



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la
Productividad del Área de Producción en la Empresa Fusimec
S.R.L., 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Sanchez Sulca, Gabriel Rances (ORCID: 0000-0003-2056-6098)

ASESOR:

Dr. Espejo Peña, Dennis Alberto (ORCID: 0000-0002-0545-5018)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a mis padres, quienes con tanto esfuerzo hacen todo lo posible para que salga adelante en mi formación profesional, a Dios que es el que me protege, cuida y guía en la senda de mi camino.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres, por el apoyo incondicional, crianza, sus valiosos conocimientos para afrontar las adversidades en mi día a día.

A mi Tío Nicanor Sulca Quispe por implantarme los valores del trabajo en equipo y por enseñarme a enfrentar los obstáculos de la vida con inteligencia.

A mi Tío Marco Antonio Sánchez Solón por brindarme su apoyo incondicional en el desarrollo técnico de todas las etapas de la tesina.

A mi asesor de tesis Dr. Ing. Dennis Alberto Espejo Peña por su experiencia científica para la realización de la Tesina.

A los asesores y profesores, por inculcar en mí, los conocimientos adquiridos en mi vida profesional, sus valiosas críticas y sabiduría durante los años en la universidad

A todos ellos, gracias totales.

índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables	22
3.3. Población y Muestra	24
3.4. Técnica e Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
3.5. Procedimientos	26
3.6. Métodos de análisis de datos	89
3.7. Aspectos éticos	89
IV.RESULTADOS	90
V. DISCUSIÓN	102
VI.CONCLUSIONES	105
VII. RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS	115

Índice de tablas

Tabla 1	Técnicas en la implementación de la ingeniería de métodos	13
Tabla 2	Factores que limitan la productividad	18
Tabla 3	Identificación del ciclo por área	32
Tabla 4	Características de cara producto.....	34
Tabla 5	Ventas semestrales por categoría (expresado en soles).....	35
Tabla 6	Máquinas y medios operativos	36
Tabla 7	Máquinas y medios operativos	37
Tabla 8	Análisis previo de la variable ingeniería de métodos.....	38
Tabla 9	Análisis previo de la dimensión productividad	40
Tabla 10	Diagrama de análisis del proceso inicial.....	45
Tabla 11	Cronograma de Gantt de la propuesta	47
Tabla 12	Cronograma de capacitación.....	49
Tabla 13	Formato de evaluación sobre gestión de capacitación.....	50
Tabla 14	Comparación de escenarios del orden el área	62
Tabla 15	Formato de inspección	64
Tabla 16	Cronograma de inspecciones en un año	68
Tabla 17	Suplementos de actividades previas	70
Tabla 18	Estudio de tiempo inicial con observaciones	71
Tabla 19	Diagrama propuesto de actividades simultaneas	74
Tabla 20	Diagrama propuesto de hombre máquina	75
Tabla 21	Diagrama bimanual propuesto	76
Tabla 22	Análisis de suplementos final	77
Tabla 23	Análisis previo de la variable ingeniería de métodos.....	80
Tabla 24	Análisis posterior de la productividad	82
Tabla 25	Costos de la implementación	86
Tabla 26	Flujo de caja	87
Tabla 27	Indicadores financieros.....	88
Tabla 28	Resumen del procesamiento de datos de la productividad	90
Tabla 29	Resumen del procesamiento de casos de la dimensión eficiencia... ..	92
Tabla 30	Resumen del procesamiento de casos de la dimensión eficacia	93
Tabla 31	Prueba de normalidad de productividad Shapiro- wilk.....	95
Tabla 32	Estadísticos inferenciales de productividad antes y después	95

Tabla 33 Estadísticos de prueba de T – Student de la hipótesis general.....	96
Tabla 34 Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro - Wilk	97
Tabla 35 Estadísticos inferenciales antes y después de la eficiencia	98
Tabla 36 Estadístico inferencial de eficiencia con T – Student.....	98
Tabla 37 Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro - Wilk	99
Tabla 38 Estadísticos inferenciales antes y después de la eficiencia	100
Tabla 39 Estadístico inferencial de eficacia con T – Student	101

