programadas. El autor menciona que tiene como objetivo suprimir y eliminar las operaciones o actividades que no son de utilidad y que no son aprovechadas de manera correcta. Las herramientas que se muestran es el estudio de métodos y la medición del trabajo dado que estas relacionadas entre sí, dado que el estudio de métodos se centra en la reducción de tareas u operaciones en un determinado proceso, por otra parte la medición del trabajo se ocupa de ejecutar o aplicar procedimientos o técnicas donde lo principal es el tiempo medido, es decir se centra en realizar la toma de tiempo de los trabajadores en cada una de sus operaciones con instrumentos de medición como un cronometro o similares. Por ello según el autor para una correcta aplicación de sus definiciones se debe tomar en cuenta 8 etapas que garantizaran resultados positivos tales como, seleccionar, examinar, establecer, definir, fijar y controlar. (Kanawaty, 1996).

Caso (2006), el autor establece que la medición del trabajo tiene como principal finalidad conocer y verificar el tiempo que le toma a un operador realizar sus actividades con las indicaciones establecidas sin descuidar las normas fijadas, esto contribuirá a reducir y eliminar los tiempos muertos que claramente son innecesarios durante la ejecución de operaciones en el proceso productivo. Seguidamente tenemos el estudio de tiempos cuya principal función es medir el desempeño del trabajador registrando tiempos y ritmos que se desempeñan en las tareas establecidas. Para esto se deben emplear ciertos instrumentos que son sumamente importantes para la medición y el control de los tiempos, uno de ellos es el cronometro, este instrumento es de importancia donde nos ayuda a registrar los tiempos con alta exactitud para

posteriormente ser ordenados en determinados documentos, que contienen datos como números, datos, elementos.

Para poder conceptualizar nuestra variable independiente E.T, se consideró a:

Kanawaty, nos menciona que el Estudio del Trabajo es un flujo sistemático donde se realizan operaciones o actividades, que tiene como objetivo usar con eficacia aquellos recursos para lograr mejoras, generando parámetros de rendimiento con relación a las actividades programadas. Tiene como fin eliminar actividades que no aportan valor o actividades innecesarias, es decir que al hacer lo mencionado la productividad aumentará. Las técnicas de esta herramienta son el Estudio de Métodos y Medición del Trabajo que están relacionadas entre ellas, donde el inicial es la reducción o disminución de una tarea durante un proceso, por otra parte la medición del trabajo se encarga de emplear técnicas. En tal sentido para que los resultados sean favorables se deben aplicar 8 etapas para lograr una positiva implementación, las cuales son, registrar, examinar, establecer, evaluar, definir, implantar y controlar. (Kanawaty, 1996).

El indicador que se empleara en el trabajo de investigación será la medición del trabajo, esto está definido por autor como el tiempo que usa un operador para realizar una tarea u operación seguimiento los procedimientos con total normalidad, a esto se le suma los suplementes que se usan para concretar una actividad causados por cansancio ,agotamiento, fatiga o tensiones musculares. (Caso, 2006).

Figura 5: Fórmula del tiempo estándar

$$TE = TN x (1 + S)$$

Fuente: (Caso, 2006)

EL tiempo normal es registrado por un instrumento en este caso se usara un cronometro donde se tomara el tiempo de un trabajador correctamente capacitado dominante de la actividad a realizar ya que es quien conoce como es el trabajo cuando

se está operando a un ritmo normal, esto se calcula realizando el producto que se tiene al multiplicar el tiempo registrado con el factor ritmo ($TN = TR \times FR$). (Caso, 2006).

Según Niebel, se indica que el tiempo normal es igual al tiempo promedio conservado de cada actividad por la calificación del desempeño, Como se detalla (Niebel, y otros,2009).

Figura 6: Fórmula del tiempo normal

$$TN = TP \times FRD$$

Fuente: (Niebel, y otros, 2009)

Ruiz (2016)Estudio de método de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad en la empresa Agrosemillas Don Benjamin E.I.R.L, tiene como objetivo diseñar de métodos de trabajo para mejorar la productividad en el proceso de llenado de tolva en la empresa Agrosemillas Don Benjamin E.I.R.L,esta investigación es tipo aplicativo y de diseño experimental, en conclusión de que con nueva distribución de almacén se reduce el tiempo el tiempo de recorrido, con la propuesta de trabajo se logra incrementar la eficiencia y eficacia en 3.67% a 20% respectivamente, esta tesis se ha tomado como referencia por el estudio de trabajo.

Según Niebel, establece los métodos de calificación del desempeño: velocidad, sistema Westinghouse, sintética y la calificación objetiva, donde se conoce el antiguo de Westinghouse para calificar los ciclos y para evaluar un estudio completo. Este sistema se evalúa los factores de habilidad esfuerzo, condiciones y consistencia, las tablas para calificar estos factores se encuentran en el Anexo 9. Lo cual la calificación del desempeño de este sistema se calculó de la siguiente, manera (Niebel, y otros, 2009).

Figura 7: Fórmula del factor de desempeño

$$FRD = 1 + \Sigma (H + E + C + CS)$$

Fuente: (Niebel, y otros, 2009)

Niebel menciona que el Estudio de Métodos es un método que tiene como fin minimizar costos y tiempo en términos de producción para elevar la productividad. (Niebel, 2018), Además, usa como técnica a la cantidad de tiempo que toma en el trabajo, buscando descartar los movimientos innecesarios, tanto en mano de obra como en materia prima. La cual tiene como fin describir el proceso del registro de sus actividades, desde lo que ingresa hasta el proceso de termino. El DAP representa gráficamente los detalles de los procedimientos en secuencia, los símbolos usados son de transporte, demora, almacenaje y operaciones combinadas. (García, 2005).

Figura 8: Fórmula de índice de actividades

$$\text{Índice de Actividades} = \frac{\text{Total de Actividades} - \text{Actividades Innecesarias}}{\text{Total de Actividad}}$$

Fuente: (Garcia,2005)

Kanawaty (1996, pp4), la productividad es la relación entre un producto e insumo, la palabra productividad puede usarse para valorar o medir el grado de utilización de ciertos insumos por producto fabricado.

García define que es la eficiencia que realizan los recursos disponibles para tener los objetivos planteados. Cuyo objetivo es medir la eficiencia y la eficacia para lograr un rendimiento positivo utilizando pocos recursos aumentar producto, incrementar el producto y disminuir las operaciones. (García, 2005). Así también, “la productividad es el incremento de continuo del sistema. Más que producir rápido, se trata de producir mejor”. (Gutiérrez, 2010).

Figura 9: Fórmula de productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Eficiencia} - \text{Eficacia}}{\text{Actividades}}$$

Fuente: (Gutiérrez ,2010)

Eficiencia o rendimiento, por esto se entiende que cuando se utilizan menos recursos para lograr el objetivo. Estos componen de con un conjunto de indicadores, tiempos muertos, desperdicios, porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

Eficacia, donde el nivel de logro de las metas y objetivos, muestras la capacidad para lograr lo que nos proponemos. Emanada de indicadores, grados de cumplimiento de los programas de producción y ventas, demora en los tiempos de entrega.

Según, García afirma que la eficiencia es la cantidad de recursos utilizados para alcanzar un mismo objetivo con los mismos recursos o mínimos recursos y la eficacia son metas y objetivos trazados por la empresa, propone hacer las cosas bien y pueden ser medidas con las siguientes fórmulas. La eficiencia pueden ser medida con los siguientes indicadores: desperdicio de tiempos, % de utilización de la planta y la eficacia con el grado de cumplimiento del programa de producción y la espera en tiempos de entrega (García, 2005).

Figura 10: Fórmula de Eficiencia

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100$$

Fuente: (García ,2005)

Figura 11: Fórmula de eficacia

$$Eficacia = \frac{Produccion\ real}{Produccion\ programada} \times 100$$

Fuente: (García ,2005)

Kanawaty (1996, pp77) dice que la ingeniería de métodos, es el registro y examen sistemático de las formas de realizar un trabajo, el objetivo es mejorar las actividades y facilitar al trabajador para el buen desempeño de sus labores, donde el estudio de métodos es enfocado principalmente en seguir 8 etapas que seleccionar, registrar, examinar, establecer, evaluar, definir, implantar y controlar. Donde establece el desarrollo de forma lógica que el ingeniero de métodos debe realizar

Nivel (2009, pp322), ningún trabajador puede mantener un paso estándar los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir interrupciones que son 3, donde se asigna tiempo extra: la primera son interrupciones personales, como ir a tomar agua o ir al baño a lavarse las manos, la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros, la tercera son retrasos inevitables, como las herramientas se rompen, parada de máquinas, interrupciones del jefe inmediato, problemas en las herramientas y variaciones del material, estos requieren a la adición de un suplemento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La metodología de investigación, “se muestra de que se tiene que profundizar el conocimiento para lograr un alto nivel alcance, ser lo menos particular posible e ir a lo general y deductivo”. (Marina, 2013).

Tipo de investigación

La investigación aplicada, “Está orientada a resolver, por medio del conocimiento científico, los medidos, metodología, protocolos y tecnologías, por cuales superponer una necesidad reconocida y específica”. (Concytec, 2018). Por otro lado, cuando la investigación llega a ser aplicada, es la que se debe tener presente en los países y donde los gobiernos son quienes deben brindar el apoyo financiero. (Marina, 2013).

Por cual, la investigación es aplicada donde se proporciona aportes teóricos y conocimientos de la herramienta para ser aplicada en la empresa metalmeccánica y disminuir tiempos y procesos que se generan el área de mecanizado, donde se la finalidad es aumentar la productividad a través de la eficiencia y eficacia.

Por su enfoque

El enfoque de la investigación cuantitativo, se ve la obtención de los resultados para Hipótesis, con la formulación en la medición numérica y el análisis estadístico, donde se establecerá patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernández, y otros, 2014). También, se basa en la medición de la cantidad, este es aplicable a los fenómenos que se expresan en términos de cantidad. (Kothari, 2004).

Por cual, nuestra investigación es cuantitativa ya que se debe tener un control sobre la variable independiente, que se aplicara en el área de mecanizado, reuniendo información, utilizando instrumentos validados con el objetivo de realizar análisis descriptivo e inferencia que constate una mejora.

Por su diseño

La presente investigación es cuasi experimental resulta de una teoría, en su estudio de investigación, donde mantiene a la relación causa efecto, por tanto, se tiene, una variable independiente, otra llamada dependiente. Las variables están sometidas en resultados, empíricos que se pueden comprobar. Consta una relación de dependencia entre las variables. Un cuasi experimento es decir que se tomaran grupos y momentos distintos. Del mismo modo Concytec indica que la evolución experimental se dedica a que los conocimientos adquiridos como de la investigación como la práctica, es

orientada en nuevo productos y procesos o también al mejoramiento de los ya existentes (Concytec, 2018).

Por su alcance

El propósito de la investigación explicativa es detallar el porqué de un fenómeno y como se manifiesta en relación de dos variables o más, es más estructura y da mayor sentido al fenómeno estudiado. (Ríos, 2017).

La investigación es explicativa donde va aclarar el proceso de la variable independiente “Estudio de trabajo” sobre la variable dependiente que llega ser “Productividad”, debido que el problema se encuentra en el área de mecanizado, donde se debe aplicar las herramientas de la variable independiente lo cual ayudara a disminuir tiempos, aumentando la eficiencia y eficacia en la respectiva área de mecanizado.

3.2. Variables y operacionalización

Para iniciar con nuestra operacionalización es un requerimiento tener muy en claro específicas definiciones.

En primer lugar, tenemos a la operacionalización que viene a ser la separación o división de las variables en dimensiones, indicadores e índices con el fin de comprobar la hipótesis. Por ende, las variables a través de la operacionalización muestran condiciones o características de los objetos de estudio que seguidamente serán medidos y mostrados mediante indicadores. (Bavaresco, 2013).

Para el autor lo mencionado en el punto anterior la dimensión es independiente y la unión de varias de estas nos da la variable principal. (Bavaresco,2013).

Seguidamente podemos confirmar que el indicador es medible y verificable, pero podemos decir que el indicador de una variable necesariamente no puede serlo de otra. Obtener resultados positivos de una determinada investigación netamente

depende de la correcta elección de indicadores dado que a través de ellos se comprobará cada hipótesis planteada. (Bavaresco,2013).

Para el autor la variable independiente “Estudio del trabajo” es un procedimiento sistemático del método en el cual se va a realizar distintas actividades cuya finalidad es usar de manera eficaz los recursos para fijar mejoras hacia las actividades que serán programadas. (Kanawaty,1996).

Nuestra variable independiente puede ser medida a través del estudio de métodos y la medición del trabajo, estos aspectos están relacionados entre sí ya que el estudio de métodos es la reducción de una operación en el proceso, por otra parte, la medición del trabajo aplica herramientas y técnicas para tomar, registrar los tiempos que utiliza un operador en una determinada operación. (Kanawaty, 1996 págs. 19,20). Esto se medirá a través de estos indicadores.

Figura 12: Índice de tiempo de actividades necesarias

$$ITTA = \frac{TTA - TTAI}{TTA}$$

Fuente:(Kanawaty, 1996)

TTA: Tiempo total de actividades

TTAI: Tiempo total de actividades innecesarias

Figura 13: Tiempo Estándar

$$TE = TN x (1 + S)$$

TE: Tiempo normal

S: Suplemento

Fuente: (Caso, 2006)

Por consiguiente, las dimensiones eficiencia y eficacia será descritas respectivamente, inicialmente tenemos a la eficiencia que viene a ser el número de recursos ejecutados o usados con el fin de alcanzar un objetivo común con igual o reducida cantidad de recursos, seguidamente la eficacia son las objetivos proyectados a lograr por una organización y esto se calculara con estas fórmulas. (García, 2005).

Figura 14: Fórmula de porcentaje de eficiencia

$$PEficiencia = \frac{\textit{Horas hombre reales}}{\textit{Horas hombre estimadas}} \times 100$$

Fuente: (Caso, 2006)

Figura 15: Formula Porcentaje de eficacia

$$PEficacia = \frac{\textit{Unidades producidas}}{\textit{Unidades programadas}}$$

Para Bavaresco, la escala (E) es el resultado de la distinción (D) entonces esta (E) es el resultado de la medida (M).

Figura 16: Relación de la escala con la medida

E -> D
D -> M

Fuente: (Bavaresco, 2013)

Por ende, el símbolo D si se descarta, se define la escala como la medida. Además hay cuatro tipos de escala nominal, ordinal, intervalo y razón, las cuales se definen de la siguiente manera la primera se define como una simple distinción, la segunda es la distinción del resultado de la medida, estas dos escalas se utilizan en estudios cualitativos y la escala intervalo y de razón en estudios cuantitativos, por ello en el intervalo se hace uso de la suma y resta, puede ser de menor a mayor o viceversa y por último la escala razón se agrupan las características de las otras escalas como los números naturales respectivamente y se hace uso de las cuatro operaciones matemáticas adición, sustracción, división y multiplicación. (Bavaresco, 2013). Por ende, la medición de los indicadores es de razón, como se visualiza en la matriz de operacionalización (Ver anexo 10).

3.3. Población, muestra y muestreo

Según el autor la población es el agrupamiento o conjunto de personas que poseen la similitud en sus características específicas dirigidas al especialista para el análisis de la muestra definidas minuciosamente, especificando en totalidad la relación de sus componentes. (Roberth, 2012). En la presente investigación nuestra población será compuesta a través de la producción de piezas Husillo en el área de mecanizado.

- **Criterio de inclusión**

Se tomo la producción de husillos en el turno de 8:00 am A 6:00 pm, con el total de horas laborables/ día, de lunes a sábado.

- **Criterio de exclusión**

No se tomará en cuenta piezas producidas en otras áreas, tampoco feriados y domingos.

Por otra parte, la muestra es sencillamente una fracción o parte de la población, el cual será utilizado para pluralizar los resultados dentro de la población. (Roberth, 2012). Por ende, la muestra fue producción diaria de la pieza Husillos H200 en el área ce

mecanizado en la empresa metalmecánica, Lima en periodo evaluados en 26 días laborales.

El muestreo involucra procedimientos que logra la elección de los objetos de estudio que formaran parte de la muestra, esto es con la finalidad de levantar datos específicos que se requieran para la investigación, existen dos tipos de muestreo como: muestreo probabilístico, es donde actúa lo aleatorio, tomando como punto de inicio que todos los datos de una determinada población estén dentro de la posibilidad de ser elegidos, y muestreo no probabilístico, este tipo de muestreo tiene como presencia el criterio del investigador para poder elegir o seleccionar características que se necesite para desarrollar la investigación, las cuales pueden ser por conveniencia, circunstancial y por cuotas. En la investigación se utilizará el muestreo no probabilístico por conveniencia puesto que el acceso a los datos de estudio tiene una cierta limitación y la muestra será elegida de acuerdo a nuestro criterio. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas son procedimientos para determinar un proceso y un objetivo que verifican las hipótesis de la investigación. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018).

Para esta investigación se empleará la técnica de la observación directa y con ello proceder a recolectar datos del área de mecanizado de la empresa metalmecánica, dado que se tomarán los tiempos que se ejecutan en la jornada laboral matutina y nocturna. Ante lo mencionado Ñaupas menciona que la observación es el proceso de conocimiento directo entre el estudiador y el objeto de estudio a conocer mediante los sentidos, donde predomina la vista, oído, tacto y olfato. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018 pág. 281). Seguidamente se usará la técnica del análisis documental que son procedimientos de lectura, comprensión y análisis de archivos impresos tales como libros, revistas, actas de nacimiento, oficios, entre otros. En tal caso los datos de la información que se recolecte en la investigación nos darán una buena exactitud para establecer puntos específicos. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018 pág. 288).

Los instrumentos de medición están representados por documentos que los investigadores seleccionaran para tomar los registros de características de nuestras variables. Esto es ideal para poder registrar específicamente lo observado con respecto a nuestras variables, si esto se realiza de forma incorrecto o incoherente la medición que se tendrá mostrará deficiencias. (Hernández, y otros, 2014 pág. 199).

Por lo cual. Los instrumentos que se utilizó para medir la variable independiente y dependiente se encuentran en el Anexo y son:

- Ficha de toma de tiempos en la producción de piezas metalmecánicas en el área de mecanizado.
- Ficha de registro de resumen de actividades
- Ficha de registro de medición de trabajo
- Ficha de registro de productividad

Para el autor Ñaupas existes 2 cualidades fundamentales para la medición de un instrumento las cuales son validez y confiabilidad.

Asimismo, con respecto a la confiabilidad, decimos que un instrumento es confiable si las mediciones que se realizan no muestran variaciones significativas en el tiempo que fue aplicada o por la aplicación de distintos miembros de la investigación, hasta inclusive por cualquier persona. Esta se representa a través del coeficiente de confiabilidad, donde el valor 1 es perfecto, y los que están en el rango de 0.66 y 0.71 son aceptables. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018). En la investigación la confiabilidad será netamente avalada por el formato de la ficha de productividad, donde la información será recolectada y registrada con las facilidades que se tienen a través del gerente con el acceso al área de mecanizado de la empresa metalmecánica, dicho formato en su contenido posee fórmulas para medir nuestro indicador. Según el autor, nos menciona que la correlación de Pearson es una herramienta de medición estadística, donde se hallan las medidas de la intensidad y orientación entre dos variables. Seguidamente, nos indica que se poseen grados de correlación con la posibilidad de ser positivas o negativas, la primera detalla que al aumentar una variable

aumenta la otra, y la siguiente es cuando aumenta una y la otra tiende a disminuir. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018).

Tabla 1: Grado de correlación

CORRELACION NULA	CORRELACION DEBIL	CORRELACION FUERTE
0	+0.2 a +0.4 y -0.2 a -0.4	+0.6 a +0.9 y -0.6 a -0.9

Fuente: (Ñaupas, y otros, 2018)

La validez es mostrar que tan adecuado es un instrumento de medición, es decir se enfoca en la precisión de la medición del instrumento con respecto a lo propuesto o también es la eficacia del instrumento para representar lo que busca el investigador, también se le denomina como la autenticidad u originalidad del instrumento. (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018). En esta investigación la validez será avalada a través del juicio de expertos con el requerimiento de la aprobación de tres asesores visualizados en la siguiente tabla:

Tabla2: Juicio de Expertos

JUICIO DE EXPERTOS		
ASESORES	ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	RESULTADO
Rosario Del Pilar, López Rojas	MAESTRÍA EN ADMINISTRACION	APLICABLE
José La Rosa, Seña Ramos	INGENIERO INDUSTRIAL	APLICABLE
Lino, Rodríguez Alegre	INGENIERO PESQUERO	APLICABLE

Fuente: *Elaboración propia*

3.5 Procedimientos

El este proyecto los procedimientos va en una serie de etapas, para ver en qué consiste el desarrollo del proyecto comenzando con la recopilación de datos, el procesamiento de los datos y terminando con el análisis de la información. Nos ayudará a realizar una correcta la investigación.

Primera etapa: Durante esta etapa se identificará las causas del problema utilizando las herramientas de calidad, para realizar el estudio se levantará los datos para el pre test.

Segunda etapa: Es aquí donde se desarrollará las diferentes fases para la implementación de la metodología a utilizar para mejorar la productividad dentro de la empresa.

Tercera etapa: Después de haber implementado la mejora, en nuestra investigación de estudio del trabajo, se procederá a recolectar los datos de post test, para con ello comparar el antes y del después de la implementación y corroborar la mejora en la productividad.