Índice de figuras

Figura 1: Elementos de la ingeniería de métodos.....	11
Figura 2: Pasos para la aplicación.....	12
Figura 3: Secuencia de mejora de la productividad.....	17
Figura 4 Mapa de ubicación	28
Figura 5 Organigrama de la empresa	29
Figura 6 Flujograma del proceso de producción de ruedas de acero.....	31
Figura 7 Tiempo de ciclo de procesos	33
Figura 8 Rueda de carro de ladrillos	33
Figura 9 Rueda de carro minero	34
Figura 10 Ventas del 2019.....	35
Figura 11 Distribución de la planta	37
Figura 12 Análisis previo de la variable ingeniería de métodos.....	39
Figura 13 Análisis previo de la dimensión eficiencia	41
Figura 14 Análisis previo de la dimensión eficacia	42
Figura 15 Análisis previo de la variable productividad	43
Figura 16 Diagrama de operaciones del proceso inicial	44
Figura 17 Evidenció de capacitación.....	51
Figura 18 Evidencia de capacitación.....	51
Figura 19 Evidencia de capacitación virtual.....	52
Figura 20 Formato para programación de limpieza	53
Figura 21 Evidencia de Programación de Orden	53
Figura 22 Evidencia de Programación de Orden	54
Figura 23 Evidencia de Programación de Orden	54
Figura 24 Formato de elementos encontrados.....	55
Figura 25 Evidencia de Programación de Orden	55
Figura 26 Evidencia de Programación de Orden	56
Figura 27 Gestión de controles visuales.....	57
Figura 28 Gestión de controles visuales.....	57
Figura 29 Gestión de controles visuales.....	58
Figura 30 Nueva distribución del área de trabajo.....	59
Figura 31 Pintado de líneas de trafico	60
Figura 32 Procedimiento de trabajo estandarizado	63
Figura 33 Formato de control de orden en el área.....	65
Figura 34 Formato de registro de fallas	66

Figura 35 Posturas de trabajo	72
Figura 36 Diagrama de operaciones del proceso final	73
Figura 37 Diagrama de análisis del proceso final	78
Figura 38 Análisis posterior de la ingeniería de métodos	81
Figura 39 Análisis previo de la dimensión eficiencia	83
Figura 40 Análisis previo de la dimensión eficacia	84
Figura 41 Análisis previo de la variable productividad	85
Figura 42 Histogramas antes y después de la variable productividad.....	91
Figura 43 Histogramas antes y después de la dimensión eficiencia	92
Figura 44 Histogramas antes y después de la dimensión eficacia.....	93

RESUMEN

La investigación titulada "Aplicación de métodos de ingeniería para mejorar la productividad de la empresa Inversiones & Proyectos Fusimec S.R.L., 2020", la compañía se especializa en la producción de productos metálicos y piezas estructurales de acero, bronce, hierro y aluminio. Uno de los grandes problemas que tiene la compañía es no tener un control en los tiempos por cada operación de fabricación de ruedas de acero lo que conlleva a la baja productividad, es por ello que el objetivo principal del estudio fue determinar como la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021. La población para este estudio es un volumen de producción de ruedas de acero en un periodo de 30 días, así mismo se tomas tiempos para la prueba previa y posterior que se llevan a cabo para que las hipótesis puedan ser probadas posteriormente.

El tipo de investigación es de enfoque cuantitativo y de diseño ha sido cuasi experimental, la cual se efectuó la observación y recolección de datos de los procedimientos a lo largo de los meses agosto septiembre y posterior a la implementación durante el mes de octubre y noviembre; de tal manera que se pudo observar el comportamiento de las variables mediante los instrumentos que se aplicaron en una pre y post prueba. Los resultados fueron procesados a través del SPSS V25 para analizar la contrastación de una aceptación o rechazo de la hipótesis.

Según los resultados obtenidos se concluye que Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística queda quedado demostrado que la media de la productividad antes (64.53 %) fue menor a la media después (79.95 %), respaldando la hipótesis.

Palabras clave: Productividad, Ingeniería de métodos, metalmecánica, ruedas de acero.

ABSTRACT

The research entitled "Application of engineering methods to improve the productivity of the company Inversiones & Proyectos Fusimec S.R.L., 2020", the company specializes in the production of metal products and structural parts of steel, bronze, iron and aluminum. One of the great problems that the company has is not having a control in the times for each operation of manufacture of steel wheels which leads to low productivity, which leads to low productivity, the main objective of the study was to determine how method engineering improves the productivity of the production area in the Company Fusimec S.R.L., 2021. The population for this study is a volume of production of steel wheels in a period of 30 days, likewise times are taken for the pre- and post-test that are carried out so that the hypotheses can be tested later.

The type of research is of quantitative approach and design has been quasi-experimental, which was carried out the observation and data collection of the procedures throughout the months of August September and after the implementation during the month of October and November; in such a way that the behavior of the variables could be observed through the instruments that were applied in a pre and post test. The results were processed through the SPSS V25 to analyze the contrast of an acceptance or rejection of the hypothesis.

According to the results obtained, it is concluded that the implementation of method engineering significantly improves the productivity of the production area in the Fusimec S.R.L. Company, 2021, while with the use of statistics it is demonstrated that the average productivity before (64.53%) was lower than the average after (79.95%), supporting the hypothesis.

Keywords: Productivity, Methods Engineering, Metalworking, Steel Wheels.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cuando se habla de productividad, se hace referencia al cálculo de la situación de la empresa en cuanto a su eficiencia, dando paso a conocer la valoración en torno a la calidad de la gestión y administración. Dentro de este escenario la organización debe entender que, para mantenerse a la vanguardia, deberían estar atentos a las tendencias y tecnologías emergentes para su éxito y para poder lograrlo se debe conocer el proceso más crítico y así solucionarlo. En China, las medidas de cuarentena llevaron al retraso de la producción en fábricas a nivel generalizado, lo que resultó en una disminución del 6,8% en la productividad en el primer trimestre de 2020 en comparación con el año pasado (Fu y Shen, 2020, p.1).

De forma similar, en Tailandia se observó la disminución de la productividad debido a restricciones en todas las formas de actividades fuera del hogar con el fin de evitar la propagación del COVID-19, que eventualmente impacta la actividad económica y ralentiza la rotación de dinero; a partir de ello, se menciona que al menos el 40% de la disminución de la productividad se debe a dicho cambio (Sunarsi et al., 2020, p.472).

A partir de diciembre del año 2020 nuestro país experimentó una recuperación económica rápido debido a la reactivación de las actividades, en tanto que se espera recuperar muy pronto un crecimiento similar a los años anteriores, en tanto que para el primer trimestre del año 2021 se logró un crecimiento de 3.8%. A pesar de ello, se requieren reformas en la productividad para continuar con un camino positivo al desarrollo (Banco Central de Reserva del Perú, 2021, p.43). Los resultados de crecimiento de la productividad en nuestro país, 127 meses continuos, se vieron afectados por la emergencia sanitaria nacional establecida por la existencia de COVID 19 en el país, la producción nacional se redujo en 16,26% con respecto al mismo mes de 2019, como se observa en el Anexo 3 de la presente investigación (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020, p.1).

En la empresa Fusimec se ejecutó un análisis exhaustivo en su estado natural actual, donde resalta la falta de organización en las áreas de trabajo, como consecuencia se evidenció índices de baja productividad. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo encontrar formas de utilizar eficazmente los recursos para aumentar el índice de productividad. La empresa cuenta con distintas líneas, una de ellas es la de mecanizado, donde se incorporó una maquina nueva que es incluida también en la línea mecanizado, causando así la presencia de una mala práctica de trabajo de los operarios, usando métodos incorrectos que generan pérdida de tiempo en la producción, realizando movimientos excesivos ocasionando fatiga, además no trabajan bajo ningún tiempo parametrizado para cada proceso de las líneas existentes.