3.5.1 Situación actual

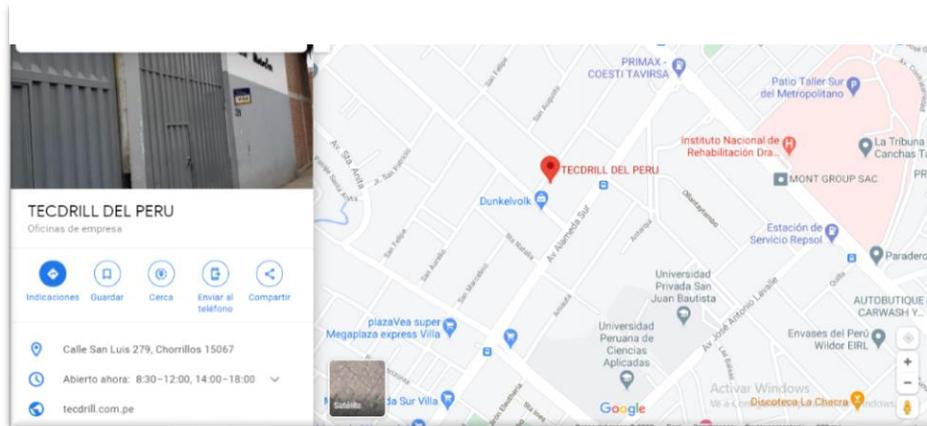
Descripción de la empresa

Empresa dedicada a la fabricación de maquinaria de perforación diamantina, así como también del mantenimiento de las mismas. Tiene presencia comercial atendiendo al mercado tanto en Sudamérica como en Centroamérica; con clientes en Perú y Colombia. TECDRILL DEL PERU SAC, fue creada y fundada el 15/10/2014, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.

Localización

Se encuentra ubicado en la Calle San Luis Mza.H1 Lote 3. Urb. Villa Marina - CHORRILLOS-Lima.

Figura 17: Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

Misión

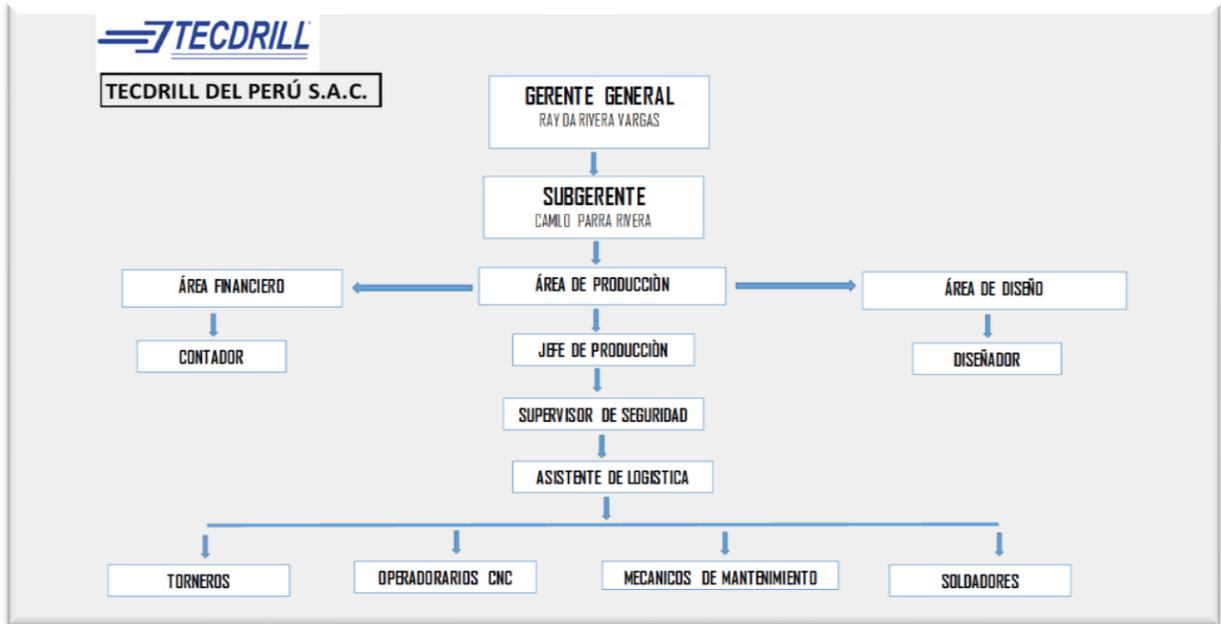
Ofrecer a nuestros clientes producto de calidad y un servicio orientado a la satisfacer sus expectativas en las actividades de exploración en el sector minero y de construcción.

Visión

Ser una empresa reconocida en el mercado nacional e internacional, de fabricación y servicios de máquinas de perforación diamantinas, al brindar tanto por un producto de excelente calidad con gran relación beneficio - costo y servicio de mantenimiento de alta calidad.

Ofrecer a nuestros clientes producto de calidad y un servicio orientado a la satisfacer sus expectativas en las actividades de exploración en el sector minero y de construcción.

Figura 18: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Distribución de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Maquinarias de la empresa

En la empresa realiza tienes 4 máquinas y 1 herramienta a utilizar para realizar la fabricación del Husillo.

Tabla 3: Maquinarias de la empresa

Maquinarias de la empresa			
Ítem	Nombre	Maquinas	Marca
1	TORNO CNC TL3W		HAAS
2	FRESADORA CNC VF4		HAAS
3	BRAZO ROSCADOR		
4	TORNO FRESADOR ST35Y		HAAS
5	VERNIER		MITUTOYO

Fuente: Elaboración Propia

Productos de la empresa

Se detalla en el cuadro que tienen diversos productos donde el HUSILLO H200, tiene el costo más alto, donde se procede a detallar que se utilizara el producto para el proyecto de investigación.

Tabla 4: Productos de la empresa

Productos de la Empresa		
Ítem	Productos	Costo
1	BUSHING CARCASA DI25-DE30 UR2844 / H400 TECDRILL	\$265.00
2	PORTAGUIADOR ROD HOLDER H400 /BRH3018	\$25.00
3	BUSHING DELANTERO BUR2934 / H400 TECDRIL	\$25.00
4	BUSHING POSTERIOR BUR2936 / H400 TECDRILL	\$145.00
5	PIN 25 mm BUR2940 / H400 TECDRILL	\$25.00
6	PERNO BISAGRA / H400SPBUR-05	\$28.00
7	MORDAZA DE ROD HOLDER RH3032 HQ H400	\$180.00
8	JUEGO DE MORDAZAS HQ MUKI	\$540.00
9	HUSILLO H200	\$1350.00
10	ANILLO CONICO	\$55.00
11	ANILLO DISTRIBUIDOR	\$360.00

Fuente: Elaboración Propia

Objeto de estudio

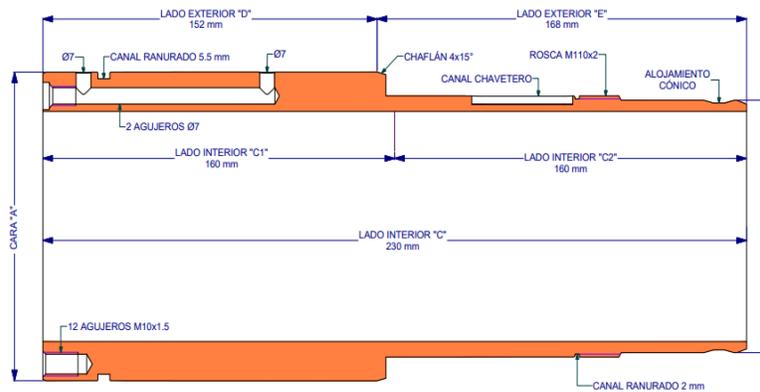
El husillo H20, es un objeto que va posicionado en una máquina perforadora, donde cuenta con un alto nivel de importancia y dificultad en su fabricación.

Figura 20: Husillo



Fuente: Empresa Metalmecánica

Figura 21: Plano de Husillo



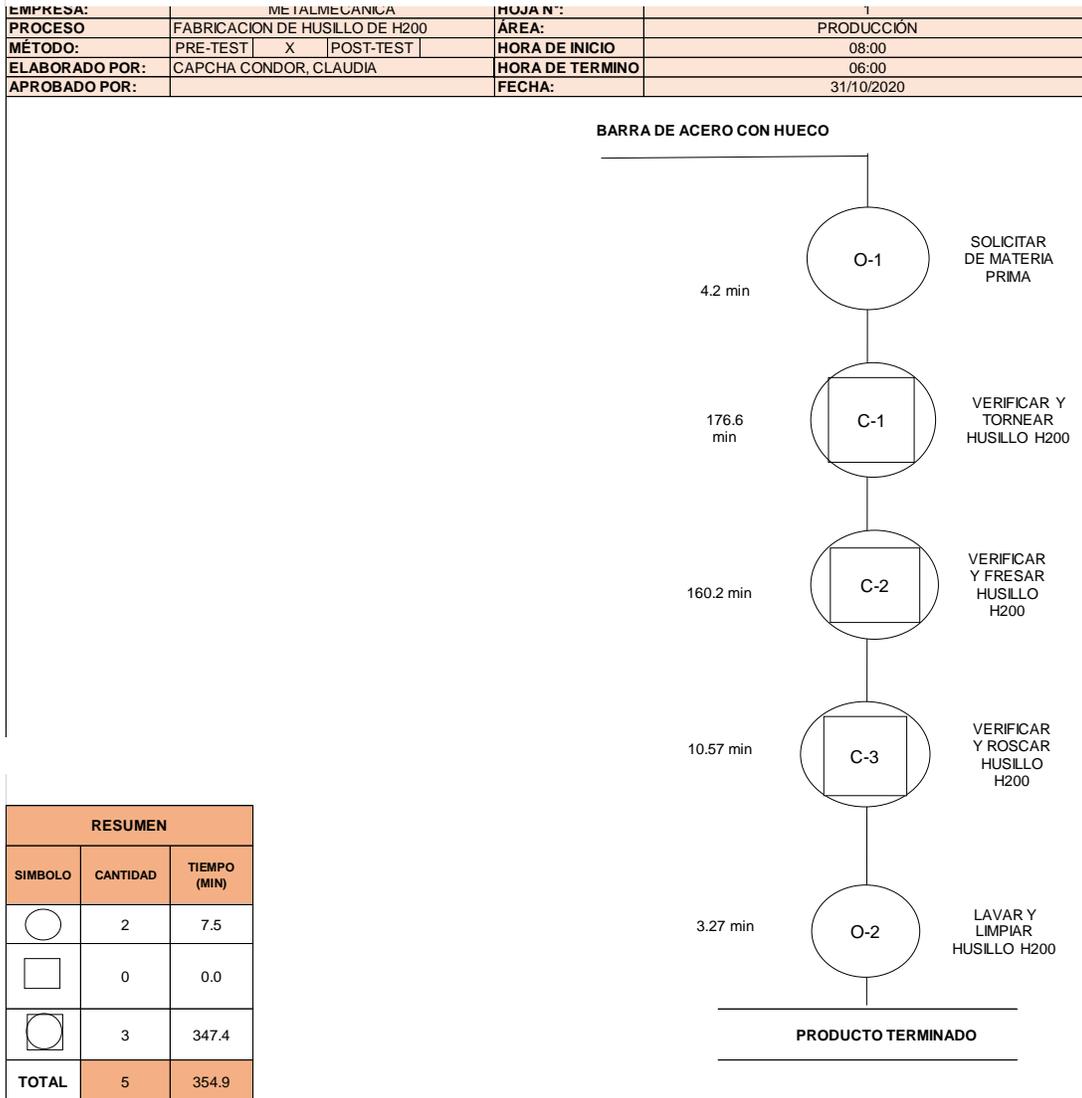
Fuente: Empresa Metalmecánica

3.5.2 Variable independiente: Estudio del trabajo

- Estudio de métodos

DOP (PRE-TEST)

Figura 22: Diagrama de Operaciones de fabricación de Husillo h200



Fuente: Elaboración Propia

DAP (PRE-TEST)

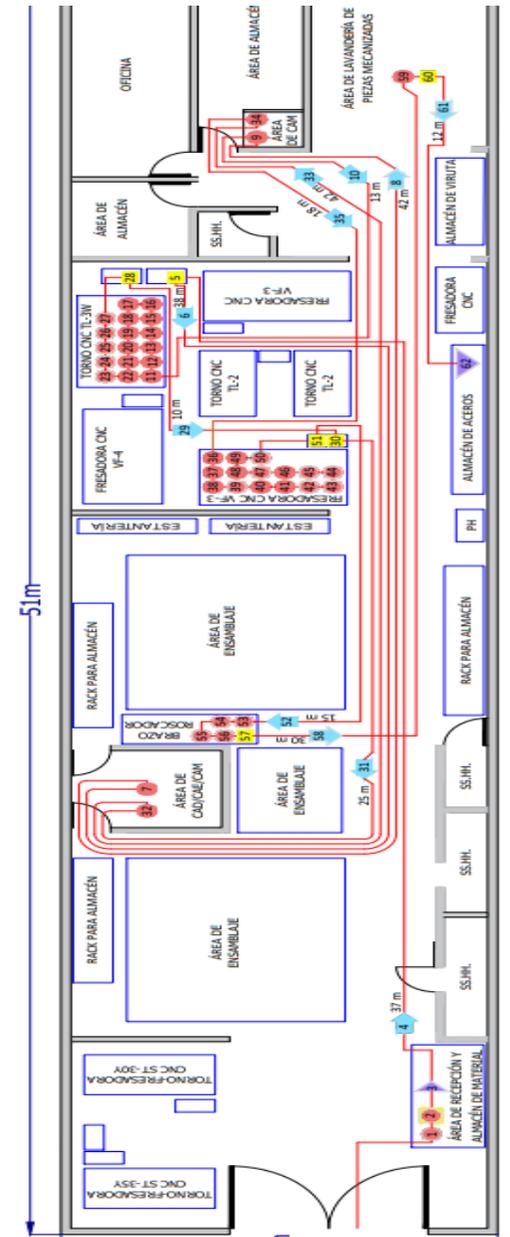
Tabla 5: Diagrama de actividades de la empresa

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO DE FABRICACION DE HUSILLO DE H200 EN LA EMPRESA METALMECANICA												
EMPRESA METALMECANICA					REGISTRO		RESUMEN					
Proceso:		Fabricación de Husillo de H200			METODO		ACTIVIDAD					
Area:		Mecanizado			PRE-TEST		Operación					
Elaborador por:		CAPCHA CONDOR CLAUDIA			POST-TEST		Inspección					
Operario:		Ruben Dante Castro			Desmontaje		Transporte					
Inicia en:		solicitar materia			Termina		Almacenamiento					
					Distancia (m)		374					
					Tiempo (min)		354.9					
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Valor		
					●	→	□	○	▽	SI	NO	
1	SOLICITAR MATERIA PRIMA	Dirigirse del Torno al almacen	37	0.55							X	
2		Solicitar material		1.32							X	
3		Esperar la entrega del material			1.24							X
4		Regresar al torno		37	0.58							X
5		Colocar material a mesa de trabajo del torno CNC - TL3W			0.50						X	
6	VERIFICAR Y TORNEAR HUSILLO H200	Control dimensional del material según plano		1.12								X
7		Dirigirse del torno al área de CAD/CAE /CAM	38	0.58								X
8		Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1.11						X	
9		Esperar la entrega del diseño			1.17							X
10		Dirigirse al área de CAM	42	0.04								X
11		Programar el husillo en MasterCam			6.59						X	
12		Dirigirse al torno CNC - TL3W	13	0.20								X
13		Preparar la maquina (torno CNC-TL3W) y colocar herramientas			12.54						X	
14		Colocar material en el chuck del torno			7.58						X	
15		Refrentar la cara "A"			1.14						X	
16		Cilindrar el lado interior "C1" a la longitud de 160 mm con medida acabada			35.00						X	
17		Colocar una tapa en la cara "A" para apoyar el cabezal móvil			1.00						X	
18		Cilindrar el lado exterior "D" a una longitud de 152 mm			7.54						X	
19		Ranurar en el lado exterior "D" un canal de 5,5 mm por un diametro 124.5 a una longitud de 30.5 de la cara "A" con placa de ranurado de 3 mm			2.00						X	
20		Retirar la pieza del chuck del torno			0.45						X	
21		Colocar la pieza en el chuck del torno por el cara "B"			1.20						X	
22		Refrentar la cara "B" a longitud total según plano a 320 mm			2.00						X	
23		Cilindrar el lado interior "C2" medida acabado			33.28						X	
24		Colocar tapa en la cara "B" para apoyar el cabezal móvil			0.50						X	
25		Cilindrar el lado exterior "E" a la longitud de 164 mm, más el chaflán de 4 x 15°			53.25						X	
26	Cilindrado del alojamiento exterior para el anillo cónico			1.87						X		
27	Ranurar en el lado exterior "E" un canal de 2 mm por un diámetro 107 a una longitud de 78 de la cara "B" con placa de ranurado de 2 mm			1.68						X		
28	Roscado exterior M110 con paso 2 mm en la cara "E" (ROSCA METRICA).			1.58						X		
29	Retirar la pieza del chuck del torno			2.00						X		
30	Verificar medidas de la pieza según plano			1.22							X	
31	VERIFICAR Y FRESAR HUSILLO H200	Dirigirse al Torno	10	0.09							X	
32		Esperar la entrega del Husillo			1.13							X
33		Llevar material a la fresadora CNC - VF5	10	0.09								X
34		Control dimensional de la pieza según plano			0.51							X
35		Dirigirse al área de CAD/CAM/CAE	25	0.20								X
36		Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1.74						X	
37		Esperar la entrega del diseño			1.56						X	
38		Dirigirse al área de CAM	42	0.40								X
39		Programar el husillo en MasterCam			9.65						X	
40		Dirigirse a la fresadora CNC - VF4	18	0.20								X
41		Montaje y centrado de la pieza			13.45						X	
42		Habilitar tapa de sujeción			1.14						X	
43		Habilitar herramientas de trabajo			14.46						X	
44		Taladrar con broca de centrar agujeros			1.58						X	
45		Taladrar en la cara "A" los 12 agujeros de 8.5 para M10x1.5			11.54						X	
46		Taladrar en la cara "A" 2 agujeros de diámetro 7 a una profundidad 105.4 mm			7.56						X	
47		Avellanar en la cara "A" los 12 agujeros M10x1.5			31.25						X	
48		Taladrar el asiento conico en agujero diametro 7 mm			2.00						X	
49		Cambio de montaje, sujetar en el chuck del cuarto eje para taladrar 2 agujeros de diametro 7 mm y los canales chaveteros (ciegos) horizontal			12.14						X	
50		Taladrar los 2 agujeros diámetro 7 en lado exterior "D" (izquierdo)			6.58						X	
51	Girar el husillo a 180 grados			4.87						X		
52	Taladrar los 2 agujeros de diámetro 7 lado exterior "D" (derecho)			0.62						X		
53	Alinear con los 2 agujeros (de referencia) de la cara "A" para fresar los 4 canales chaveteros			3.58						X		
54	Fresar los 4 canales chaveteros			29.56						X		
55	Retirar la pieza del chuck del cuarto eje			2.10						X		
56	Verificar medidas de la pieza según plano			2.11							X	
57	VERIFICAR Y ROSCAR HUSILLO H200	Dirigirse al Fresador	15	0.21								X
58		Espera la entrega del Husillo			1.00							
59		Trasladar la pieza al brazo roscador	15	0.21								
60		Alistar herramientas (broca M10x1.5)			1.54						X	
61		Montaje y centrado de la pieza			1.89						X	
62		Roscar los 12 agujeros M10x1.5			1.59						X	
63		Limpiar residuos de viruta			0.56						X	
64	Verificar la profundidad de los 12 agujeros M10x1.5 según plano			3.57							X	
65	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200	Dirigirse al Brazo Roscador	30	0.26							X	
66		Espera la entrega del Husillo			0.04							X
67		Llevar la pieza a la mesa de lavado	30	0.28								X
68		Lavar y limpiar el husillo con aire comprimido			2.58						X	
69		Trasladar al almacén de aceros	12	0.11								X
Total				374	354.9							

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RECORRIDO (PRE-TEST)

Figura 23: Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración propia

- Estudio de tiempos

TIEMPOS OBSERVADOS (PRE-TEST)

Tabla 6: PRE TEST

FORMATO DE TIEMPOS PARA FABRICACION DE HUSILLO H200																																
PROCESO: FABRICACION DE HUSILLO DE H200										ESTUDIO DE TIEMPOS N°: 1										COMIENZO: 01/10/2020												
EMPRESA: METALMECÁNICA																				TÉRMINO: 31/10/2020												
MÉTODO: PRE-TEST										POST-TEST										OPERARIO: Miguel Gutiérrez Castro												
ÁREA DE EVALUACIÓN: PRODUCCIÓN																				OBSERVADO POR: Claudia Capcha y George Chavez												
N°	OPERACIÓN	TIEMPO OBSERVADO(MIN)																														T.PROMEDIO (MIN)
		1-Oct	2-Oct	3-Oct	5-Oct	6-Oct	7-Oct	8-Oct	9-Oct	10-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	15-Oct	16-Oct	17-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	22-Oct	23-Oct	24-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	31-Oct				
1	SOLICITAR MATERIA PRIMA	3.8	3.9	4.2	3.8	3.9	4.2	3.9	3.8	4.1	3.9	4.2	3.7	3.8	4.2	4.2	3.9	3.8	4.2	4.2	3.8	3.9	3.7	3.9	3.7	3.8	3.9	3.9	3.9	4.2		
2	VERIFICAR Y TORNEAR HUSILLO H200	164.0	166.8	162.8	164.9	162.6	162.9	162.8	164.0	166.8	162.8	161.9	161.6	162.9	162.8	163.0	166.8	162.8	161.9	164.6	162.9	162.8	163.0	166.8	162.8	161.9	162.6	162.9	176.6			
3	VERIFICAR Y FRESAR HUSILLO H200	146.6	149.5	146.3	150.6	145.0	150.3	147.5	146.0	150.4	149.4	146.1	150.5	148.0	150.7	145.7	146.1	145.5	146.0	148.1	148.4	150.1	149.8	150.5	149.1	148.7	151.0	148.1	160.2			
4	VERIFICAR Y ROSCAR HUSILLO H200	9.9	10.7	9.3	10.1	9.9	9.8	9.2	9.3	9.7	9.9	9.5	9.9	9.3	9.2	9.9	9.8	9.8	9.9	9.8	9.9	10.3	9.8	9.8	9.7	9.9	9.6	10.3	10.6			
5	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200	3.5	2.9	2.7	3.2	3.4	2.9	2.7	3.1	3.5	2.9	2.7	3.2	3.4	2.9	3.5	3.1	3.5	2.9	2.9	3.2	3.4	2.9	2.7	2.7	3.2	3.4	2.9	3.3			
TIEMPO TOTAL																														354.9		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de muestra de tiempos (pre-test)