Por otro lado, algunos otros imprevistos ocurridos en la empresa han sido descritos con detalle en técnicas de observación, considerados como posibles causas de bajos niveles de productividad son: Mantenimiento deficiente, demora en la entrega de proveedores, desconocimiento de procedimientos, procesos no estandarizados, manipulación incorrecta, falta de EPP, área de trabajo mal distribuida.

Dichas causas específicas detectadas en el método de Ishikawa, luego fueron priorizadas a través del análisis de Pareto, el cual señala como principio base que el 80% de los problemas existentes están determinados por el 20% de las causas del problema. En este caso, la principal causa del problema general está dada por la falta de un método de trabajo estandarizado, cabe señalar que la metodología o respuesta planteada para su solución es la ingeniería de métodos, la cual es debidamente sustentada a partir del problema identificado que se detalla desde el anexo 2 de la presente investigación.

Problema de Investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el problema debe mostrar la relación entre los conceptos y variables, debe estar formulado en pregunta de forma clara y debe dar la posibilidad de realizar pruebas de forma empírica, es decir puede observarse en la realidad objetiva (p.36).

La productividad es el cálculo (ratio) donde se mide la eficiencia del uso de los recursos específicamente en el área de operaciones, dentro de este escenario se debe enfocar a maximizar el uso de recursos para aumentar la productividad, en la empresa motivo de la investigación se observa que esta medición está por debajo de la capacidad de planta – maquinaria instalada, lo que se considera que los procesos productivos están siendo sub utilizados o los procesos presentan cuellos de botella, en ese sentido la presente investigación presentara ¿Cómo aplicar la Ingeniería de métodos para incrementar la eficiencia y eficacia de la productividad de la empresa objeto de estudio?

Inversiones y Proyectos Fusimec no determinó el tiempo para cada proceso en la línea de producción de ruedas, es necesario determinar el tiempo que el operador dedica a producir el producto en cada proceso, y cada vez es el tiempo que pasa usando su método de trabajo actual todos los días durante un período de tiempo. Actividad de 30 días para aplicar el porcentaje de mejora a lo largo del proceso de implementación, estandarizando así el tiempo utilizando nuevos métodos de trabajo (Anexo 13 y Anexo 14).

Justificación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “consiste en expresar las razones para qué es la investigación” (p.40), es decir, las razones de la investigación deben ser relevantes para causar un impacto en la realidad problemática específica.

Si producto de los cambios mundiales y la globalización los mercados se han vuelto más exigentes en la necesidad de adquirir bienes y servicios, resulta indispensable enfocar la atención en los procesos no solo para producir los bienes dentro de los estándares establecidos teniendo en todo momento los procesos controlados sino en mejorar la eficiencia de los procesos productivos. Esta investigación se justifica en base a la necesidad de mejorar los índices de productividad que servirán para incrementar el nivel de servicio y el posicionamiento en el mercado de la empresa motivo del estudio, lo que beneficiara en primer lugar a la empresa Fusimec, como también a toda empresa del sector que quiera mejorar sus niveles de producción mejorando la capacidad

productiva. Finalmente, la presente investigación se justifica de forma práctica porque permitirá mejorar el cálculo de la productividad aumenta la producción y disminuyendo los tiempos de producción.

Objetivos:

Son los propósitos esenciales que se van a lograr como consecuencia del desarrollo de la investigación, orientan al investigador que actividades realizar para resolver el problema planteado.

Objetivo General:

Determinar como la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Objetivos específicos:

Objetivo Específico 1: Determinar como la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Objetivo específico 2: Determinar como la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Hipótesis:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “son las guías de la investigación o estudio, define lo que tratamos de probar y se define como explicaciones tentativas del fenómeno investigado” (p.104); en este sentido, esta hipótesis debe tener una relación con la teoría existente y debe ser elaborada en manera de proposición.

La Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos internacionales

De acuerdo con Montoya, González, Mendoza, Gil y Ling (2020, p.321) titulado “*Method Engineering to Increase Labor Productivity and Eliminate Downtime*”, la finalidad fue implementar la ingeniería de métodos para aumentar la productividad de los procesos y a su vez eliminar los tiempos de espera innecesarios. Para el alcance de este objetivo se requirió del análisis de la situación inicial del proceso, la identificación de puntos críticos que generan retrasos y el planteamiento de una alternativa de solución que permite resolver los inconvenientes; además se comenta que la ingeniería de métodos brindar una perspectiva de competitividad a la industria mediante el estudio de tiempo y movimientos que simplifica el proceso para optimizar un recurso clave, el tiempo del trabajador. En la investigación se desarrolla una metodología de enfoque cuantitativo, de diseño pre-experimental, de nivel descriptivo; las herramientas empleadas fueron la ficha de recolección de datos y los formatos de la ingeniería de métodos.

La productividad del operario (expresada en piezas por horas – hombre) aumentó desde un escenario inicial de 20% hasta el 40%, ello debido a la eliminación de algunas actividades para emplear mejora el tiempo. Por otro lado, el ciclo se redujo a 68 segundos con solo 15 segundos de tiempos muertos y se obtiene un tiempo estándar de 90 segundos para la producción. Por último, se sostiene que la implementación de la ingeniería de métodos mejora la productividad mediante la reducción del tiempo de operación.

En Machado, Lorente y Mugmal (2019, p.1956) denominado “*Work Organization through Methods Engineering and Time Study to Increase Productivity in a Floriculture Company: A Case Study*”, tuvo el objetivo principal de aplicar la ingeniería de métodos para lograr un incremento en la productividad del proceso de producción en la empresa. Para ello, fue necesario la administración de la carga de trabajo a fin de reducir la fatiga en determinados procesos y a su vez se efectuó el análisis de los puntos críticos para a partir de este punto plantear

un sistema más eficiente que permita la eliminación de desperdicios, en tanto que en el escenario final se procede a la comparación de resultados mediante indicadores claves. En este sentido, se comenta que la investigación posee una metodología cuantitativa, de nivel explicativo y de diseño pre experimental. Además, la técnica para la recolección de datos fue la observación directa.

Dentro de los resultados se muestra la creación de diagramas del proceso, el empleo de las herramientas de la ingeniería de métodos y la organización del trabajo a fin de conocer a detalle los pasos a seguir en cada actividad y el tiempo necesario. Adicionalmente, se logró reducir el número de actividad para el proceso lo que implica una reducción desde los 14.05 minutos en el escenario previo hasta los 13.08 minutos en el escenario posterior. Además, la productividad logró un incremento en 12.3%, lo cual se suma a un ahorro económico de USD 4,020 dólares.

De acuerdo con el trabajo de Pandey (2019, p.1) titulado *“Ameliorating productivity in lubricant industry using industrial engineering tools”*, la finalidad fue desarrollar la productividad del proceso industrial mediante de la ingeniería de métodos. Fue necesario analizar la capacidad actual para encontrar áreas de mejora y hacer un cambio para satisfacer el crecimiento previsto de la demanda; este tipo de estudios colabora en reconocer los cuellos de botella y solucionarlos mediante los métodos de estudio de trabajo y tiempo y otras herramientas y técnicas de ingeniería industrial. En la investigación se desarrolla una metodología de diseño pre-experimental y de nivel explicativo; las herramientas empleadas fueron la ficha de recolección de datos y los formatos del estudio de tiempos y movimientos.

Los resultados determinan que el proceso inicial de producción de la planta fue de 441 labores; posterior a las recomendaciones, la mano de obra se reduce por 15 labores y se fue con solo 426 labores. En total, hay 19 rellenos máquinas en la planta. La implementación ayudó a aumentar la productividad de las máquinas en 4.02 %, además de la disminución de los gastos de costo hasta USD 23,112 dólares de forma anual con una reducción del contenido del trabajo.