Tabla 7: Calculo del tiempo estándar

TIEMPO ESTÁNDAR (PRE-TEST)

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACION DE HUSILLO DE H200													
EMPRESA: METALMECANICA			FECHA	30/11/2020				ÁREA:	MECANIZADO				
MÉTODO:			PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO:	FABRICACION DE HUSILLO DE H200					
ELABORADO POR: CLAUDIA CAPCHA CONDOR							PRODUCTO:	HUSILLO DE H200					
ITEMS	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO	WESTINGHOUSE				1+FACTOR VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		1+TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS			C	V		
1	SOLICITUD DE MATERIA PRIMA	Manual	4.2	-0.05	-0.04	-0.07	0.01	0.85	3.6	0.09	0.06	1.15	4.1
2	TORNO CNC TL3W	Manual-Máquina	176.6	0	0	-0.03	0	0.97	171.3	0.09	0.13	1.22	208.9
3	FRESADORA CNC VF4	Manual-Máquina	160.2	0	0	-0.03	0	0.97	155.3	0.09	0.15	1.24	192.6
4	BRAZORSCADOR	Manual-Máquina	10.6	0	0	-0.05	0	0.95	10.0	0.09	0.13	1.22	12.2
5	LAVADO	Manual	3.3	0.03	0.02	-0.07	0.01	0.99	3.3	0.09	0.07	1.16	3.8
			354.9						343.6	TIEMPO TOTAL (MIN)			421.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Calculo de suplementos

SUPLEMENTOS	OPER 1	OPER 2	OPER 3	OPER 4	OPER 5	OPER 6
suplementos constantes						
POR NECESIDADES	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
POR FATIGA	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
suplementos variables						
A. TRABAJAR DE PIE	0.02	0.02	0.02	0	0	0.02
B. POSTURA	0	0	0	0.02	0.02	0
C. USO DE LA FUERZA	0.02	0.06	0.08	0.06	0	0.01
D. MALA ILUMINACIÓN	0	0	0	0	0	0
E. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
F. CONCENTRACIÓN INTENSA	0	0	0	0	0	0
G. RUIDO	0	0	0	0	0	0
H. TENSIÓN MENTAL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
I. MONOTONÍA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
J. TEDIO	0	0	0	0	0	0
	0.06	0.13	0.15	0.13	0.07	0.08

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Sistema de suplementos

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO COMO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS NORMALES					
	H	M		H	M
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			E. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (calor, humedad)		
-suplementos por necesidades	5	7	índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento		
-suplementos básicos por fatiga	4	4	kata (mili calorías/cm ² /segundos)		
			16	0	
			14	0	
			12	0	
			10	3	
			8	10	
			6	21	
			5	31	
			4	45	
			3	64	
			2	100	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
A. SUPLEMENTOS POR TRABAJAR DE PIE	2	4			
B. SUPLEMENTO POR POSTURA ANORMAL					
-ligeramente incómoda	0	1			
-incómoda (inclinado)	2	3			
-muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C. USO DE LA FUERZA O DE LA ENERGÍA MUSCULAR (levantar, tirar o empujar) *peso levantando por kilogramo			F. CONCENTRACIÓN INTENSA		
0	0	1	-trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	1	2	-trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	2	3	-trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
7.5	3	4			
10	4	6	G. RUIDO		
12.5	5	8	-continuo	0	0
15	7	10	-intermitente y fuerte	2	2
17.5	9	13	-intermitente y muy fuerte	5	5
20	11	16	-estridente y fuerte		
22.5	13	20+	H. TENSIÓN MENTAL		
25	17	-	-proceso bastante complejo	1	1
30	22	-	-proceso complejo atención dividida entre muchos objetos	4	4
33.5			-muy complejo	8	8
			I. MONOTONÍA		
			-trabajo algo monótono	0	0
			-trabajo bastante monótono	1	1
			-trabajo muy monótono	4	4
D. MALA ILUMINACIÓN			J. TEDIO		
-ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	-trabajo algo aburrido	0	0
-bastante por debajo	2	2	-trabajo aburrido	2	1
-absolutamente por debajo	5	5	-trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Variable dependiente: productividad

Tabla 9: Cantidad programada de Husillo

CANTIDAD PROGRAMADA DE HUSILLO H200		
CAPACIDAD EN UNIDADES TEÓRICA	FACTOR VALORACIÓN	UNIDADES PROGRAMADAS
5	0.87	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Calculo de horas hombre programada

NÚMERO DE OPERARIOS	TIEMPO LABORABLE (MIN)	HORAS-HOMBRE PROGRAMADAS (MIN)
4	480	1920

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Calculo de capacidad instalada

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE OPERARIOS	TIEMPO LABORABLE (MIN)	TIEMPO ESTÁNDAR(MIN)	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA TEÓRICA
4	480	421.8	5
TOTAL			5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Factor de Valoración

FACTOR VALORACIÓN	
Parada de máquina	3%
Escasos herramientas de trabajo	7%
Inasistencias	3%
TOTAL	13%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Calculo de horas hombre reales

CÁLCULO DE HORAS-HOMBRE REALES			
FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	TIEMPO ESTANDAR (MIN)	HORAS-HOMBRES PROGRAMADAS(MIN)
1/10/2020	3	421.8	1265
2/10/2020	3	421.8	1265
3/10/2020	2	421.8	844
5/10/2020	3	421.8	1265
6/10/2020	3	421.8	1265
7/10/2020	2	421.8	844
8/10/2020	3	421.8	1265
9/10/2020	3	421.8	1265
10/10/2020	3	421.8	1265
12/10/2020	2	421.8	844
13/10/2020	3	421.8	1265
14/10/2020	2	421.8	844
15/10/2020	2	421.8	844
16/10/2020	3	421.8	1265
17/10/2020	2	421.8	844
19/10/2020	3	421.8	1265
20/10/2020	3	421.8	1265
21/10/2020	3	421.8	1265
22/10/2020	3	421.8	1265
23/10/2020	2	421.8	844
24/10/2020	3	421.8	1265
26/10/2020	2	421.8	844
27/10/2020	3	421.8	1265
28/10/2020	2	421.8	844
29/10/2020	3	421.8	1265
30/10/2020	3	421.8	1265
31/10/2020	3	421.8	1265

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Eficiencia (pre-test)

EFICIENCIA				
EMPRESA:		METALMECÁNICA		
PROCESO:		FABRICACIÓN DE HUSILLO DE H200		
ELABORADO POR:		CLAUDIA CAPCHA CONDOR		
MÉTODO:		PRE-TEST	FECHA:	31/10/2020
ITEMS	FECHA	INDICADOR		E= (HHR/ HMProg) X100%
		EFICIENCIA		
		HHR (min)	HHProg (min)	
1	01/10/2020	1265	1920	66%
2	02/10/2020	1265	1920	66%
3	03/10/2020	844	1920	44%
4	05/10/2020	1265	1920	66%
5	06/10/2020	1265	1920	66%
6	07/10/2020	844	1920	44%
7	09/10/2020	1265	1920	66%
8	10/10/2020	1265	1920	66%
9	12/10/2020	844	1920	44%
10	13/10/2020	1265	1920	66%
11	14/10/2020	844	1920	44%
12	15/10/2020	844	1920	44%
13	16/10/2020	1265	1920	66%
14	17/10/2020	844	1920	44%
15	19/10/2020	1265	1920	66%
16	20/10/2020	1265	1920	66%
17	21/10/2020	1265	1920	66%
18	22/10/2020	1265	1920	66%
19	23/10/2020	844	1920	44%
20	24/10/2020	1265	1920	66%
21	26/10/2020	844	1920	44%
22	27/10/2020	1265	1920	66%
23	28/10/2020	844	1920	44%
24	29/10/2020	1265	1920	66%
25	30/10/2020	1265	1920	66%
26	31/10/2020	1265	1920	66%
PROMEDIO				58%

Fuente: Elaboración propia

- Eficacia (pre-test)

Tabla 14: EFICACIA

EFICACIA				
EMPRESA:		METALMECÁNICA		
PROCESO:		FABRICACIÓN DE HUSILLO DE H200		
ELABORADO POR:		CLAUDIA CAPCHA CONDOR		
MÉTODO:		PRE-TEST	FECHA:	31/10/2020
ITEMS	FECHA	INDICADOR		Ef= (PR/ PProg) X100%
		EFICACIA		
		PRODUCIDAS (unid)	PROGRAMADA (unid)	
1	01/10/2020	3	4	76%
2	02/10/2020	3	4	75%
3	03/10/2020	2	4	50%
4	05/10/2020	3	4	75%
5	06/10/2020	3	4	75%
6	07/10/2020	2	4	50%
7	09/10/2020	3	4	75%
8	10/10/2020	3	4	75%
9	12/10/2020	2	4	50%
10	13/10/2020	3	4	75%
11	14/10/2020	2	4	50%
12	15/10/2020	2	4	50%
13	16/10/2020	3	4	75%
14	17/10/2020	2	4	50%
15	19/10/2020	3	4	75%
16	20/10/2020	3	4	75%
17	21/10/2020	3	4	75%
18	22/10/2020	3	4	75%
19	23/10/2020	2	4	50%
20	24/10/2020	3	4	75%
21	26/10/2020	2	4	50%
22	27/10/2020	3	4	75%
23	28/10/2020	2	4	50%
24	29/10/2020	3	4	75%
25	30/10/2020	3	4	75%
26	31/10/2020	3	4	75%
PROMEDIO				66%

Fuente: Elaboración propia

- **Productividad (pre-test)**

Tabla 15: Calculo de productividad

PRODUCTIVIDAD			
EMPRESA:	METALMECÁNICA		
PROCESO	FABRICACIÓN DE HUSILLO DE H200		
FECHA:	31/10/2020		
ELABORADO POR:	CLAUDIA CAPCHA CONDOR		
MÉTODO:	PRE-TEST		
FECHA	INDICADORES		PRODUCTIVIDAD
	EFICIENCIA	EFICACIA	EFICIENCIA*EFICACIA
	$E = (H-HR / H-HPROG) \times 100\%$	$Ef = (UP / UPg) \times 100\%$	
01/10/2020	66%	76%	50%
02/10/2020	66%	75%	49%
03/10/2020	44%	50%	22%
04/10/2020	66%	75%	49%
05/10/2020	66%	75%	49%
06/10/2020	44%	50%	22%
08/10/2020	66%	75%	49%
09/10/2020	66%	75%	49%
10/10/2020	44%	50%	22%
11/10/2020	66%	75%	49%
12/10/2020	44%	50%	22%
13/10/2020	44%	50%	22%
15/10/2020	66%	75%	49%
16/10/2020	44%	50%	22%
17/10/2020	66%	75%	49%
18/10/2020	66%	75%	49%
19/10/2020	66%	75%	49%
20/10/2020	66%	75%	49%
22/10/2020	44%	50%	22%
23/10/2020	66%	75%	49%
24/10/2020	44%	50%	22%
25/10/2020	66%	75%	49%
26/10/2020	44%	50%	22%
27/10/2020	66%	75%	49%
29/10/2020	66%	75%	49%
30/10/2020	66%	75%	49%
PROMEDIO			40%

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Análisis de las causas

Después de haber analizado nuestra data Pre-Test, se tuvo que la productividad estaba en un 40%, en tal sentido se optó por solucionar las 3 primeras causas con mayor valor de frecuencia que se hallaron en el Diagrama de Ishikawa, ya que estas generan el 76% de la problemática que se encuentran en el Anexo 3, y son las que se mencionan a continuación:

Causa 1: Falta de estandarización de métodos

En la empresa no existe una línea óptima de flujo, un formato de procedimientos de trabajo, esto demuestra la informalidad y la precariedad en las operaciones de la planta.

Causa 2: Falta de estandarización de tiempos

En la empresa no existe una idea clara de los objetivos a cumplir dado que no se aprovechan los tiempos que se tienen durante las horas de la jornada laboral lo cual genera un desperdicio de tiempos con actividades innecesarias.

Causa 3: Escasa capacitación

El talento humano no posee una buena destreza y tampoco tienen la motivación necesaria para tener un rendimiento óptimo por falta de capacitación.

3.5.5 Propuesta de mejora

-Análisis de resultados de la matriz de alternativas de solución

En la matriz conteniente de las alternativas de solución, se tienen tres opciones, las cuales son Estudio de trabajo, Metodología 5S y Diseño de planta, de las cuales se obtuvo un total en puntuación y la alternativa idónea para darle solución a nuestras causas fue el Estudio de trabajo, con esta herramienta se busca controlar la deficiente metodología en la productividad de piezas Husillo, dado que en la empresa no existe una línea optima de flujo de producción para la realización de actividades sin generar

un rendimiento fluido. Asimismo, la falta de estandarización de métodos genera una baja productividad.

- Análisis de la matriz de priorización

En nuestra matriz de priorización, el área de mecanizado tiene un grado alto de criticidad con un impacto de 10, puesto que la mayor parte de la causa son por Método, Medición y Mano de obra en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, por lo cual la óptima aplicación a tomar es el Estudio de trabajo, dado que después del análisis de nuestra data Pre-Test, se evidencio que la productividad se encuentra en un promedio intermedio, es por eso que se busca darle solución a las 3 primeras causas encontradas ya que generan un 76% del problema.

Los datos obtenidos en la pre test se procederá a evaluar las actividades que generan valor y así poder reducir o eliminar las que no lo hacen, además de definir el tiempo estándar con la finalidad de poder hacer un rediseño o simplificación de la secuencia de la operación o proceso, agilizar procesos, luego de definir el método de trabajo y la medición del mismo se procederá a implementarlo.

Tabla 16: Análisis de causas y alternativas de solución

CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
Falta de estandarización de metodos de trabajo		E S T U D I D E L T R A B A J O	Estudio de métodos 
Falta de estandarización de tiempos			Estudio de tiempos 
Escasa capacitación			Capacitacion 

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra las principales causas identificadas en el diagrama de Ishikawa y las respectivas alternativas de solución para incrementar en 40% la productividad.

3.5.6 Presupuesto de implementación

Tabla 17: Inversión de la investigación

INVERSIONES TANGIBLES					
CLASIFICACIÓN	RECURSOS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
REPUESTOS Y/O ACCESORIOS	LAPTOP	UND	2	S/500,00	S/1.000,00
	IMPRESORA	UND	1	S/300,00	S/300,00
	CARTUCHOS	UND	4	S/20,00	S/80,00
PAPELERÍA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA	ESCRITORIO	UND	1	S/150,00	S/150,00
	SILLAS	UND	2	S/30,00	S/60,00
	HOJAS BOND A4	MILL	2	S/14,50	S/29,00
	LAPICEROS	UND	8	S/0,70	S/5,60
	CUADERNOS	UND	2	S/2,50	S/5,00
	USB KINGSTON16GB	UND	2	S/26,00	S/52,00
	LÁPIZ	UND	4	S/1,00	S/4,00
	BORRADOR	UND	2	S/0,50	S/1,00
	HERRAMIENTAS	Dispositivos Mviles	UNID	2	S/850,00
CRONÓMETRO		UND	1	S/80,00	S/80,00
TOTAL INVERTIDO					S/3.466,60

INVERSIONES INTANGIBLES					
CLASIFICACIÓN	RECURSOS	FRECUENCIA	CANT.	C. UNITARIO (S/.)	C. TOTAL (S/.)
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	LUZ	MENSUAL	9	S/40,00	S/360,00
SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO	AGUA	MENSUAL	9	S/40,00	S/360,00
MOVILIDAD Y ASIGNACIONES	MOVILIDAD	MENSUAL	9	S/120,00	S/1.080,00
	ALIMENTACIÓN	MENSUAL	9	S/280,00	S/2.520,00
OTROS GASTOS	Capacitación al personal	Total			S/2.075,00
	TIEMPO INVERTIDO de investigadores	Total			S/8.320,00
TOTAL INVERTIDO					S/14.715,00

Inversión total: S/ 18,181.60.

Fuente: Elaboración propia

3.5.8 Implementación del estudio del trabajo

Etapa n1: seleccionar

En el área de mecanizado de la empresa Metalmecánica, se tiene que realizar 5 operaciones las cuales son evaluadas para poder mejorar el proceso.

Tabla 19: Actividades que agregan valor

Ítem	OPERACIÓN	EL PROMEDIO DEL TIEMPO (MIN)
1	SOLICITAR DE MATERIA PRIMA	4.19 min
2	VERIFICAR Y TORNEAR HUSILLO H200	176.64min
3	VERIFICAR Y FRESAR HUSILLO H200	160.21 min
4	VERIFICAR Y ROSCAR HUSILLO H200	10.57 min
5	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200	3.27 min
TOTAL		354.9 min

Fuente: Elaboración Propia

Etapa n2: registrar

Se tiene que realizar las mejoras en cada operación, para ello se tiene que visualizar primero el método actual. Así mismo, se muestra a continuación el diagrama de actividades del proceso para la fabricación de Husillo H200. Además de ello se presentará las actividades que agregan valor y las cuales no lo hacen, se considera los tiempos en cada operación y la distribución del área.

Se puede apreciar todas las actividades que hay en el área de Mecanizado, el cual contiene 69 actividades de las cuales se puede observar 43 operaciones; 15 transportes; 8 inspecciones; 6 demora y 0 almacenamiento. Se especifica cuáles son las actividades que agregan valor al proceso y cuales no lo hacen.

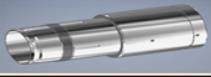
Actividades que agregan valor:

$$AAV = (43 / 69) * 100\%$$

$$AAV = 62.32\%$$

Del conjunto de actividades hay algunas que no agregan un valor en la operación de planchado, estas representan un 37.7% del proceso.

Tabla 20: DAP HUSILLO

EMPRESA METALMECÁNICA					METODO	PRE-TEST	ACTIVIDAD	PRE-TEST	POST-TEST		
Proceso: Fabricación de Husillo de H200						POST-TEST	Operación	48			
Área: Mecanizado							Inspección	6			
Elaborador por: CAPCHA CONDOR CLAUDIA							Transporte	16			
Operario: Ruben Dante Castro							Espera	6			
Inicio en: solicitar materia						Almacenamiento	0				
					Desmontaje		Diferencia (m)	374			
							Tiempo (min)	354.9			
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología				Valor		
					●	→	■	▲	SI	NO	
1	SOLICITAR MATERIA PRIMA	Dirigirse del Torno al almacén	37	0.55					X		
2		Solicitar material		1.32					X		
3		Esperar la entrega del material			1.24					X	
4		Regresar al torno		37	0.58					X	
5		Colocar material a mesa de trabajo del torno CNC - TL3W			0.50				X		
6		Control dimensional del material según plano			1.12					X	
7		Dirigirse del torno al área de CAD/CAE /CAM		38	0.58					X	
8		Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1.11				X		
9		Esperar la entrega del diseño			1.17					X	
10		Dirigirse al área de CAM		42	0.04					X	
11		Programar el husillo en MasterCam			6.59				X		
12		Dirigirse al torno CNC - TL3W		13	0.20					X	
13		Preparar la máquina (torno CNC TL3W) y colocar herramientas			12.54				X		
14		Colocar material en el chuck del torno			7.58				X		
15		Referenciar la cara "A"			1.14				X		
16	VERIFICAR Y TORNEAR HUSILLO H200	Cilindrar el lado interior "C1" a la longitud de 160 mm con medida acabada		35.00				X			
17		Colocar una tapa en la cara "A" para apoyar el cabezal móvil			1.00				X		
18		Cilindrar el lado exterior "D" a una longitud de 152 mm			7.54				X		
19		Ranurar en el lado exterior "D" un canal de 5.5 mm por un diámetro 124.5 a una longitud de 30.5 de la cara "A" con placa de ranurado de 3 mm			2.00				X		
20		Retirar la pieza del chuck del torno			0.45				X		
21		Colocar la pieza en el chuck del torno por el cara "B"			1.20				X		
22		Referenciar la cara "B" a longitud total según plano a 320 mm			2.00				X		
23		Cilindrar el lado interior "C2" medida acabada			33.28				X		
24		Colocar tapa en la cara "B" para apoyar el cabezal móvil			0.50				X		
25		Cilindrar el lado exterior "E" a la longitud de 164 mm, más el chafán de 4 x 15"			53.25				X		
26		Cilindrado del alojamiento exterior para el anillo cónico			1.87				X		
27		Ranurar en el lado exterior "E" un canal de 2 mm por un diámetro 107 a una longitud de 78 de la cara "B" con placa de ranurado de 2 mm			1.68				X		
28		Roscado exterior M10 con paso 2 mm en la cara "E" (ROSCA METRICA).			1.58				X		
29		Retirar la pieza del chuck del torno			2.00				X		
30		Verificar medidas de la pieza según plano			1.22					X	
31	VERIFICAR Y FREBAR HUSILLO H200	Dirigirse al Torno	10	0.09					X		
32		Esperar la entrega del Husillo			1.13					X	
33		Llevar material a la fresadora CNC - VF5		10	0.09					X	
34		Control dimensional de la pieza según plano			0.61					X	
35		Dirigirse al área de CAD/CAM/CAE		25	0.20					X	
36		Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1.74				X		
37		Esperar la entrega del diseño			1.56				X		
38		Dirigirse al área de CAM		42	0.40					X	
39		Programar el husillo en MasterCam			9.65				X		
40		Dirigirse a la fresadora CNC - VF4		18	0.20					X	
41		Montaje y centrado de la pieza			13.45				X		
42		Habilitar tapa de sujeción			1.14				X		
43		Habilitar herramientas de trabajo			14.46				X		
44		Taladrar con broca de centrar agujeros			1.58				X		
45		Taladrar en la cara "A" los 12 agujeros de 8.5 para M10x1.5			11.54				X		
46	Taladrar en la cara "A" 2 agujeros de diámetro 7 a una profundidad 105.4 mm			7.56				X			
47	Avellanar en la cara "A" los 12 agujeros M10x1.5			31.25				X			
48	Taladrar el asiento conico en agujero diámetro 7 mm			2.00				X			
49	Cambio de montaje, sujetar en el chuck del cuarto eje para taladrar 2 agujeros de diámetro 7 mm y los canales chaveteros (ciegos) horizontal			12.14				X			
50	Taladrar los 2 agujeros diámetro 7 en lado exterior "D" (izquierdo)			6.58				X			
51	Girar el husillo a 180 grados			4.87				X			
52	Taladrar los 2 agujeros de diámetro 7 lado exterior "D" (derecho)			0.62				X			
53	Alinear con los 2 agujeros (de referencia) de la cara "A" para fresar los 4 canales chaveteros			3.58				X			
54	Fresar los 4 canales chaveteros			29.56				X			
55	Retirar la pieza del chuck del cuarto eje			2.10				X			
56	Verificar medidas de la pieza según plano			2.11					X		
57	VERIFICAR Y ROSCAR HUSILLO H200	Dirigirse al Fresador	15	0.21					X		
58		Espera la entrega del Husillo			1.00					X	
59		Trasladar la pieza al brazo roscador		15	0.21					X	
60		Alistar herramientas (broca M10x1.5)			1.54				X		
61		Montaje y centrado de la pieza			1.89				X		
62		Roscar los 12 agujeros M10x1.5			1.59				X		
63		Limpiar residuos de viruta			0.56				X		
64	Verificar la profundidad de los 12 agujeros M10x1.5 según plano			3.57					X		
65	Dirigirse al Brazo Roscador		30	0.26					X		
66	Espera la entrega del Husillo			0.04					X		
67	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200	Llevar la pieza a la mesa de lavado		0.28					X		
68		Lavar y limpiar el husillo con aire comprimido			2.58				X		
69		Trasladar al almacén de aceros		12	0.11					X	
Total				374	354.9						

Fuente: Elaboración propia

Etapa n3: examinar

Se procede a la etapa de examinar, para lo cual se realizará un examen a todas las actividades del proceso. Así mismo, que en esta etapa se realiza la técnica del interrogatorio sistemático para poder realizar un análisis del método actual de trabajo.

Tabla 21: Técnica del interrogatorio

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO		
ACTIVIDADES	¿Que se hace?	¿Por que se hace?
Dirigirse del Torno al almacen	Se dirige al almacen	Debido a que el operario debe ir a recoger el material, porque no hay una recarna al tomo
Solicitar material	Pide el material	Se solicita para poder ser llevado el material
Esperar la entrega del material	Espera la entrega del material	Se espera para que puede recibir el material
Regresar al torno	Se dirige a torno	Regresa motivo a que lleva el material al tomo
Colocar material a mesa de trabajo del torno CNC - TL3W	Se coloca el material en mesa de trabajo	Se coloca debido a que se controlara las dimensiones.
Control dimensional del material según plano	Mide el material	Se tiene tener las medidas que corresponde
Dirigirse del torno al área de CAD/CAE /CAM	Se dirige al are de diseño	Se debe solicitar el diseño
Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)	Pide el diseño del Husillo	Se debe programar
Esperar la entrega del diseño	Espera a entrega del diseño	Debido a que el que el operario entrega el diseño
Dirigirse al área de CAM	Se dirige al area de CAM	Porque se de be programar para poder colocar al control de mando
Programar el husillo en MasterCam	Se programa en MasterCam	Es un progma que facilita la programacion
Dirigirse al torno CNC - TL3W	Se dirige al tono	Se dirige para poder comenzar el proceso
Preparar la maquina (torno CNC-TL3W) y colocar herramientas	Prepara la maquina y coloca las herramientas	Para poder colocar la piezas
Colocar material en el chuck del torno	Coloca el material al chuck	Para proceder con el primer trabajo de mando
Refrentar la cara "A"	Se regrenta la cara A	Para poder centar la pieza
Cilindrar el lado interior "C1" a la longitud de 160 mm con medida acabada	Se cilindra el	Para poder tener la forma de la pieza
Colocar una tapa en la cara "A" para apoyar el cabezal móvil	Se coloca la tapa en cara A	Para que el centrico de la pieza este uniforme
Cilindrar el lado exterior "D" a una longitud de 152 mm	Se cilindra el exterior D	Para tener el diametro exterior D
Ranurar en el lado exterior "D" un canal de 5.5 mm por un diametro 124.5 a una longitud de 30.5 de la cara "A" con placa de ranurado de 3 mm	Se ranura el lado exterior D	Para tener canal ranudado
Retirar la pieza del chuck del torno	Se retira la pieza del chuck	Para poder cambiar de posion de pieza
Colocar la pieza en el chuck del torno por el cara "B"	Se coloca la pieza en el chuck	Para prdoder a refrentar
Refrentar la cara "B" a longitud total según plano a 320 mm	Se refrenta la cara B	Se regrenta la cara B con una media final

Cilindrar el lado interior "C2" medida acabado	Se cilindra el lado interior	Cuando se refrenta la cara B
Colocar tapa en la cara "B" para apoyar el cabezal móvil	Se coloca la tapa en cara B	Cuando se cilindra el lado interior
Cilindrar el lado exterior "E" a la longitud de 164 mm, más el chaffán de 4 x 15°	Se cilindra el lado exterior	Cuando se coloca la tapa
Cilindrado del alojamiento exterior para el anillo cónico	Se realiza el cilindrao	Cuando se realiza el lado exterior
Ranurar en el lado exterior "E" un canal de 2 mm por un diámetro 107 a una longitud de 78 de la cara "B" con placa de ranurado de 2 mm	Se realiza el ranurado de un canal	Cuando se realiza el cilindrado
Roscado exterior M110 con paso 2 mm en la cara "E" (ROSCA METRICA).	Se realiza el roscado	Cuando ya se realiza el ranurado
Retirar la pieza del chuck del torno	Se retira la pieza del chuck	Cuando se termina de realizar el roscado
Verificar medidas de la pieza según plano	Se verifica las medidas con vernier	Cuando se retira el Husillo del chuck
Dirigirse al Torno	Se dirige al torno	Cuando va a traer la pieza
Esperar la entrega del Husillo	Se espera la entrega	Cuando esta espera la entrega
Llevar material a la fresadora CNC - VF5	Se lleva el material al freador	Cuando hace la entrega
Control dimensional de la pieza según plano	Se verifica las dimensiones con el vernier	Cuando el material esta en la mesa del Fresador
Dirigirse al área de CAD/CAM/CAE	Se dirige al area de diseño	Cuando ya se verifico las medidas despues de torno
Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)	Se pide el diseño	Cuando va al area de siseño
Esperar la entrega del diseño	Espera la entrega de diseño	Cuando ya tiene el diseño en el USB
Dirigirse al área de CAM	Se dirige al area de programacion	Cuando ya tiene el diseño en el USB
Programar el husillo en MasterCam	Se programa en MasterCam	Cuando ya tiene el diseño en el USB
Dirigirse a la fresadora CNC - VF4	Se dirige a la fresadora	Cuando ya tiene el programa
Montaje y centrado de la pieza	Se centra la pieza en la mesa del fresado	Cuando la pieza se encuentra en la mesa fresadora
Habilitar tapa de sujeción	Habilita la tapa de sujecion	Cuando la pieza ya esta centrado
Habilitar herramientas de trabajo	Habilita las herramientas a uso	Cuando ya se tiene la tapa de sujecion
Taladrar con broca de centrar agujeros	Se taladra los agujeros con la borca centrar	Cuando las herramientas ya estan posicionados
Taladrar en la cara "A" los 12 agujeros de 8.5 para M10x1.5	Se taladra los 12 agujeros	Cuando se taladta con la borca centrar
Taladrar en la cara "A" 2 agujeros de diámetro 7 a una profundidad 105.4 mm	Se taladadra los agujeros	Cuando se taladra los agujero de 8.5
Avellanar en la cara "A" los 12 agujeros M10x1.5	Se avellana los agujeros	Cuando se taladra los 2 agujeros a una profundidad 105.4mm
Taladrar el asiento conico en agujero diametro 7 mm	Se taladra el asiento conico del Husillo	Cuando ya tiene el avellanado de los agujeros
montaje y centrado de la pieza	Se realiza el cambio de montaje al cuarto eje	Cuando se tiene ya taladrado el asiento conico
Taladrar los 2 agujeros diámetro 7 en lado exterior "D" (izquierdo)	Se taladra los 2 agujeros	Cuando el montaje pasa al
Girar el husillo a 180 grados	Se ira el Husillo	Cuando se taladra los agujeros del lado exterior D izquierdo, para porceder con el talarado
Taladrar los 2 agujeros de diámetro 7 lado exterior "D" (derecho)	Se taladra los 2 agujeros	Cuando el Husillo es girado a 180 grados se realiza el taladrado
Alinear con los 2 agujeros (de referencia) de la cara "A" para fresar los 4 canales chaveteros	Se alinea la cara referencial	Para realizar los canales chaveteros
Fresar los 4 canales chaveteros	Se fresa los canales chaveteros	Para poder terminar con el diseño del Husillo
Retirar la pieza del chuck del cuarto eje	Se retira la pieza del cuarto eje	Porque se tendra que verificar las medidas
Verificar medidas de la pieza según plano	Se verifica las medidas con el vernier	Para poder trasladar al area de brazo roscador
Dirigirse al Fresador	Se dirige al Fresador	Para poder traer el Husillo al brazo roscador
Espera la entrega del Husillo	Espera la entrega del Husillo fresado	Para poder ser llevado al brazo roscador
Trasladar la pieza al brazo roscador	Se dirige al al brazo roscador	Porque se realizar a los hilos
Alistar herramientas (broca M10x1.5)	Se alista las herramienta a usas	Son herramientas que se usara para realizar el roscado
Montaje y centrado de la pieza	Se centra el husillo en chuck del brazo roscador	Para proceder a realizar el pasado de brazo roscador
Roscar los 12 agujeros M10x1.5	Se realiza la rosca en los 12 gaujeros	Para formar el hilo para que ppoiona el perno
Limpiar residuos de viruta	Se limpia el residuo	Para poder realizar la verificacion de los agujeros
Verificar la profundidad de los 12 agujeros M10x1.5 según plano	Se verifica con un vernier digital	Para que pueden encajar bien os pernos
Dirigirse al Brazo Roscador	Se dirige al brazor roscador	Para poder ser llevado al area de lavado
Espera la entrega del Husillo	Espera la la entrea del husillo	Porque esta espero que el operario le entregue el Husillo
Lavar y limpiar el husillo con aire comprimido	Se limpia el husillo con aire comprimido	Cuando ya se tiene lavado el husillo se puede almacenar
Trasladar al almacén de aceros	Se dirige al almacén	Cuando ya se tiene limpio el Husillo procese a traladar

Fuente: Elaboración propia

Etapa n4: idear:

Para continuar con el estudio de métodos, seguimos en la etapa cuatro, desarrollar el método ideal. Por ello, en esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar o combinar estas actividades, proponiendo mejoras en los métodos de trabajo actual en la fabricación de Husillo H200.

Tabla 22: Técnica del interrogatorio - Idear

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO		
ACTIVIDADES	¿Cómo se hace?	¿Qué deberías hacer?
Dirigirse del Torno al almacén	El operario se dirige a la materia prima	Hacer uno de la propuesta
Solicitar material	Parado	Hacer uno de la propuesta
Esperar la entrega del material	Parado	Hacer uno de la propuesta
Regresar al torno	El operario se dirige al torno	Hacer uno de la propuesta
Colocar material a mesa de trabajo del torno CNC - TL3W	El operario trae e material a la mesa de trabajo	Hacer uno de la propuesta
Control dimensional del material según plano	El operario usa la guincha	El material debe medirse
Dirigirse del torno al área de CAD/CAE /CAM	El operador se dirige al área de diseño	Hacer uno de la propuesta
Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)	El operador pide el diseño del husillo	Entregarle con el orden trabajo
Esperar la entrega del diseño	El operador espera la entrega del diseño del husillo	Hacer uno de la propuesta
Dirigirse al área de CAM	El operador se dirige al área de programación	Se debe tener guardado la programación
Programar el husillo en MasterCam	El operador inserta el USB, a la computadora donde esta instalada el MasterCam	Ya debe estar programado
Dirigirse al torno CNC - TL3W	El operario se dirige al torno	Hacer uno de la propuesta
Preparar la máquina (torno CNC-TL3W) y colocar herramientas	El operario prepara la máquina y coloca las herramientas	Mantiene metodo actual
Colocar material en el chuck del torno	El operario coje la pieza y coloca en el chuck,ajusta con llave allen	Mantiene metodo actual
Refrentar la cara "A"	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Cilindrar el lado interior "C1" a la longitud de 160 mm con medida acabada	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Colocar una tapa en la cara "A" para apoyar el cabezal móvil	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Cilindrar el lado exterior "D" a una longitud de 152 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Ranurar en el lado exterior "D" un canal de 5.5 mm por un diametro 124.5 a una longitud de 30.5 de la cara "A" con placa de ranurado de 3 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Retirar la pieza del chuck del torno	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Colocar la pieza en el chuck del torno por el cara "B"	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Refrentar la cara "B" a longitud total según plano a 320 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Cilindrar el lado interior "C2" medida acabado	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Colocar tapa en la cara "B" para apoyar el cabezal móvil	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Cilindrar el lado exterior "E" a la longitud de 164 mm, más el chafán de 4 x 15°	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Cilindrado del alojamiento exterior para el anillo cónico	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Ranurar en el lado exterior "E" un canal de 2 mm por un diámetro 107 a una longitud de 78 de la cara "B" con placa de ranurado de 2 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Roscado exterior M110 con paso 2 mm en la cara "E" (ROSCA METRICA).	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Retirar la pieza del chuck del torno	El operario alfoja el chuck retira la pieza	Mantiene metodo actual
Verificar medidas de la pieza según plano	El operario coje el vernier verifica las medidas	Mantiene metodo actual
Dirigirse al Torno	El operario se dirige al torno	Mantiene metodo actual
Esperar la entrega del Husillo	El operario espera la entrega	Hacer uno de la propuesta
Llevar material a la fresadora CNC - VF5	El operario se dirige al fresador	Hacer uno de la propuesta
Control dimensional de la pieza según plano	El operario coje el vernier,verifica las medidas	Hacer uno de la propuesta
Dirigirse al área de CAD/CAM/CAE	El operario se dirige al área de diseño	Hacer uno de la propuesta

Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)	El operario pide el diseño	Hacer uno de la propuesta
Esperar la entrega del diseño	El operario espera la entrega del diseño	Hacer uno de la propuesta
Dirigirse al área de CAM	El operario se dirige al área de programación	Hacer uno de la propuesta
Programar el husillo en MasterCam	El operario se dirige a programar	Hacer uno de la propuesta
Dirigirse a la fresadora CNC - VF4	El operario se dirige al fresador	Hacer uno de la propuesta
Montaje y centrado de la pieza	El operario coge la pieza hace el centrado de la pieza	Mantiene metodo actual
Habilitar tapa de sujeción	El operador cola la tapa de sujeción	Mantiene metodo actual
Habilitar herramientas de trabajo	El operario coloca las herramientas a uso, borca, y fresas	Mantiene metodo actual
Taladrar con broca de centrar agujeros	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Taladrar en la cara "A" los 12 agujeros de 8.5 para M10x1.5	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Taladrar en la cara "A" 2 agujeros de diámetro 7 a una profundidad 105.4 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Avellanar en la cara "A" los 12 agujeros M10x1.5	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
Taladrar el asiento conico en agujero diametro 7 mm	El operario manda con el control de mando	Mantiene metodo actual
montaje y centrado de la pieza	El operario afloja la sujecion de herramienta, se sujeta al chuck del 4 eje	Hacer uno de la propuesta
Taladrar los 2 agujeros diámetro 7 en lado exterior "D" (izquierdo)	El operario hace uso de la herramienta fresa diámetro 7	Mantiene metodo actual
Girar el husillo a 180 grados	El operario afloja el sujetador del Husillo, coge lo gira a 180 grados	Mantiene metodo actual
Taladrar los 2 agujeros de diámetro 7 lado exterior "D" (derecho)	El operario hace el uso de la herramienta fresa de diámetro 7	Mantiene metodo actual
Alinear con los 2 agujeros (de referencia) de la cara "A" para fresar los 4 canales chaveteros	El operario coge la llave allen, afloja el chuck que sujeta el husillo, realiza el alineado	Hacer uno de la propuesta
Fresar los 4 canales chaveteros	El operario manda con el control de mando	Hacer uno de la propuesta
Retirar la pieza del chuck del cuarto eje	El operario coge la llave allen	Hacer uno de la propuesta
Verificar medidas de la pieza según plano	El operario coge el vernier, mide las medidas	Hacer uno de la propuesta
Dirigirse al Fresador	El operario se dirige al Fresador	Hacer uno de la propuesta
Espera la entrega del Husillo	El operario espera la entrega	Hacer uno de la propuesta
Trasladar la pieza al brazo roscador	El operario se dirige al brazo roscador	Mantiene metodo actual
Alistar herramientas (broca M10x1.5)	El operario coge la broca M10 x 1.5, coloca al brazo roscador	Mantiene metodo actual
Montaje y centrado de la pieza	El operario coge el Husillo, lo centra en chuck del brazo roscador	Mantiene metodo actual
Roscar los 12 agujeros M10x1.5	El operario coge el brazo roscado comienza a realizar la rosca	Mantiene metodo actual
Limpiar residuos de viruta	El operario coge la manguera del aire comprimido se retira el residuo	Mantiene metodo actual
Verificar la profundidad de los 12 agujeros M10x1.5 según plano	El operario hace el uso del vernier digital	Mantiene metodo actual
Dirigirse al Brazo Roscador	El operario se dirige al brazo roscador	Mantiene metodo actual
Espera la entrega del Husillo	El operario espera la entrega	Hacer uno de la propuesta
Llevar la pieza a la mesa de lavado	El operario se dirige a area de lavado	Mantiene metodo actual
Lavar y limpiar el husillo con aire comprimido	El operario coge la manguera del aire comprimido se realiza la limpieza	Mantiene metodo actual
Trasladar al almacén de aceros	El operario lleva el Husillo al almacén de aceros	Mantiene metodo actual

Fuente: Elaboración propia

Etapa n5: evaluar

Tabla 23: Costo de producción

COSTO DE PRODUCCIÓN OCTUBRE 2020						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	MONTO		
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS						
MATERIA PRIMA DIRECTA						34309,44
ACERO BP280	UNIDAD	72		476,52		34309,44
MANO DE OBRA DIRECTA						11900
OPERARIO 1	SUELDO	1		2500		2500
OPERARIO 2	SUELDO	1		2600		2600
OPERARIO 3	SUELDO	1		600		600
OPERARIO 4	SUELDO	1		600		600
JEFE	SUELDO	2		2800		5600
MAQUINARIA DIRECTA						1534
TORNO	HORAS	8		54,15		433,2
FRESADOR	HORAS	8		90,25		722
BRAZO ROSCADOR	HORAS	8		36,1		288,8
VERNIER	UNIDAD	1		90		90
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS						27480,06
MATERIALES INDIRECTOS						3850,06
REFRIGERANTE	BALDES	2		523,45		1046,9
GRASA SHC 460	BALDES	2		120		240
HERRAMIENTAS PARA MECANIZADO	KIT	1		563,16		563,16
COMPUTADORAS	UNIDAD	2		1000		2000
MANO DE OBRA INDIRECTA						7330
ADMINISTRADOR	SUELDO	1		4000		4000
RR.HH	SUELDO	1		1200		1200
ASISTENTE DE PLANTA	SUELDO	1		1200		1200
CONTADOR	SUELDO	1		930		930
OTROS COSTOS INDIRECTOS						16300
INTERNET	SERVICIO	1		200		200
MANTENIMIENTO	SERVICIO	3		1200		3600
LUZ	SERVICIO	1		3500		3500
ALQUILER	SERVICIO	1		8000		8000
AGUA	SERVICIO	1		1000		1000
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN						75223,5
UNIDADES PRODUCIDAS						72
COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN						1044,77

Fuente: Elaboración propia

Etapa n6: definir

Entrega de procedimientos a la empresa

En la etapa definir se formula un nuevo método de trabajo, mediante capacitaciones, donde se detalló y se afirma la importancia del proceso productivo. Se define el trabajo, el cual se ejecutará a través de la aplicación del manual de operaciones de trabajo del proceso de fabricación del husillo H200.

En el actual manual se tuvo en consideración el nuevo de trabajo, la distancia del recorrido y las capacitaciones con el objetivo de mejorar la productividad en el proceso.

Tabla 24: Charla de capacitación en la empresa metalmeccánica



Fuente: Elaboración propia

Etapas n7: implementar

Para implementar el nuevo método de trabajo se recurrió a una reunión con el gerente de planta de la empresa metalmeccánica, los resultados fueron favorables, dado que dio luz verde al método reconociendo sus ventajas para mejorar la productividad.