Según Peralta (2019, p.1719) en su trabajo denominado *“Increasing Productivity in Garments Manufacturing through Time Standardization and Work Measurement”*, la finalidad fue incrementar la productividad con la aplicación de las herramientas del estudio de la ingeniería de métodos. En este sentido, fue necesario el análisis de la situación inicial, la identificación de los puntos críticos y el planteamiento de estrategias asertivas para el cambio. La investigación posee una metodología de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño pre – experimental. Se evidenció que los trabajadores experimentaron retrasos en el proceso de costura de prendas de pantalones cuadrados debido a la producción ineficiente de los trabajadores y la ausencia de estándares de tiempo; estos problemas causan el 12,62% del tiempo de inactividad y el 5,08% de los movimientos innecesarios encontrados en la producción que incurre en 63,600 unidades monetarias de pérdida total de ingresos por mes y se obtiene un mejor desempeño del trabajador en la eliminación de las mejoras innecesarias de manos y para mejorar hasta en 19 % en la productividad y el tiempo se reduce en 26.46%.

Asimismo, en Takakuwa, Yang y Nagatsuka (2018, p.633), en su investigación llamada *“Learning the procedure on takt production of TPS by methods engineering and simulation”*, artículo de investigación para la revista científica International Journal Simulation Model; el objetivo principal fue aumentar la productividad del proceso. En este sentido, las herramientas de esta metodología permiten el aprendizaje constante para la distribución de la carga de trabajo en un escenario de mejora continua, dado que se desea la eliminación de los desperdicios y otros inconvenientes que retrasen la producción. La metodología de investigación fue cuantitativa, de nivel explicativa y de diseño pre-experimental; las herramientas empleadas fueron la ficha de recolección de datos y los formatos de la ingeniería de métodos. En los resultados se comenta sobre la nueva planificación del trabajo, el empleo de las herramientas para el estudio de tiempos, el balanceo de la línea de producción y la simulación de proceso a fin de encontrar el sistema adecuado. A partir del análisis se identificaron 4 no conformidades que fueron eliminadas y el tiempo estándar de operación se redujo de 44 a 33.9 segundos, lo cual implica un incremento de la productividad en 22.9%.

Antecedentes nacionales

A nivel nacional, de acuerdo con Páucar (2019, p.10) en su trabajo denominado *“Propuesta de mejora de métodos de trabajo en el área de acabado, para incrementar la productividad de la empresa MetalBus S.A. Trujillo”*, el objetivo principal fue mejorar la productividad de la fabricación. Se cuenta con una metodología de enfoque cuantitativo, de diseño pre-experimental, de nivel descriptivo; las herramientas empleadas fueron los formatos de la ingeniería de métodos. El problema radica en la mala supervisión, el personal sin experiencia, el mal ambiente de trabajo y la falta de personal Compromiso con la metodología del diálogo expositivo, por lo que se observa que en las unidades 129, 192 y 197 el horario es de 23:00 a 25:00 horas, y en 188, este es el tiempo mínimo requerido para realizar esta actividad. A partir de las 14:20 horas, será realizado por dos operadores.

De forma similar, en Cusma (2018, p.4), en su investigación titulada *“Propuesta de mejora en la distribución de planta y los métodos de trabajo para reducir el costo de producción de alimentos procesados en un supermercado”*; tuvo el objetivo principal de implementar una propuesta sobre la ingeniería de métodos de trabajo para mejorar la distribución de plantas y reducir el costo de producción. En este sentido, se desarrolla una metodología cuantitativa, de nivel explicativo – descriptivo y de diseño pre-experimental; las herramientas empleadas fueron los formatos de la ingeniería de métodos. En los resultados se muestra que fue importante reducir el costo de producción de ciertos alimentos en los supermercados; con base en problemas anteriores, propone soluciones alternativas, especialmente soluciones para personas y máquinas. Como resultado, mediante mejoras, la distancia de recorrido del componente de entrada se puede reducir en un 46,44% y el tiempo de procesamiento del producto más representativo se puede reducir en 32,5 minutos.