Figura 24: Carta de confiabilidad de datos



CARTA DE CONFIABILIDAD DE DATOS

Por medio de la presente se autoriza a la Srta. **Capcha Condor, Claudia Sharons**, con DNI. 71988616, Sr. **Chavez Benique, George Michael Davis**, con DNI.75432224, quienes son estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, al uso de la información confidencial proporcionada para el proyecto de investigación denominado, " **Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de una empresa Metalmecánica, Lima, 2021.**"

Cabe mencionar que los estudiantes no deben divulgar información sobre las actividades o procesos de forma malintencionada que puedan causar daños, perjuicios a la empresa. Se otorga la autorización para el uso de datos de la empresa con el fin de que se estudien y se obtenga una mejora en la empresa.

Lima, 19 de abril del 2021

TECDRILL DEL PERU S.A.C.
Rosaly Rivera Vargas
REPRESENTANTE LEGAL

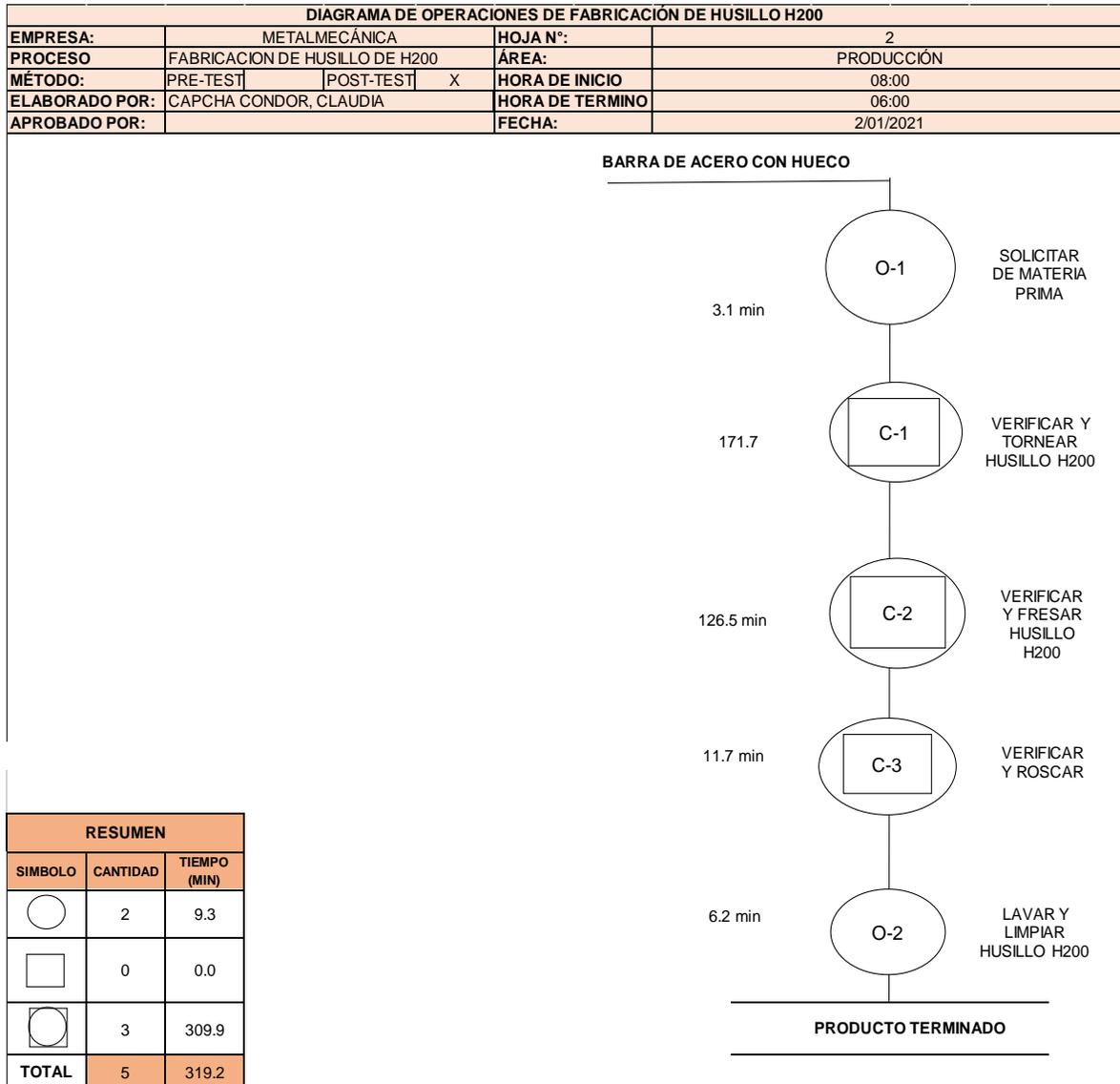
TECDRILL DEL PERU S.A.C.
RUC 20568007574
Calle San Luis Mz. H Lt. 3 Urb. Villa Marina, Chorrillos
Cel: 989 075 574
ayc@tecdrill.com.pe

Fuente: Elaboración propia

Etapas n8: controlar

DOP (POST-TEST)

Figura 26: Diagrama de operaciones del Husillo



Fuente: Elaboración propia

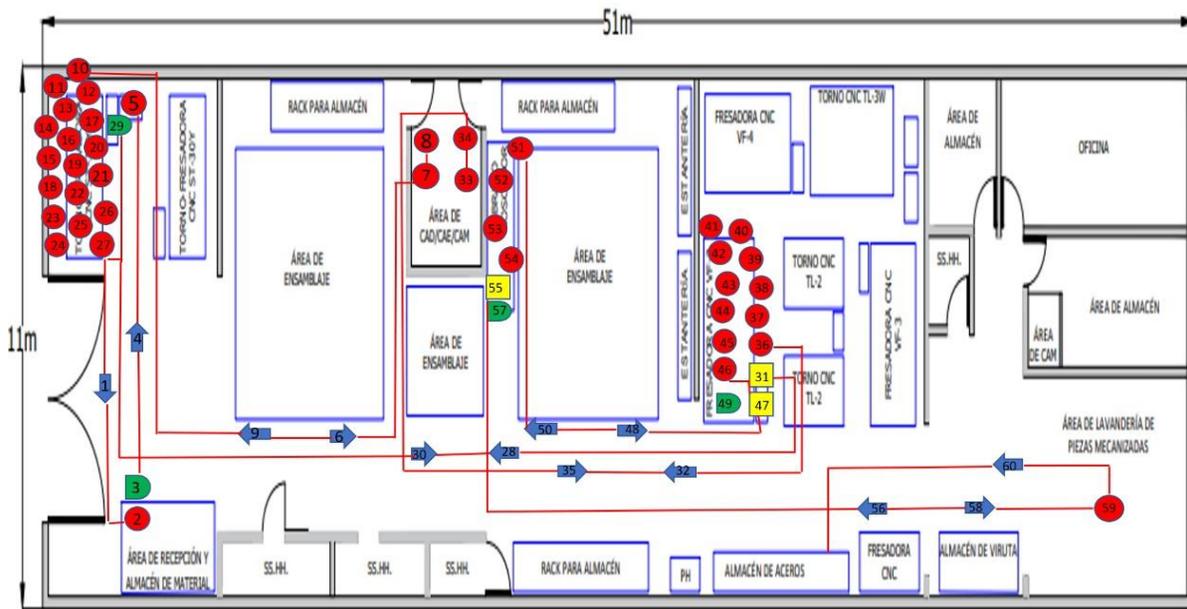
DAP (POST-TEST)

Figura 27: DAP Husillo POS TEST

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO DE FABRICACION DE HUSILLO DE H200 EN LA EMPRESA METALMECANICA											
EMPRESA METALMECANICA				REGISTRO		RESUMEN					
Proceso:		Fabricacion de Husillo de H200	METODO	PRE-TEST	ACTIVIDAD	POST-TEST					
Area:		Mecanizado			Operacion	40					
Elaborador por:		CAPCHA CONDOR CLAUDIA			Inspeccion	5					
Operario:		Tomero y fresador CNC			Transporte	13					
Inicia en:		Recepcion de material			Espera	2					
					Almacenamiento	6					
					Distancia (m)	297					
					Tiempo (min)	319					
ITEM	OPERACION	ACTIVIDAD	Distancia (m)	Termina (min)	Desmontaje		Simbologia		Valor		
									SI	NO	
1	SOLICITAR MATERIA PRIMA	Dirigirse del Torno al almacen	6	0,2							
2		Solicitar material		1,0						X	
3		Esperar la entrega del material			1,0						X
4		Regresar al torno	6	0,2							X
5		Colocar material a mesa de trabajo del torno CNC - ST-35Y (Control dimensional del material según plano)			1,8					X	
6		Dirigirse del torno al área de CAD/CAE /CAM	35	0,5							X
7		Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1,0					X	
8		Programar el husillo en MasterCam			4,8					X	
9		Dirigirse al torno CNC - ST-35Y	35	0,5							X
10		Preparar la maquina (torno CNC-ST-35Y) y colocar herramientas			13,0					X	
11		Colocar material en el chuck del torno			7,0					X	
12		Refrenar la cara "A"			1,0					X	
13		Cilindrar el lado interior "C1" a la longitud de 160 mm con medida acabada			30,0					X	
14		Colocar una tapa en la cara "A" para apoyar el cabezal móvil			1,0					X	
15		Cilindrar el lado exterior "D" a una longitud de 152 mm			5,0					X	
16		Ranurar en el lado exterior "D" un canal de 5,5 mm por un diametro 124,5 a una longitud de 30,5 de			2,0					X	
17		Retirar la pieza del chuck del torno			0,8					X	
18		Colocar la pieza en el chuck del torno por el cara "B"			1,3					X	
19		Refrenar la cara "B" a longitud total según plano a 320 mm			2,0					X	
20		Cilindrar el lado interior "C2"			35,0					X	
21		Colocar tapa en la cara "B" para apoyar el cabezal móvil			0,8					X	
22		Cilindrar el lado exterior "E" a la longitud de 154 mm, más el chafalán de 4 x 15°			55,0					X	
23		Cilindrado del alojamiento exterior para el anillo cónico			2,0					X	
24		Ranurar en el lado exterior "E" un canal de 2 mm por un diametro 107 a una longitud de 78 de la cara "B" con placa de ranurado de 2 mm			2,0					X	
25		Roscado exterior M110 con paso 2 mm en la cara "E" (ROSCA METRICA)			2,0					X	
26		Alinear con los 2 agujeros (de referencia) de la cara "A" para fresar los 4 canales chaveteros; fresar los 4 canales chaveteros			2,0					X	
27		Retirar la pieza del chuck del torno			2,0					X	
28	Dirigirse al Torno	35	0,3								
29	Esperar la entrega del Husillo			1,0							
30	Llevar material a la fresadora CNC - VF5	35	0,5								
31	Control dimensional de la pieza según plano			0,8							
32	Dirigirse al área de CAD/CAE /CAM	25	0,3								
33	Pedir el husillo diseñado en INVENTOR (STEP)			1,0					X		
34	Programar el husillo en MasterCam			11,0					X		
35	Dirigirse a la fresadora CNC - VF4	18	0,3							X	
36	Montaje y centrado de la pieza			15,0					X		
37	Habilitar tapa de sujeción			1,0					X		
38	Habilitar herramientas de trabajo			20,0					X		
39	Taladrar con broca de centrar agujeros			2,0					X		
40	Taladrar en la cara "A" los 12 agujeros de 8,5 para M10x1,5			13,0					X		
41	Taladrar en la cara "A" 2 agujeros de diametro 7 a una profundidad 105,4 mm			8,0					X		
42	Avelanar en la cara "A" los 12 agujeros M10x1,5			31,0					X		
43	Taladrar el asiento conico en agujero diametro 7 mm; taladrar los 2 agujeros diametro 7 en lado exterior "D" (izquierdo)			9,0					X		
44	Girar el husillo a 180 grados			5,0					X		
45	Taladrar los 2 agujeros de diametro 7 lado exterior "D" (derecho)			0,8					X		
46	Retirar la pieza del chuck del cuarto eje			2,2					X		
47	Verificar medidas de la pieza según plano			2,0						X	
48	Dirigirse al Fresador	15	0,2							X	
49	Espera la entrega del Husillo			1,0						X	
50	Trasladar la pieza al brazo roscador	15	0,2							X	
51	Alisar herramientas (broca M10x1,5)			2,0					X		
52	Montaje y centrado de la pieza			2,0					X		
53	Roscar los 12 agujeros M10x1,5			2,0					X		
54	Limpiar residuos de viruta			1,0					X		
55	Verificar la profundidad de los 12 agujeros M10x1,5 según plano			4,0						X	
56	Dirigirse al Brazo Roscador	30	0,3							X	
57	Espera la entrega del Husillo			0,1						X	
58	Llevar la pieza a la mesa de lavado	30	0,3							X	
59	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200			7,0					X		
60	Trasladar al almacén de aceros	12	0,2							X	
Total			297	319,1	43	13	5	2	0	40	X

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RECORRIDO (POST-TEST)



Fuente: Elaboración propia

Estudio de tiempos (post-test)

Tiempos observados (post-test)

Tabla 25: Formato de tiempos para fabricación

FORMATO DE TIEMPOS PARA FABRICACION																																
PROCESO: FABRICACION DE HUSILLO DE H200										ESTUDIO DE TIEMPOS N°: 1										COMIENZO: 01/10/2020												
EMPRESA: METALMECANICA																				TÉRMINO: 31/10/2020												
MÉTODO: PRE-TEST										POST-TEST										OPERARIO: Tomero y fresador CNC												
ÁREA DE EVALUACIÓN: PRODUCCIÓN																				OBSERVADO POR: Claudia Capcha y George Chavez												
N°	OPERACIÓN	TIEMPO OBSERVADO(seg)																														T.PROMEDIO (min)
		02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	30-mar	31-mar					
1	SOLICITAR MATERIA PRIMA	2,9	3,1	3,2	2,9	2,8	2,9	3,1	3,2	2,9	3,2	2,9	3,1	3,2	2,9	3,1	3,2	3,1	3,2	2,9	3,2	3,2	3,2	2,9	2,8	3,2	3,1	3,1				
2	VERIFICAR Y TORNEAR HUSILLO H200	170,6	171,4	170,5	171,6	170,8	170,4	173,3	171,7	170,5	171,6	170,9	170,4	172,5	172,6	171,6	171,6	175,8	171,5	171,5	172,5	171,8	171,6	171,8	171,4	171,7	171,8	171,7				
3	VERIFICAR Y FRESAR H200	127,2	126	126,4	127,6	126,8	125,2	126,2	126,4	126,6	126,8	127,2	125,7	126,4	126,6	125,8	127,2	126	126,4	126,6	126,8	127,2	125,4	126,4	126,6	126,8	127,9	126,5				
4	VERIFICAR Y ROSCAR H200	11,5	11,7	11,6	11,4	11,8	11,5	11,7	12,2	11,4	12,8	11,5	11,7	11,9	11,4	11,3	11,5	11,7	11,9	11,4	11,8	11,5	11,7	10,9	11,4	12,8	11,8	11,7				
5	LAVAR Y LIMPIAR HUSILLO H200	5,9	6,7	6,2	6,1	7,1	6,2	6,3	5,9	6,2	6,9	5,8	6,2	5,9	6,7	6,2	6,1	5,9	6,3	6,1	6,2	6,9	5,7	6,2	6,2	5,9	6,1	6,2				
TIEMPO TOTAL																												319,2				

Fuente: Elaboración propia

Tiempo estándar (post-test)

Tabla 26: Cálculo de tiempo estándar

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN DE HUSILLO DE H200													
EMPRESA: METALMECÁNICA			FECHA		01/03/2021			ÁREA:		MECANIZADO			
MÉTODO:			PRE-TEST		POST-TEST			PROCESO:		FABRICACION DE HUSILLO DE H200			
ELABORADO POR: CLAUDIA CAPCHA CONDOR / GEORGE CHAVEZ BENIQUE								PRODUCTO:		HUSILLO DE H200			
ITEMS	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO	WESTINGHOUSE				1+FACTOR VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		1+TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS			C	V		
1	SOLICITUD DE MATERIA PRIMA	Manual	3,05	-0,05	-0,04	-0,07	0,01	0,85	2,60	0,09	0,06	1,15	2,99
2	TORNO CNC ST-35Y	Manual-Máquina	171,67	0	0	-0,03	0	0,97	166,52	0,09	0,13	1,22	203,15
3	FRESADORA CNC VF4	Manual-Máquina	126,55	0	0	-0,03	0	0,97	122,75	0,09	0,15	1,24	152,21
4	BRAZO ROSCADOR	Manual-Máquina	11,68	0	0	-0,05	0	0,95	11,10	0,09	0,13	1,22	13,54
5	LAVADO	Manual	6,23	0,03	0,02	-0,07	0,01	0,99	6,16	0,09	0,07	1,16	7,15
			319,18						309,13	TIEMPO TOTAL (MIN)			379,04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Cálculo de suplementos POS TEST

SUPLEMENTOS	OPER 1	OPER 2	OPER 3	OPER 4	OPER 5	OPER 6
suplementos constantes						
POR NECESIDADES	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
POR FATIGA	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
suplementos variables						
A. TRABAJAR DE PIE	0.02	0.02	0.02	0	0	0.02
B. POSTURA	0	0	0	0.02	0.02	0
C. USO DE LA FUERZA	0.02	0.06	0.08	0.06	0	0.01
D. MALA ILUMINACIÓN	0	0	0	0	0	0
E. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
F. CONCENTRACIÓN INTENSA	0	0	0	0	0	0
G. RUIDO	0	0	0	0	0	0
H. TENSIÓN MENTAL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
I. MONOTONÍA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
J. TEDIO	0	0	0	0	0	0
	0.06	0.13	0.15	0.13	0.07	0.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Cálculo de capacidad instalada POS TEST

Variable dependiente: Productividad

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE OPERARIOS	TIEMPO LABORABLE (MIN)	TIEMPO ESTÁNDAR(MIN)	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA TEÓRICA
4	480	379.0	5
TOTAL			5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Cantidad programada de Husillos

CANTIDAD PROGRAMADA DE HUSILLO DE H200		
CAPACIDAD EN UNIDADES TEÓRICA	FACTOR VALORACIÓN	UNIDADES PROGRAMADAS
5	0.87	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Cálculo de horas hombre programadas

CÁLCULOS DE HORAS HOMBRE PROGRAMADAS		
NÚMERO DE OPERARIOS	TIEMPO LABORABLE (MIN)	HORAS-MÁQUINA PROGRAMADAS (MIN)
4	480	1920

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Factor de valoración

FACTOR VALORACIÓN		
Parada de máquina		3%
Escasos herramientas de trabajo		7%
Inasistencias		3%
TOTAL		13%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Cálculo de horas hombre reales

CÁLCULO DE HORAS-HOMBRE REALES			
FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	TIEMPO ESTANDAR (MIN)	HORAS-HOMBRES PROGRAMADAS(MIN)
01/03/2021	2	379,04	758
02/03/2021	3	379,04	1137
03/03/2021	3	379,04	1137
04/03/2021	3	379,04	1137
05/03/2021	4	379,04	1516
06/03/2021	4	379,04	1516
08/03/2021	3	379,04	1137
09/03/2021	3	379,04	1137
10/03/2021	4	379,04	1516
11/03/2021	2	379,04	758
12/03/2021	3	379,04	1137
13/03/2021	4	379,04	1516
15/03/2021	3	379,04	1137
16/03/2021	4	379,04	1516
17/03/2021	3	379,04	1137
18/03/2021	3	379,04	1137
19/03/2021	4	379,04	1516
20/03/2021	2	379,04	758
22/03/2021	3	379,04	1137
23/03/2021	3	379,04	1137
24/03/2021	4	379,04	1516
25/03/2021	4	379,04	1516
26/03/2021	3	379,04	1137
27/03/2021	3	379,04	1137
29/03/2021	4	379,04	1516
30/03/2021	3	379,04	1137

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia (post-test)

Tabla 33: Cálculo de la eficiencia post-test

EFICIENCIA				
EMPRESA:		METALMECÁNICA		
PROCESO:		FABRICACION DE HUSILLO DE H200		
ELABORADO POR:		CALUDIA CAPCHA CONDOR		
MÉTODO:		POST-TEST	FECHA:	01/03/2021
ITEMS	FECHA	INDICADOR		E= (HHR/ HMProg) X100%
		EFICIENCIA		
		HHR (min)	HHProg (min)	
1	01/03/2021	758	1920	39%
2	02/03/2021	1137	1920	59%
3	03/03/2021	1137	1920	59%
4	04/03/2021	1137	1920	59%
5	05/03/2021	1516	1920	79%
6	06/03/2021	1516	1920	79%
7	08/03/2021	1137	1920	59%
8	09/03/2021	1137	1920	59%
9	10/03/2021	1516	1920	79%
10	11/03/2021	758	1920	39%
11	12/03/2021	1137	1920	59%
12	13/03/2021	1516	1920	79%
13	15/03/2021	1137	1920	59%
14	16/03/2021	1516	1920	79%
15	17/03/2021	1137	1920	59%
16	18/03/2021	1137	1920	59%
17	19/03/2021	1516	1920	79%
18	20/03/2021	758	1920	39%
19	22/03/2021	1137	1920	59%
20	23/03/2021	1137	1920	59%
21	24/03/2021	1516	1920	79%
22	25/03/2021	1516	1920	79%
23	26/03/2021	1137	1920	59%
24	27/03/2021	1137	1920	59%
25	29/03/2021	1516	1920	79%
26	30/03/2021	1137	1920	59%
PROMEDIO				64%

Fuente: Elaboración propia

Eficacia (post-test)