Por otro lado, en el trabajo de Ganoza (2018, p.11) llamado *“Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú”*, la finalidad fue aumentar la productividad mediante la ingeniería de métodos. Para ello fue necesario

identificar la situación inicial, determinar los puntos críticos, plantear el desarrollo de los cambios significativos y evidencia la mejora a través de indicadores cuantitativos. La investigación se desarrolla bajo una metodología de enfoque cuantitativo, de diseño pre-experimental, de nivel descriptivo; las herramientas empleadas fueron los formatos de la ingeniería de métodos.

Los resultados evidencian que la causa del problema está en el operador, el espacio en el área de trabajo se reduce debido a las materias primas defectuosas en la fábrica. Se obtiene un cambio de 37.5% en la productividad, lo cual se expresa a través del ahorro en la mano de obra de S/ 0.02 soles por kilogramo. Finalmente, como sugirió el autor, el proceso ha producido demasiado desperdicio para diferentes materiales de empaque.

Asimismo, en Vásquez (2017, p.iv) en su estudio *“La ingeniería de métodos para mejorar la productividad de las empresas de confección”*; la finalidad fue lograr un cambio positivo en la productividad mediante la implementación de las herramientas de la ingeniería de métodos. La metodología se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, de diseño pre-experimental, de nivel descriptivo; las herramientas empleadas fueron la ficha de recolección y los formatos de la ingeniería de métodos. En el estudio de tiempos se han identificado 23 actividades del proceso de fabricación de bolsas, lo que resultó en un tiempo total de producción de 26,39 minutos; además el tiempo estándar fue de 306,86 minutos, a partir de los cuales se puede calcular la capacidad útil. Por otro lado, la eficiencia incrementa en 88% y la eficacia en 80%; todo ello trae como consecuencia un aumento en la productividad del 21%, siendo de 32.7 sacos al mes.

De acuerdo con Rosas (2017, p.10) en su estudio *“Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de montaje en la línea de producción de reconectores en la empresa Resead S.A.C. Puente Piedra, 2017”*, la finalidad se centró en incrementar el nivel de productividad mediante la implementación de la ingeniería de métodos. Este alcance fue posible mediante el estudio de la evolución de la eficiencia y eficacia como objetivos específicos. En este sentido, se comenta que la investigación posee una metodología de

enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño pre – experimental. Adicionalmente, la técnica para la recolección de datos fue la observación directa mediante las fichas de recolección.

En los resultados se menciona que existen problemas que afectan la productividad de reconectores debido al retraso del proceso de ensamblaje en el campo eléctrico. El cuello de botella que produce retrasos en la producción pone de relieve la estandarización y el caos en el proceso. En el análisis previo a la implementación se obtuvo una productividad de 67,34% y después de la aplicación de la ingeniería del método de aplicación, la productividad aumentó en un 90,06%. Por otro lado, la eficiencia aumenta desde 92.22% hasta 95.47% y caso similar sucede con la eficacia en donde se observa un incremento de 73.3% hasta 94.36%.

Teorías relacionadas al tema

La ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción, es decir, consiste en decidir de qué manera encajar al trabajador dentro de la producción para lograr un adecuado desempeño a fin de convertir las materias primas en productos terminados con el menor empleo de recursos, lo cual implica decidir cómo debe desempeñarse cada actividad. Su importancia radica en la mejor distribución de los factores dentro del proceso para aprovechar el tiempo y reducir la fatiga del trabajador; ante ello se debe efectuar una adecuada distribución de la planta y desarrollar mecanismos de trabajo óptimos. (Palacios, 2016, p.12)

La técnica permite eliminar las actividades innecesarias y poner atención a las actividades relevantes del proceso para mejorar la productividad; en ese sentido la presente investigación utiliza esta metodología para ser parte del presente trabajo. (Kiran, 2020, p.97)



Figura 1: Elementos de la ingeniería de métodos

Fuente: Kiran (2020)

Para resolver problemas en el área de producción se considera como al factor humano el primer elemento de estudio propuesto por la teoría científica propuesto por Taylor hasta la actualidad, los pasos para solución de problemas industriales propuestos son: definición del problema y su posterior análisis, encontrar soluciones posibles, selección de alternativas y sugerencias para la puesta en marcha (Kanawaty, 2001, p.77).