Tabla 34: Cálculo de la eficacia post-test

EFICACIA				
EMPRESA:		METALMECÁNICA		
PROCESO:		FABRICACION DE HUSILLO DE H200		
ELABORADO POR:		CLAUDIA CAPCHA CONDOR		
MÉTODO:		POST-TEST	FECHA:	01/03/2021
ITEMS	FECHA	INDICADOR		Ef= (PR/ PProg) X100%
		EFICACIA		
		UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PROGRAMADA	
1	01/03/2021	2	4	50%
2	02/03/2021	3	4	75%
3	03/03/2021	3	4	75%
4	04/03/2021	3	4	75%
5	05/03/2021	4	4	100%
6	06/03/2021	4	4	100%
7	08/03/2021	3	4	75%
8	09/03/2021	3	4	75%
9	10/03/2021	4	4	100%
10	11/03/2021	2	4	50%
11	12/03/2021	3	4	75%
12	13/03/2021	4	4	100%
13	15/03/2021	3	4	75%
14	16/03/2021	4	4	100%
15	17/03/2021	3	4	75%
16	18/03/2021	3	4	75%
17	19/03/2021	4	4	100%
18	20/03/2021	2	4	50%
19	22/03/2021	3	4	75%
20	23/03/2021	3	4	75%
21	24/03/2021	4	4	100%
22	25/03/2021	4	4	100%
23	26/03/2021	3	4	75%
24	27/03/2021	3	4	75%
25	29/03/2021	4	4	100%
26	30/03/2021	3	4	75%
PROMEDIO				81%

Fuente: Elaboración propia

Productividad (post-test)

Tabla 35: Productividad Post Test

PRODUCTIVIDAD ACTUAL METALMECÁNICA.			
EMPRESA:		METALMECANICA	
PROCESO		FABRICACION DE HUSILLO DE H200	
FECHA:		02/03/2021	
ELABORADO POR:		CLAUDIA CAPCHA CONDOR	
MÉTODO:		POST-TEST	
FECHA	INDICADORES		PRODUCTIVIDAD
	EFICIENCIA	EFICACIA	EFICIENCIA*EFICACIA
	E= (H-HR/ H- HPROG) X100%	Ef= (UP/ UPg) X100%	
01/03/2021	39%	50%	20%
02/03/2021	59%	75%	44%
03/03/2021	59%	75%	44%
04/03/2021	59%	75%	44%
05/03/2021	79%	100%	79%
06/03/2021	79%	100%	79%
08/03/2021	59%	75%	44%
09/03/2021	59%	75%	44%
10/03/2021	79%	100%	79%
11/03/2021	39%	50%	20%
12/03/2021	59%	75%	44%
13/03/2021	79%	100%	79%
15/03/2021	59%	75%	44%
16/03/2021	79%	100%	79%
17/03/2021	59%	75%	44%
18/03/2021	59%	75%	44%
19/03/2021	79%	100%	79%
20/03/2021	39%	50%	20%
22/03/2021	59%	75%	44%
23/03/2021	59%	75%	44%
24/03/2021	79%	100%	79%
25/03/2021	79%	100%	79%
26/03/2021	59%	75%	44%
27/03/2021	59%	75%	44%
29/03/2021	79%	100%	79%
30/03/2021	59%	75%	44%
PROMEDIO			54%

Fuente: Elaboración propia

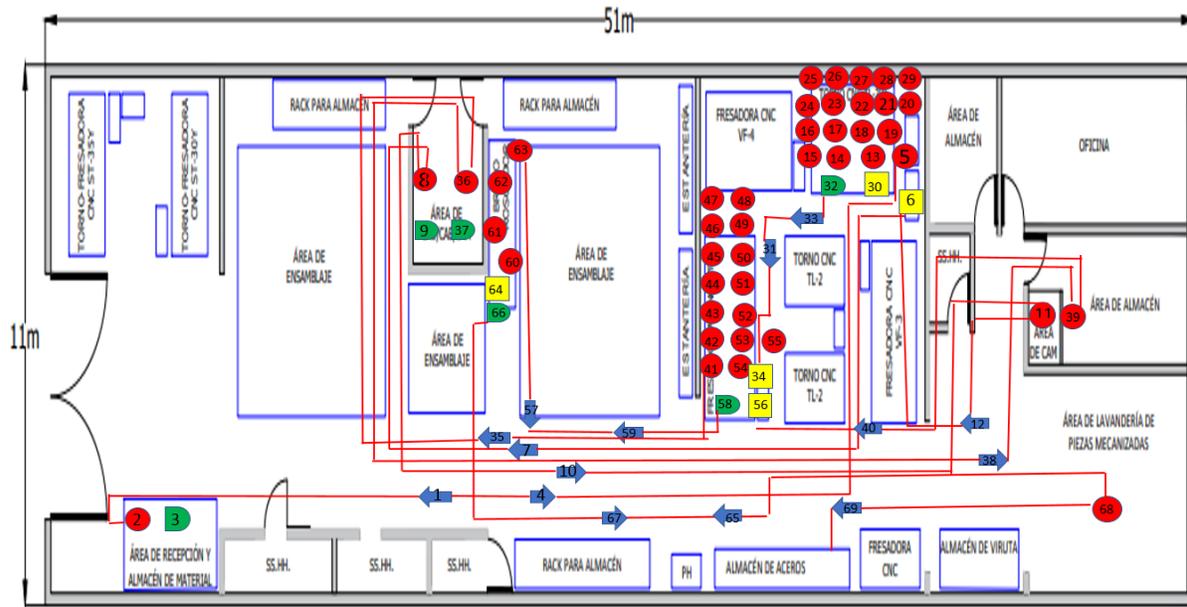
Tabla 36: Resumen

RESUMEN					
		PRE-TEST	POST-TEST	DECRECIMIENTO PORCENTUAL	INCREMENTO PORCENTUAL
ESTUDIO DE TIEMPOS	TIEMPO PROMEDIO	354,9	319,2		-0,10
	TIEMPO NORMAL	343,6	309,13		-0,10
ESTUDIO DE METODOS	TIEMPO ESTANDAR	412,8	379,04		-0,08
	Nº DE OPERACIONES	43	40		-0,07
	Nº DE TRANSPORTES	16	13		-0,19
	Nº DE ACTIVIDADES	69	60		-0,13
	EFICIENCIA	0,58	0,64	0,10	
	EFICACIA	0,66	0,81	0,23	
	PRODUCTIVIDAD	0,40	0,54	0,35	

Fuente: Elaboración propia

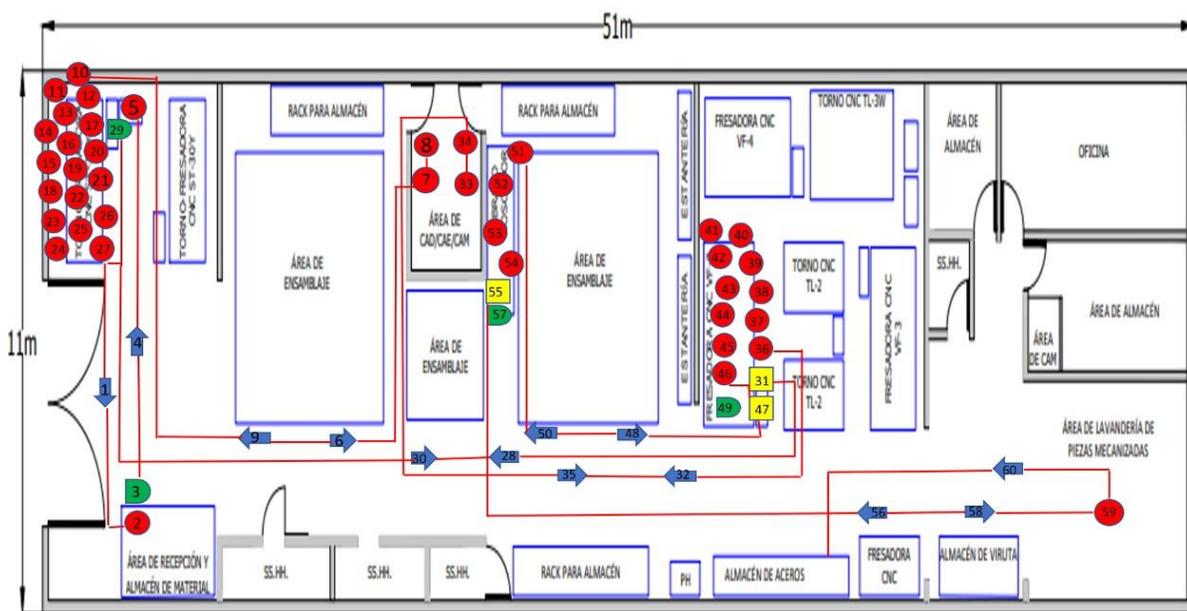
Diagrama de recorrido (pre-test vs. Post-test)

Figura 28: Diagrama de recorrido Pre-Test



Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Diagrama de recorrido Post-Test



Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Costo de producción de Husillo H200 PRE-TEST

COSTO DE PRODUCCIÓN OCTUBRE 2020					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	MONTO	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIA PRIMA DIRECTA					
ACERO BP280	UNIDAD	72		476,52	34309,44
MANO DE OBRA DIRECTA					
OPERARIO 1	SUELDO	1		2500	2500
OPERARIO 2	SUELDO	1		2600	2600
OPERARIO 3	SUELDO	1		600	600
OPERARIO 4	SUELDO	1		600	600
JEFE	SUELDO	2		2800	5600
MAQUINARIA DIRECTA					
TORNO	HORAS	8		54,15	433,2
FRESADOR	HORAS	8		90,25	722
BRAZO ROSCADOR	HORAS	8		36,1	288,8
VERNIER	UNIDAD	1		90	90
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					
MATERIALES INDIRECTOS					
REFRIGERANTE	BALDES	2		523,45	1046,9
GRASA SHC 460	BALDES	2		120	240
HERRAMIENTAS PARA MECANIZADO	KIT	1		563,16	563,16
COMPUTADORAS	UNIDAD	2		1000	2000
MANO DE OBRA INDIRECTA					
ADMINISTRADOR	SUELDO	1		4000	4000
RR.HH	SUELDO	1		1200	1200
ASISTENTE DE PLANTA	SUELDO	1		1200	1200
CONTADOR	SUELDO	1		930	930
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
INTERNET	SERVICIO	1		200	200
MANTENIMIENTO	SERVICIO	3		1200	3600
LUZ	SERVICIO	1		3500	3500
ALQUILER	SERVICIO	1		8000	8000
AGUA	SERVICIO	1		1000	1000
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN					
UNIDADES PRODUCIDAS					72
COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN					1044,77

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37, se aprecia que el C.U de fabricación es de S/.1044,77 soles, ya que se basa en la producción de 72 unidades durante el mes de Octubre del 2020.

Tabla 38: Costo de la producción de Husillo H200 POST TEST

COSTO DE PRODUCCIÓN MARZO 2021					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	MONTO	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIA PRIMA DIRECTA					
ACERO BP280	UNIDAD	84		476,52	40027,68
MANO DE OBRA DIRECTA					
OPERARIO 1	SUELDO	1		2500	2500
OPERARIO 2	SUELDO	1		2600	2600
OPERARIO 3	SUELDO	1		600	600
OPERARIO 4	SUELDO	1		600	600
JEFE	SUELDO	2		2800	5600
MAQUINARIA DIRECTA					
TORNO	HORAS	8		54,15	433,2
FRESADOR	HORAS	8		90,25	722
BRAZO ROSCADOR	HORAS	8		36,1	288,8
VERNIER	UNIDAD	1		90	90
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					
MATERIALES DIRECTOS					
REFRIGERANTE	BALDES	2		523,45	1046,9
GRASA SHC 460	BALDES	2		120	240
HERRAMIENTAS PARA MECANIZADO	KIT	1		563,16	563,16
COMPUTADORAS	UNIDAD	2		1000	2000
MANO DE OBRA INDIRECTA					
ADMINISTRADOR	SUELDO	1		4000	4000
RR.HH	SUELDO	1		1200	1200
ASISTENTE DE PLANTA	SUELDO	1		1200	1200
CONTADOR	SUELDO	1		930	930
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
INTERNET	SERVICIO	1		200	200
MANTENIMIENTO	SERVICIO	3		1200	3600
LUZ	SERVICIO	1		3500	3500
ALQUILER	SERVICIO	1		8000	8000
AGUA	SERVICIO	1		1000	1000
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN					
					80941,74
UNIDADES PRODUCIDAS					84
COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN					963,59

Fuente: Elaboración propia

En la table 38, se aprecia que el c.u de fabricación de cada Husill H200 es de S/.963,59 soles, el cual se denota con la producción de 84 unidades durante el mes de marzo del 2021.

De lo descrito previamente se realiza una comparación de la mejora entre los precios del costo de fabricación entre el PRE y POST-TEST.

Tabla 39: Resultados de C.U de producción de Husillos H200

	PRE-TEST	POST-TEST	DIFERENCIA
COSTO UNITARIO	1044,77	963,59	7,77%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 se aprecia los costos de fabricación con una reducción de 7,77%.

3.5.10 Análisis económico financiero

El VAN, es el valor monetario de cada uno de los flujos de caja resultantes en un momento determinado, en donde si el valor es mayor a cero indicara que la empresa esta generando beneficio, si es congruente a cero se es indiferente, no se pierde, ni se gana, pero si es menor a cero habrá perdidas en la empresa. Por otra parte, el TIR es la comparación con los intereses vigentes del mercado, si la resultante muestra una diferencia positiva se puede proceder con el proyecto, pero si la diferencia sale negativa no se procede con el proyecto dado que no cubrirá el costo de la inversión.

El VAN, se interpreta como un indicador del estudio financiero, que contribuye a conocer si un proyecto es viable o no. Después de ser aplicado, se sustrae la inversión inicial y con ello se obtiene el flujo de caja.

Tabla 40: Inversiones Intangibles

CLASIFICACIÓN	RECURSOS	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	LUZ	MENSUAL	9	40	360
	INTERNET	MENSUAL	9	90	810
SERVICIO DE AGUA Y DESAGUE	AGUA	MENSUAL	9	40	360
VIÁTICOS Y ASIGNACIONES	MOVILIDAD	MENSUAL	9	120	1080
	ALIMENTACIÓN	MENSUAL	9	280	2520
OTROS GASTOS	CAPACITACIÓN PREOPERATIVA	TOTAL	1	2075	2075,00
	TIEMPO INVERTIDO DE TESISISTAS	TOTAL	1	8320	8310
				TOTAL	15515,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Inversión Tangible

INVERSIONES TANGIBLES					
CLASIFICACIÓN	RECURSOS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL
REPUESTOS Y/O ACCESORIOS	LAPTOP	UND	2	500	1000
	IMPRESORA	UND	1	300	300
	CARTUCHOS	UND	4	20	80
PAPELERÍA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA	ESCRITORIO	UND	1	150	150
	SILLAS	UND	2	30	60
	HOJAS BOND A4	MILL	2	15	29
	LAPICEROS	UND	8	1	5,6
	CUADERNOS	UND	2	3	5
	USB KINGSTON16GB	UND	2	26	52
	LÁPIZ	UND	4	1	4
	BORRADOR	UND	2	1	1
HERRAMIENTAS	Dispositivos Moviles	UNID	2	850	1700
	CRONÓMETRO	UND	1	80	80
				TOTAL INVERTIDO	3466,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Costo total de la inversión con la aplicación de la herramienta.

	VALOR
INVERSIÓN TANGIBLE	S/ 3.466,60
INVERSIÓN INTANGIBLE	S/ 15.515,00
TOTAL DE INVERSION	S/ 18.981,60

En la tabla 42, se muestra que la inversión tangible es de S/. 3466,6 y la inversión intangible es de S/ 15515 soles, lo que representa una cantidad total de S/18981,60 soles.

Análisis costo beneficio

Para que se pueda hallar el costo beneficio de la aplicación del estudio del traje, se deberá recolectar la siguiente información:

Tabla 43: Contribución por venta unitaria bajo la aplicación del estudio del trabajo PRE-TEST.

MARGEN DE CONTRIBUCIÓN OCTUBRE 2020 PRE TEST						
FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	PRECIO UNITARIO DE VENTA	COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	TOTAL DE VENTAS	TOTAL DE COSTOS	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
01/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
02/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
03/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
05/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
06/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
07/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
08/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
09/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
10/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
12/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
13/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
14/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
15/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
16/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
17/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
19/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
20/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
21/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
22/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
23/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
24/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
26/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
27/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
28/10/2020	S/ 2,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 2.700,00	S/ 2.089,54	S/ 610,46
29/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
30/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
31/10/2020	S/ 3,00	S/ 1.350,00	S/ 1.044,77	S/ 4.050,00	S/ 3.134,31	S/ 915,69
TOTAL	S/ 72,00	S/ 36.450,00	S/ 28.208,81	S/ 97.200,00	S/ 75.223,50	S/ 21.976,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Margen de contribución marzo POST-TEST

MARGEN DE CONTRIBUCIÓN MARZO 2021 POS TEST						
FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	PRECIO UNITARIO DE VENTA	COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	TOTAL DE VENTAS	TOTAL DE COSTOS	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
02/01/2021	2	1350,0	948,80	2700,00	1897,6	802,4
03/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
04/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
05/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
06/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
07/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
08/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
09/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
10/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
11/01/2021	2	1350,0	1044,77	2700,00	2089,5	610,5
15/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
16/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
17/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
18/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
19/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
21/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
22/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
23/01/2021	2	1350,0	1044,77	2700,00	2089,5	610,5
24/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
25/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
26/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
27/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
28/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
29/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
30/01/2021	4	1350,0	1044,77	5400,00	4179,1	1220,9
31/01/2021	3	1350,0	1044,77	4050,00	3134,3	915,7
TOTAL	84	35100,0	27068,07	113400,00	87568,80833	25831,19167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Margen de contribución PRETEST VS PSTTEST

	PRE-TEST	POST-TEST
VENTAS	97200,0	113400,00
COSTOS	75223,5	87568,81
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	21976,5	25831,19
DIFERENCIA		3854,69

Fuente: Elaboración propia

Para interpretar el análisis costo beneficio se tendrá en cuenta las siguientes condiciones:

- Si $B/C > 1$ El proyecto es viable, por ende, será aceptado
- Si $B/C = 1$ El proyecto es indiferente
- Si $B/C < 1$ El proyecto será desechado.

Cálculo del ratio Beneficio / Costo	1,30
-------------------------------------	-------------

Figura 30: Cálculo de flujo efectivo neto

TASA	12,68%												
Valores expresados en soles (S./)													
	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
Ingresos		3841											
Incremento de capacidad (Ahorro)		3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841	3841
Egresos (Mantenimiento de la mejora)		-1655											
Capacitaciones		-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340
Practicante		-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930
Gastos de mantenimiento		-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320	-320
Gastos de oficina		-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65
Inversión	-18982	0											
Flujo de efectivo	-18982	2186											
Valores expresados en soles (S./)													
Inversiones Tangibles	3467												
Repuestos y/o accesorios	1380												
Papelería en general, útiles y materiales de oficina	307												
Herramientas	1780												
Inversiones Intangibles	15515												
Servicio de suministro de energía	1170												
Servicio de agua y desagüe	350												
Movilidad y asignaciones	3600												
Otros gastos	10395												
TOTALES INVERSIÓN	18982												

Cálculo del VAN	5618
Costo de Oportunidad del capital (COK)	1,0%

Cálculo de la TIR	5,36%
-------------------	--------------

Cálculo del ratio Beneficio / Costo	1,30
-------------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

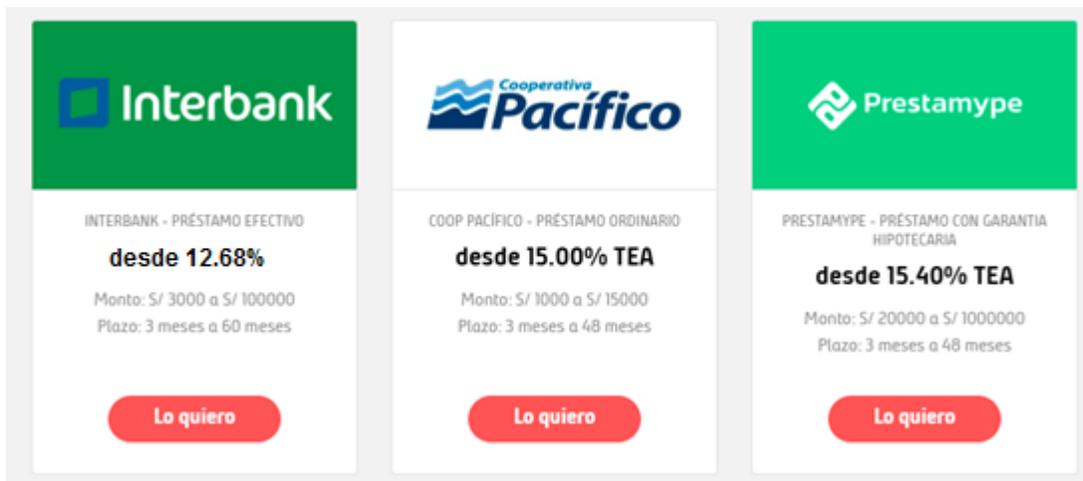
Tabla 46: Egresos

EGRESOS (S/.)	
Capacitaciones	340
Practicante	930
Gastos de mantenimiento	320
Gastos de oficina	65
TOTAL	1655

En la tabla 46, se detalla los gastos que representa el mantener la herramienta con frecuencia mensual.

Para poder concretar el inicio de la implementación de nuestra herramienta y poder cubrir los costos, se tomó como referencia a múltiples entidades bancarias con diferente tasa de interés, como se observa en la figura 30.

Figura 31: TEA en distintas entidades bancarias



Fuente: Comparabien

En ese sentido, se procedió a trabajar con el banco Interbank, entidad bancaria que ofrece una TEA de 12.68%. Seguidamente, se realizó la conversión de la tasa anual a mensual.

$$i'' = (1 + i) \frac{\text{Deseado}}{\text{Dado}} - 1$$

$$TEM = (1 + 0.1268)^{1/12} - 1$$

$$TEM = 1\%$$

Tabla 47: Costo de oportunidad

	Mensual	Anual
Costo de Oportunidad del capital (COK)	1,0%	12,68%
Cálculo del VAN	5618	12,68%
Cálculo de la TIR	5,36%	87,18%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Cálculo del VAN y TIR

Cálculo del VAN	5618
Costo de Oportunidad del capital (COK)	1,0%
Cálculo de la TIR	5,36%
Cálculo del ratio Beneficio / Costo	1,30

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48, se aprecia que el VAN es de S/5,618.00, esto nos muestra que aparte de nuestra inversión el proyecto de investigación obtendrá una ganancia. El TIR posee un porcentaje de 5,36% mensual y 87,18% anual, lo que indica la viabilidad del proyecto porque es notoriamente superior al costo de oportunidad.

Cuando se refiere a costo a la par con beneficio, es un análisis técnico de suma importancia en la teoría de la decisión. Su objetivo es determinar la factibilidad o viabilidad de un proyecto, a través de la enumeración y valorando a todos los costos y beneficios logrados de forma directa e indirecta de la investigación en términos monetarios.

$$\frac{B}{C} < 1 : \textit{El proyecto no es viable}$$

$$\frac{B}{C} = 1 : \textit{El proyecto es indiferente}$$

$$\frac{B}{C} > 1 : \textit{El proyecto es viable}$$

Figura 32: Fórmula de B/C

$$\frac{B}{C} = \frac{\textit{BENEFICIO}}{\textit{COSTO}}$$

Fuente: (García,2007)

El valor del B/C es de 1.30, como se muestra es mayor a 1, por ello se denota que el proyecto es viable y rentable.

3.6 Métodos de análisis datos

En la presente investigación, se aplicó el estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021, se usó el análisis descriptivo, dado que los datos fueron registrados en la investigación son cuantitativos. Estos fueron recopilados en una base de datos del software SPSS, donde efectuaron operaciones de cálculo a una escala de Razón. En tal sentido, este análisis se efectuó a una escala de Razón. Por ello, este análisis desarrollará la mediana, la moda, la asimetría la curtosis y la desviación estándar.

En el análisis inferencial para contrastar la hipótesis se priorizo aplicar la prueba paramétrica de normalidad, haciendo uso del estadístico Shapiro Wilk, con un nivel de significancia del 5%, está prueba fue de utilidad para conocer el grado de fiabilidad de nuestro conjunto de datos, en la que se definieron si es paramétrico o no paramétrico. La prueba de Estigrado para p dio menor de 0.05 por ende se usó el estadígrafo de Wilcoxon.

3.7 Aspectos éticos

La RESOLUCION DEL CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0126-2017/UCV, en sus artículos 15° al 22° hacen referencia estricta a los aspectos éticos. Como primer punto, la presente investigación esta correctamente citada, puesto que cada investigador, tiene el derecho por auditoría en las respectivas investigaciones, esto avalado y corroborado por la plataforma Turnitin, donde se evalúa la similitud de otras fuentes en circulación informática. La presente investigación respeta los principios de ética, dado que la información recopilada fue con autorización de la gerencia administrativa y no se usó de forma inapropiada.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo, otorga una forma breve de manejar los datos de la información que se tiene como muestra. El objetivo es simplificar la información para moldearla con precisión, practicidad y comprensibilidad. Es por ello, que en esta investigación se ejecuta el análisis de los resultados obtenidos a priori y posteriori de la presente investigación donde se aplica el Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica.

Tabla 49: Productividad

	PRE-TEST	POST-TEST
PRODUCTIVIDAD	40%	54%

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla 37, la productividad en el PRE-TEST es del 40%, y en el POST-TEST alcanza un 54%.

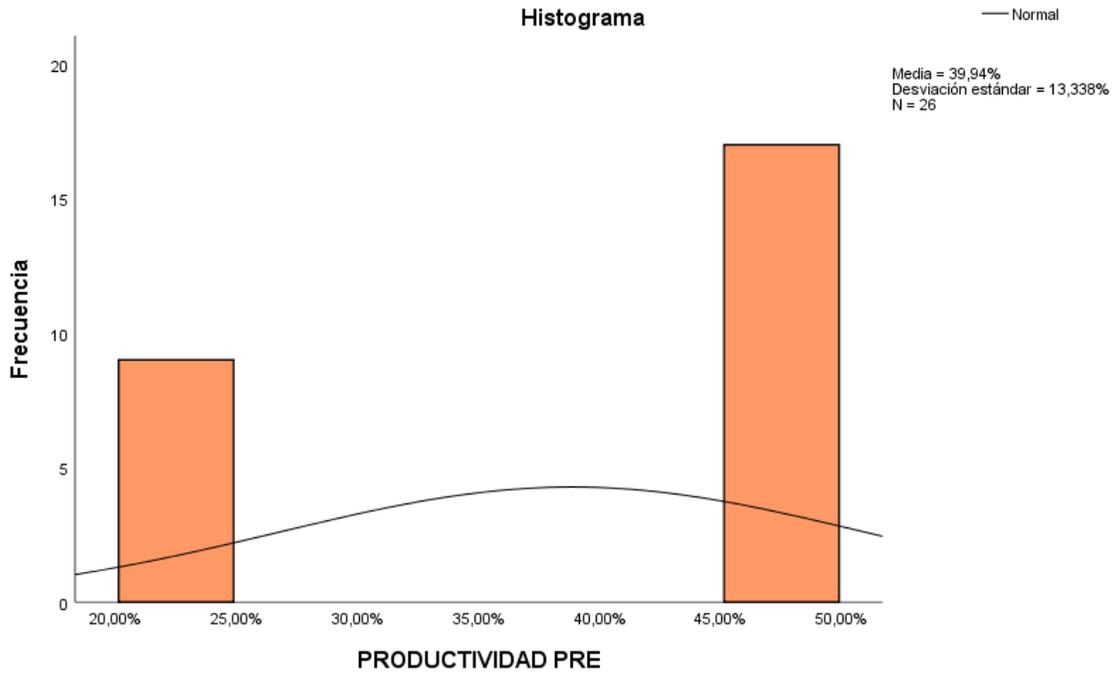
Tabla 50: Productividad Antes vs Después

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD PRE	26	39,94%	13,34%	21,97%	49,93%
PRODUCTIVIDAD POST	26	53,53%	20,41%	19,74%	78,97%

Fuente: Elaboración propia

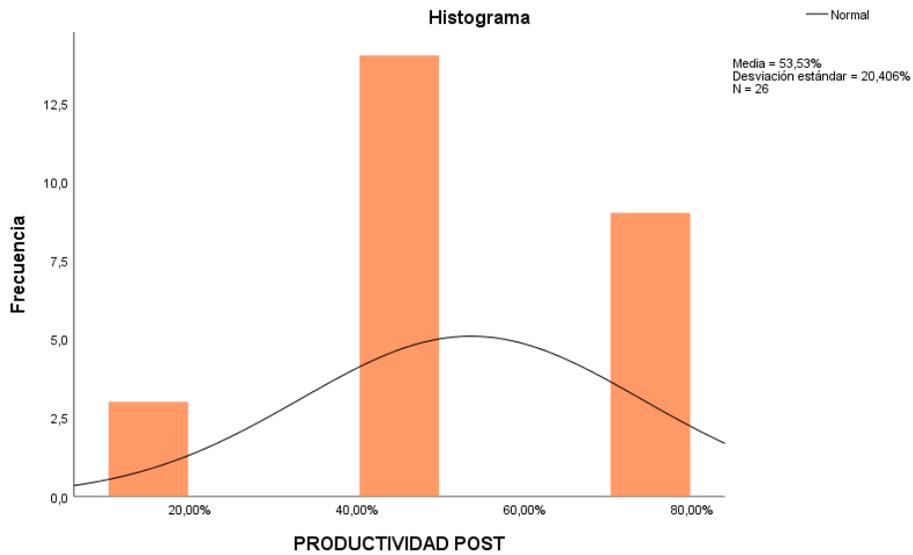
En la tabla 50, se observa a los datos descriptivos del PRE-TEST y POST-TEST de la productividad. La asimetría del pretest fue de -0.687, es una curva de asimetría de carácter negativo, esto indica que la data tiene una inclinación hacia la derecha, indicando que los datos son mayores a la media. La asimetría del post-test fue de 0,111, es una curva de asimetría positiva, esto nos refiere que los datos se encuentran al lado izquierdo, es decir que son menores a la media. La curtosis respecto a la media en el pre-test fue de -1,155 indica que tiene una baja concentración. Mientras que la curtosis en el post-test fue de -1,662.

Figura 33: Histograma de productividad del PRE-TEST



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Histograma productividad POS-TEST



Fuente: Elaboración propia

Dimensión Eficiencia y Eficacia

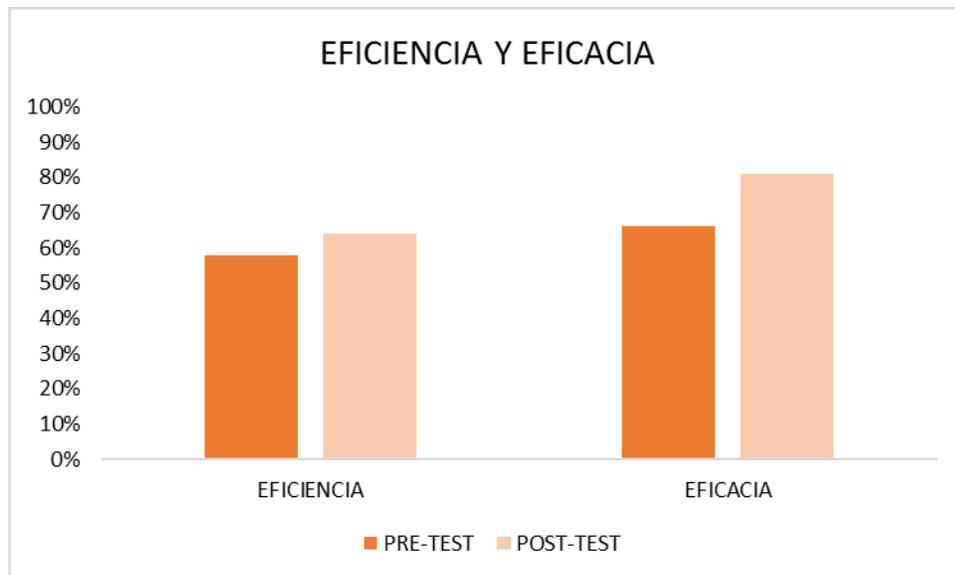
Las dimensiones se evaluaron a través de la Eficiencia de las horas hombre y en la Eficacia a través de las unidades de producción.

Tabla 51: Eficiencia vs Eficacia

	PRE-TEST	POST-TEST
EFICIENCIA	58%	64%
EFICACIA	66%	81%

Fuente: Elaboración propia

Figura 35: Gráfica de la eficiencia y la eficacia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Análisis descriptivo de eficiencia PRE Y POS-TEST

EFICIENCIA PRE Y POS-TEST				
		PRE TEST	POS TEST	
EFICIENCIA PRE Y POS-TEST	Media		0,5830	0,6378
	95% de intervalo de confianza	Límite inferior	0,5397	0,5858
		Límite superior	0,6260	0,6897
	Media recortada al 5%		0,5866	0,6428
	Mediana		0,6590	0,5922
	Varianza		113,602	165,468
	Desv. Desviación		0,10674	0,12860
	Mínimo		0,44	0,39
	Máximo		0,66	0,79
	Rango		0,22	0,39
	Rango intercuartil		0,22	0,20
	Asimetría		-0,687	-0,261
	Curtosis		-1,662	-0,554

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Análisis descriptivo de Eficacia PRE Y POS-TEST

EFICACIA PRE-TEST Y POS-TEST				
		PRE TEST	POS TEST	
EFICACIA PRE-TEST Y POS-TEST	Media		0,6638	0,8076
	95% de intervalo de confianza	Límite inferior	0,6147	0,7418
		Límite superior	0,7130	0,8734
	Media recortada al 5%		0,6677	0,8141
	Mediana		0,7500	0,7500
	Varianza		147,659	265,385
	Desv. Desviación		0,12150	0,16290
	Mínimo		0,50	0,50
	Máximo		0,76	1,00
	Rango		0,26	0,50
	Rango intercuartil		0,25	0,25
	Asimetría		-0,686	-0,261
	Curtosis		-1,662	-0,554

Fuente: Elaboración propia

Análisis inferencial

Con respecto a la estadística inferencial, se opta por recolectar muestras y determinar la probabilidad. La data es de carácter natural probabilística y se deben reconocer ciertos márgenes de error. En la mencionada etapa, se realizará el ensayo o prueba estadística para demostrar las hipótesis. (Hernández, y otros, 2014). Siguiendo el siguiente parámetro.

Muestra \leq Shapiro Wilk

Muestra >30 Kolmogorow Smirnow

Variable Productividad

Tabla 54: Prueba de normalidad para la variable dependiente

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.(p)
PRODUCTIVIDAD PRETEST	0,607	26	0,000
PRODUCTIVIDAD POSTEST	0,774	26	0,000

Fuente: Elaboración propia

H_0 : Los datos de la muestra en la investigación provienen de una distribución normal.

H_a : Los datos de la muestra en la investigación no provienen de una distribución normal.

Si $p \leq 0.05$, H_a

Si $p > 0.05$, H_0

Al ser la p menor a 5% podemos referir que la productividad no proviene de una distribución normal. Por lo que, el estadístico de prueba de Hipótesis inferencial será Wilcoxon.

Por ende, se acepta la H_a .

Tabla 55: Decisión de estadígrafo

PRE-TEST	POS-TEST	ESTADÍGRAFO
P = 0%	P = 0%	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 56, para establecer el estadígrafo de análisis según la distribución normal obtenida en el pre-test que fue de un 0%, no paramétrico y en el post-test 0% también no paramétrico con respecto a la Productividad, es por ello que se empleó el estadígrafo de Wilcoxon.

Regla de decisión

- **H_0 :** El Estudio del Trabajo no mejora la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.
- **H_a :** El Estudio del Trabajo mejora la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.

Luego el análisis mediante el valor de p , para la productividad pre y pos-test mediante Wilcoxon.

Si $p \leq 0.05$, rechazamos H_0

Si $p > 0.05$, no rechazamos H_0

Tabla 56: Estadístico prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD PRETEST - PRODUCTIVIDAD_POSTEST
Z	-2,175 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,030
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se nota un porcentaje de error del 3%. Por lo tanto, se concluye que se acepta la H_a y se reafirma que el Estudio del Trabajo mejora la productividad en la empresa metalmeccánica.

Dimensión Eficiencia

Tabla 57: Prueba de normalidad para la eficiencia

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.(p)
EFICIENCIA PRETEST	0,604	26	0,000
EFICIENCIA POSTEST	0,783	26	0,000

Fuente: Elaboración propia

H_0 : Los datos de la muestra provienen de una distribución normal.

H_a : Los datos de la muestra no provienen de una distribución normal.

Si $p \leq 0.05$, se acepta la H_a

Si $\rho > 0.05$, no se rechaza H_0

Por lo tanto, al tener una significancia de 0%, deducimos que se acepta la Hipótesis Alternativa.

Regla de decisión

- **H_0 :** El Estudio del Trabajo no mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.
- **H_a :** El Estudio del Trabajo mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.

Luego el análisis mediante el valor de p, para la productividad pre y post-test mediante Wilcoxon.

Si $\rho \leq 0.05$, rechazamos H_0

Si $\rho > 0.05$, no rechazamos H_0

Tabla 58: Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficiencia

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA PRE Y POS-TEST
Z	-2,175 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,030
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados que se muestran tenemos un error de 3%. Es por ello que se puede afirmar que el Estudio del Trabajo mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica.

Dimensión Eficacia

Tabla 48: Prueba de Normalidad para la eficacia

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRE TEST	0,610	26	0,000
EFICACIA POS TEST	0,604	26	0,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

H_0 : Los datos de la muestra provienen de una distribución normal.

H_a : Los datos de la muestra no provienen de una distribución normal.

Si $\rho \leq 0.05$, se acepta la H_a

Si $\rho > 0.05$, no se rechaza H_0

Por lo tanto, al tener una significancia de 0%, deducimos que se acepta la Hipótesis Alternativa.

Regla de decisión

- H_0 : El Estudio del Trabajo no mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.
- H_a : El Estudio del Trabajo mejora la eficiencia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.

Tabla 59: Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficacia

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICACIA PRE Y POS-TEST
Z	-3,319 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados que se muestran tenemos un error de 0,1%. Es por ello que se puede afirmar que el Estudio del Trabajo mejora la eficacia en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021.

V. DISCUSIÓN

Después de haber realizado la implantación se demuestra que el Estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica, Lima, 2021. Antes de haber aplicado la herramienta de ingeniería la productividad era de 40% y después de haber aplicado la herramienta la productividad aumentó a 56%. Se puede afirmar que se tiene un incremento de 40%. Este resultado es tomado de forma positiva de carácter aceptable, dado que superó las expectativas de incremento en la productividad. Teniendo cierta similitud con Guiar (2018), cuya investigación hace referencia a mejorar la eficiencia y eficacia de la industria metalmecánica, esto aplicando el estudio del trabajo para optimizar las operaciones en la empresa y con eso establecer las soluciones para los problemas relacionados al sistema de producción. Lo mismo se acontece con Perher (2014), donde tuvieron como objetivo establecer un conjunto de tareas simplificadas sin restricciones en los circuitos de producción, ya que ordeno 25 operaciones logrando así un conjunto organizado en el sistema de producción.

Seguidamente, Kanawaty nos afirma que una de las tantas herramientas como la es El Estudio del Trabajo, mejora la eficiencia y eficacia con la condición de que sea aplicada de forma correcta, recalcando que se obtienen resultados positivos porque es un avance sistemático ya que logra buscar problemas y solucionarles, pero la restricción es que requiere tiempo y contar con personal calificado para lograr los objetivos.

Asimismo, los resultados se contrastan con la investigación de Palomino (2018), en la investigación titulada "Propuesta de mejora de la productividad en el área de producción de una fábrica de Snack", el mencionado autor elaboró varias propuestas de mejora para el área de producción con el objetivo de elevar la producción reduciendo el tiempo de entregas. Su investigación también fue aplicada, con un enfoque de análisis de riesgo. En su análisis se tuvo una factibilidad técnica permitiendo elevar o incrementar la productividad con un margen de 6% de excedente en la capacidad, incrementado su crecimiento en un 2,3%.

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto de investigación con los resultados obtenidos podemos mencionar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al objetivo general, se muestra y evidencia que el estudio del trabajo mejoró la productividad en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, ya que de tener el indicador de productividad de 0.40 a 0.54, se obtiene un incremento del 35%.
- Resumiendo, de acuerdo al primer objetivo específico de la investigación, se comprueba y demuestra que el estudio del trabajo mejoró la eficiencia en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, ya que de tener el indicador de eficiencia de 0.58 a 0.64 obtuvo un incremento del 10,34%.
- De acuerdo al segundo objetivo específico de la presente investigación, se comprueba y demuestra que el estudio del trabajo mejoró la eficacia en el área de mecanizado de la empresa metalmecánica, ya que de tener un indicador de eficacia de 0.66 a 0.81 obtuvo un incremento igual al 22.73%.

VII. RECOMENDACIONES

El Estudio del Trabajo en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, cumplido con todas las expectativas, dado que se obtuvieron resultados positivos, mencionando que el objetivo general es el correcto, el cual fue determinar como el Estudio del Trabajo mejora la productividad en área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, Lima, 2021. En tal sentido, se recomienda continuar y difundir la aplicación de esta herramienta de ingeniera para mejorar un proceso productivo.

También, se debe mantener el monitoreo de las actividades constantemente y de forma correcta, para reducir el índice del tiempo de actividades que son innecesarias o que son actividades que no aportan ningún valor, como los traslados innecesarios, del trabajador, la opción es recurrir a la mejora continua en distintos procedimientos y esto le dará fluidez al flujo de la empresa.

Asimismo, se recomienda, que, durante el flujo del tiempo a través de los meses posteriores, se tome un control sobre el cumplimiento de la implementación del nuevo método de trabajo, claramente esto con el apoyo del administrador de la empresa, y así evitar que los operarios o trabajadores no retornen al uso del antiguo método de trabajo. Tomar en cuenta que se deben continuar con las capacitaciones, como mínimo con frecuencia mensual para así contener la mejora y mejorar a futuro.

REFERENCIAS

Fondo Monetario Internacional. 2017. **País mas productivos según horas laborales. Colombia : Publicaciones Semana S.A, 2017.**

ALACERO. 2016. ***Monitoreo trimestral China: Productos de acero Julio - Septiembre 2016.*** Santiago de Chile : ALACERO, 2016.

Andrade, Adrian. 2019. **Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una empresa de producción de calzado. *Scielo.*** [En línea] junio de 2019. [Citado el: 19 de abril de 2021.]

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083.](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083)

Becerril, Osvaldo, Godínez Enciso, Juan y Canales García, Rosa Azalea. 2016. **Innovación y productividad en la industria metalmecánica de México, el contexto actual, 2010-2016. *Innovation and productivity in the metal-mechanic industry of Mexico, the current context, 2010-2016.*** México : s.n., 27 de 11 de 2016. Vol. 3, 4. 2415-0630.

Bernal, César. 2010. ***Metodología de la investigación .*** Colombia : Pearson education, 2010. 9789586991285.

Burdano, Jorge. 2011. ***Presupuesto.*** Bogota : Mc GrawHill S.A, 2011. 978584194199.

Caso, Alfredo. 2006. ***Técnicas de medición de trabajo.*** España : Fundación Confemetal, 2006. 84-96169-89-8.

Concytec. 2018. **PCM. *Concytec.*** [En línea] 2018. [Citado el: 20 de Septiembre de 2020.] **[https://www.gob.pe/concytec.](https://www.gob.pe/concytec)**

Flores, Ricardo Marquez. 2019. **Sociedad Nacional de Industrias. *Sociedad Nacional de Industrias***. [En línea] Industria metalmecánica, 6 de enero de Enero de 2019. [Citado el: Lunes 7 de septiembre de Septiembre de 2020.] <https://www.sni.org.pe/sni-industria-metalmecanica-crecio-102/>.

García, Roberto. 2005. ***Estudio del trabajo y medición del trabajo***. México : Mc Hill, 2005. 9701046579.

Garzón, Miguel. 2020. **Reportero industrial. *Reportero industrial***. [En línea] **Panorama economico de la industria**, 7 de septiembre de Septiembre de 2020. [Citado el: Lunes 7 de septiembre de Septiembre de 2020.] <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Panorama-economico-de-la-industria-metalmecanica+130855>.

Gutierrez, Humberto. 2010. ***Calidad Total y Productividad***. s.l. : Mc Hill, 2010. 9786071503152.

Hernández Sampieri, Roberto. 2018. ***Metología de la investigación***. 2018. 978456260965.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2014. ***Metodología de la investigación***. Mexico : MC Graw Hilt, 2014. 9781456223960.

Hiwot, Mariam. 2019. ***Productivity Improvement through the integration of lean and work study***. Etiopía : s.n., 2019.

Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry.

Gujar, Shantiteo. 2018. **5**, India : Irjet, 5 de 5 de 2018, International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 5. 23950056.

Kanawaty, George. 1996. ***Introducción al estudio del trabajo***. Ginebra : OIT, 1996. págs. 19-20. 9223071089.

Kothari. 2004. ***Research Methodology***. India : New Age International, 2004. 978-81-224-2488-1.

Marina, Aura. 2013. ***Proceso metodológico en la investigación***. Venezuela : Ozal, 2013. 84453555.

Niebel, Benjamin. 2018. ***Ingeniería Industrial: Métodos, Estandares y diseño de Trabajo***. México : Interamericana Editores, 2018. 9789791069622.

Niño Rojas, Victor Miguel. 2011. ***Metodología de la investigación***. Bogota : Ediciones de la U, 2011. 9789588675947.

ÑAUPAS PAITÁN, HUMBERTO, y otros. 2018. ***Metodología de la investigación***. Bogotá : Ediciones de la U, 2018. 9789587628760.

Palomino, Cristian. 2018. ***Propuesta de mejora de la productividad en el área de producción en una fábrica de Snacks***. Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2018.

Pergher, Isaac, Jung, Carlos y Scwenberg, Carla. 2014. **Strategies For Increasing Productivity In Production Systems**. [En línea] Independent journal management, Mayo de 2014. [Citado el: 10 de Septiembre de 2020.] <https://www.redalyc.org/pdf/4495/449544334006.pdf>. 2236269X.

Ríos, Roger. 2017. ***Metodología de la investigación y redacción***. España : Servicios Académicos Internaciones S.L, 2017. 9788417211233.

Roa, Mónica Mena. 2019. **Statista. Statista**. [En línea] abril de 2019. [Citado el: 10 de mayo de 2021.] <https://es.statista.com/grafico/19076/pib-per-capita-por-hora-de-trabajo-en-paises-de-la-ocde/>.

Roberth, Jonhson. 2012. ***Estadística Elemental***. s.l. : Ceangage Learning, 2012. 9786074818079.

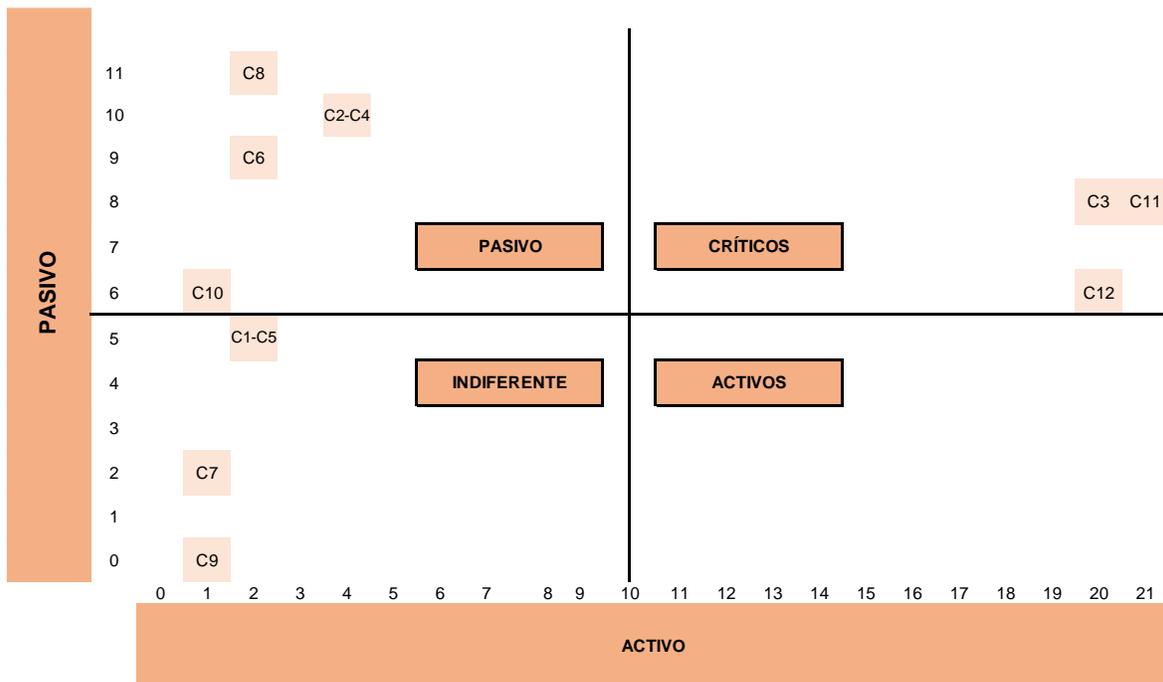
ANEXOS

Anexo 1 : Matriz Vester

CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	TOTAL ACTIVOS
C1		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C2	0		1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
C3	3	3		2	2	3	0	2	0	0	2	3	20
C4	0	0	0		0	0	0	2	0	0	2	0	4
C5	0	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0	2
C6	0	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0	2
C7	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1
C8	0	0	0	0	0	1	0		0	0	1	0	2
C9	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	1
C10	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1
C11	2	2	3	1	3	1	0	3	0	3		3	21
C12	0	2	3	3	0	3	0	3	0	3	3		20
TOTAL PASIVOS	5	10	8	10	5	9	2	11	0	6	8	6	80

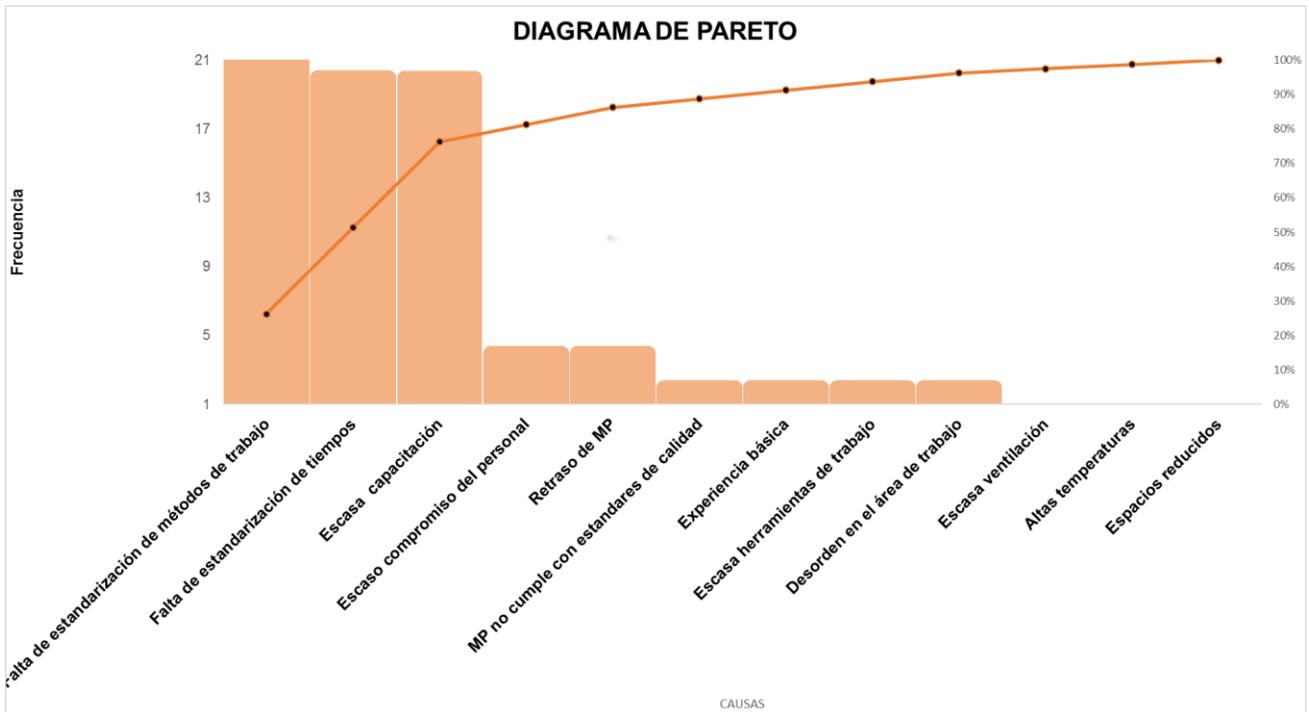
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2



Anexo 4: Diagrama de Pareto - Causas ordenadas de mayor a menos

N°	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA PORCENTUAL	FRECUENCIA PORCENTUAL
	Falta de estandarización de métodos de trabajo	21	21	26%	26%
	Falta de estandarización de tiempos	20	41	25%	51%
	Escasa capacitación	20	61	25%	76%
	Escaso compromiso del personal	4	65	5%	81%
	Retraso de MP	4	69	5%	86%
	MP no cumple con estándares de calidad	2	71	3%	89%
	Experiencia básica	2	73	3%	91%
	Escasa herramientas de trabajo	2	75	3%	94%
	Desorden en el área de trabajo	2	77	3%	96%
	Escasa ventilación	1	78	1%	98%
	Altas temperaturas	1	79	1%	99%
	Espacios reducidos	1	80	1%	100%
	TOTAL	80			



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 : Estratificación por áreas

ÁREA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Recursos Humanos	6	8%
Mecanizado	63	79%
Almacén	4	5%
Control de calidad	2	3%
SSOMA	5	6%
TOTAL	80	100,0%



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Alternativas de solución

N°	ALTERNATIVAS	CRITERIOS					TOTAL
		COSTO	TIEMPO DE APLICACIÓN	COMPLEJIDAD	SOSTENIBILIDAD	COMPLETA	
1	Estudio del trabajo	2	2	2	2	2	10
2	Metodología 5s	1	0	1	1	1	4
3	Diseño de planta	0	0	1	2	1	4

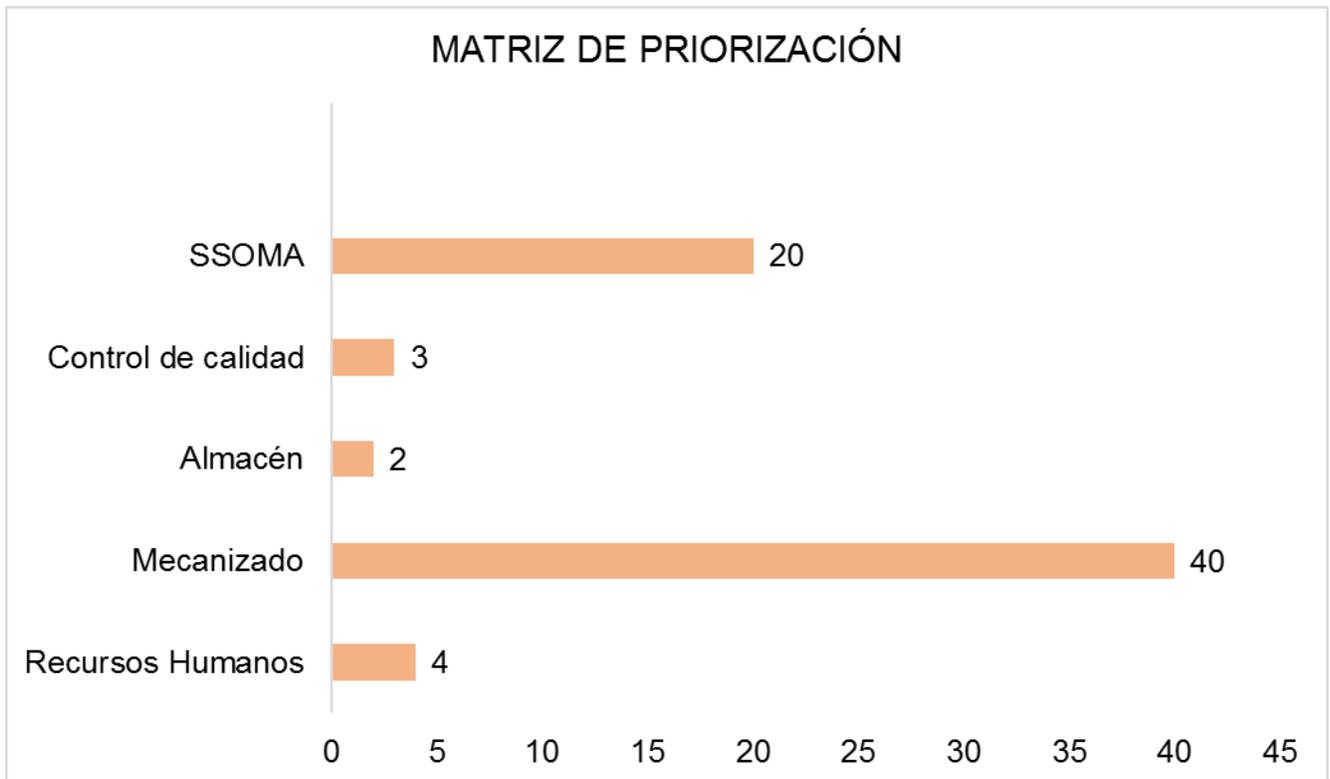
CRITERIO DE EVALUACIÓN

No bueno	0
Bueno	1
Muy bueno	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Matriz de priorización

ÁREAS	MANO DE OBRA	MATERIA LES	MAQUINARIA	MEDIO AMBIENTE	MÉTODO	MEDICIÓN	NIVEL DE CRÍTICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO (1-10)	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD
Recursos Humanos	2	0	0	0	0	0	Medio	2	17%	2	4	3
Mecanizado	1	0	1	0	1	1	Alto	4	33%	10	40	1
Almacén	0	1	0	0	0	0	Bajo	1	8%	2	2	5
Control de calidad	0	1	0	0	0	0	Bajo	1	8%	3	3	4
SSOMA	0	0	0	4	0	0	Medio	4	33%	5	20	2
TOTAL	3	2	1	4	1	1		12	100%	22		



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I Estudio del Trabajo	El estudio de trabajo "Es una evaluación de procedimientos metodológicos para ejecutar acciones con la finalidad de mejorar el manejo eficaz de los materiales y de implantar normas de utilidad" (Kanawaty, 1996, p.9)	El estudio de trabajo se halla mediante el estudio de métodos y estudio de tiempos, que sirve para tomar los índices de actividad, midiendo el tiempo estándar, para poder lograr tener la documentar que será procesada.	Estudio de Métodos	Índice de Tiempo de Actividades (ITTA) $ITTA = \frac{TTA - TTAI}{TTA}$ TTA= Tiempo total de actividades A I= Tiempo total de actividades Innecesarias	Razón
			Estudio de Tiempo	Tiempo Estándar (TE) $TE = TN \times (1 + S)$ TN: Tiempo normal S= Suplemento	Razón
V.D Productividad	La productividad es una medida económica que genera una capacidad de producción o creación de un bien que procede a un tiempo de operación, donde se genera costos. (Lopez, 2013).	La mejora de la productividad en el área de mecaniza en la empresa metalmeccánica, será evaluada a través de fichas de registro, mediante las dimensiones de eficiencia y eficacia.	Eficiencia	Porcentaje de Eficiencia $E = \frac{HHR}{HHP} \times 100$ HHR= Horas hombre reales HHP= Horas hombre programadas	Razón
			Eficacia	Porcentaje de Eficacia $E = \frac{U. Prod.}{U. Prog.} \times 100$ U. Prod. = unidades producidas U. Prog. = unidades programadas	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Juicio de expertos

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

N.	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN: Estudio de Métodos							
1	Índice de Tiempo de Actividades Necesarias (ITTA) $ITTA = \frac{TTA - TTAI}{TTA}$ TTA= Tiempo total de actividades A I= Tiempo total de actividades Innecesarias	X		X		X		
	DIMENSIÓN: Estudio de Tiempo							
2	Tiempo Estándar (TE) TE = TN x (1+ S) TN: Tiempo normal S= Suplemento	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. Mgtr. Zeña Ramos, José La Rosa

DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero industrial

27 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados



 Firma del Experto Informante.

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

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN: Estudio de Métodos							
1	Índice de Tiempo de Actividades Necesarias (ITTA) ITTA= (T TA-TTA I)/TTA TT A= Tiempo total de actividades A I= Tiempo total de actividades Innecesarias	x		x		x		
	DIMENSIÓN: Estudio de Tiempo							
2	Tiempo Estándar (TE) TE = TN x (1+ S) TN: Tiempo normal S= Suplemento	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. Mgtr. López Padilla, Rosario del Pilar

DNI: 08163545

Especialidad del validador: Ingeniería alimentaria / Maestría en Administración

27 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados



ING. ROSARIO LÓPEZ PADILLA
C.I.P. 7400376
Firma del Experto Informante.

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

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN: Estudio de Métodos							
1	Índice de Tiempo de Actividades Necesarias (ITTA) ITTA= (T TA-TTA I)/TTA TT A= Tiempo total de actividades A I= Tiempo total de actividades Innecesarias	x		x		x		
	DIMENSIÓN: Estudio de Tiempo							
2	Tiempo Estándar (TE) TE = TN x (1+ S) TN: Tiempo normal S= Suplemento	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. Mgtr. Rodríguez Alegre, Lino

DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo/ Maestro en Administración

27 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



ING. LINO R. RODRIGUEZ ALEGRE
INGENIERO PESQUERO TECNÓLOGO
C.I.P. 25095

Firma del Experto Informante.

Anexo 11: Certificado de Cronometro



INACAL
INSTITUTO NACIONAL
de Calibración
Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Certificado de Calibración

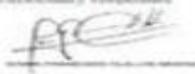
LTF - C - 040 - 2020

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC - MRA)

Página 1

Expediente:	87548	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).
Subsiente:	SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C de la MRA autorizada por el CIPM. En el marco de la MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, rangos e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).
Dirección:	Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condesilla Señor - San Martín de Porres	
Instrumento de Medición:	CRONOMETRO	This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).
Marca:	CASIO	
Modelo:	HS-82TW	
Presidencia:	CHINA	
Alcance de Indicación:	9 s 59 min 59.999 s	
Resolución:	0.001 s	
Exactitud:	0.0012% (°)	
Número de Serie:	LT-88-10 (°)	
Fecha de Calibración:	03-07-20	

Este certificado de calibración solo puede ser utilizado completamente y sin modificaciones. Las extracciones o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados en forma y bajo control de validez.

Fecha 05-07-20	Responsable del Área de Electrónica y Temperatura 	Responsable del laboratorio 
--------------------------	--	--



INSTITUTO NACIONAL de Calibración - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Los Coches N° 275, San Martín de Porres - Perú
Tel: (01) 441-8844, 4444-4444
E-mail: metrologia@inacal.gob.pe
<http://www.inacal.gob.pe>



CIPM MRA

Anexo 12: Resultados de Turnitin del proyecto de investigación

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&u=1119049178&o=1616527136&s=1&lang=es

feedback studio GEORGE MICHAEL DAVIS CHAVEZ BENIQUE FINAL CAPCHA CONDOR -GEORGE CHAVEZ-TESIS CAPCHA CHAVEZ 23 de julio.pdf

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de una empresa Metalmecánica, Lima, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:
 Capcha Condor, Claudia Sharons (ORCID: 0000-0002-3283-446x)
 Chavez Benique, George Michael Davis (ORCID: 0000-0001-6476-9650)

Página 1 de 103 Número de palabras: 74378

Resumen de coincidencias **23 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver Fuentes en Inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	17 %
2	Entregado a Universidad...	4 %
3	doi.org	1 %
4	repository.uamerica.edu...	<1 %
5	repositorio.upt.edu.pe	<1 %
6	www.coursehero.com	<1 %
7	www.ingenieria-geste...	<1 %
8	www.portaagrario.gob...	<1 %
9	tinkerlab.com.sg	<1 %
10	www.medicina.uam.mx	<1 %
11	es.slideshare.net	<1 %

Solucionar problemas de equipos: 1 mensaje importante

FINAL CAPCHA CONDOR -GEORGE CHAVEZ-TESIS CAPCHA CHAVEZ 23 de julio.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

23 % INDICE DE SIMILITUD

23 % FUENTES DE INTERNET

1 % PUBLICACIONES

8 % TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe	17 %
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	4 %
3	doi.org	1 %
4	repository.uamerica.edu.co	<1 %
5	repositorio.upt.edu.pe	<1 %
6	www.coursehero.com	<1 %