La aplicación del método es ampliamente utilizada en diversas industrias ya que por su naturaleza se adapta cada realidad estudiada, pero su mayor fortaleza está en el método de levantamiento de datos para poder aplicar las herramientas estadísticas que más se adapten al modelo. (Prashant y Shukla, 2017, p.927). En ese sentido, como herramienta de la Ingeniería industrial tiene como finalidad integrar al factor humano dentro del proceso productivo, el gran reto que se tiene es ver la mejor opción para encajar al hombre en estos sistemas, especificando herramientas, equipos, formularios y procedimientos (Gonzales y Arcienagas, 2016, p.117).

Los procesos industriales dentro de las organizaciones tienen una característica particular, a saber, la demanda constante de la energía necesaria para el

correcto cumplimiento de los procesos involucrados en la transformación. A partir de esta característica, las operaciones en todo el mundo están desarrollando estudios y estrategias para mejorar los factores de efectividad y eficiencia para este tipo de suministro industrial. En este sentido, la ingeniería de métodos surge como una técnica utilizada para aplicar estrategias o herramientas en cada actividad que realiza la empresa y mejorar la eficiencia del área seleccionada. También puede eliminar tiempos muertos o desperdicio de materias primas y mano de obra, resultando en eventos (Araque, Gómez, Vélez y Suárez, 2020, p.84).

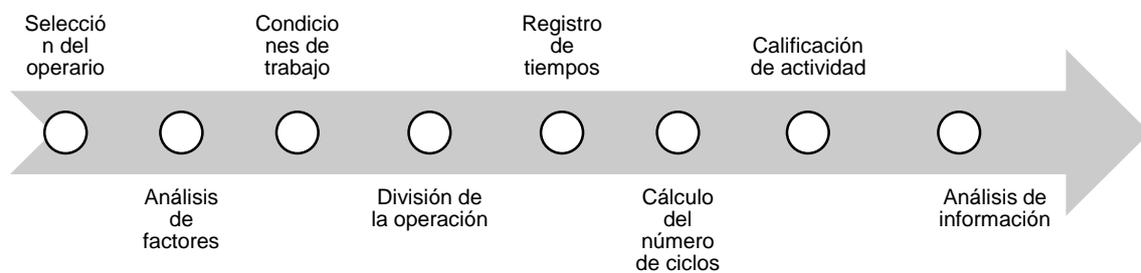


Figura 2: Pasos para la aplicación

Fuente: Palacios (2016)

Además, la ingeniería de métodos es la culminación del programa, debe aplicar la tecnología de análisis y diseño de métodos de trabajo, y consta de las siguientes etapas. (Fan, Sun, Zhao, Song y Wan, 2019, p.35)

En esta perspectiva, es relevante optimizar tanto el tiempo de espera como el tiempo de ejecución de los servicios, en tanto que una herramienta que se puede utilizar para abordar esta problemática vinculada a la ingeniería de métodos, que consiste en la técnica que se ocupa directamente de la implementación de métodos y el análisis de la carga de trabajo, con los ingresos laborales y para suprimir cualquier operación innecesaria de una tarea. (Renzi, Leali y Di Angelo, 2017, p.118)

Este enfoque incluye el estudio de movimientos y tiempos, el análisis organizado de los procesos de trabajo que tiene como objetivo desarrollar el sistema y el método preferido, generalmente el de menor costo; estandarizar este sistema y método; determinar el tiempo empleado por una persona calificada y capacitada trabajando a un ritmo promedio para realizar una tarea u operación específica y orientar la capacitación del operador en el método preferido. Todo lo cual se ocupa principalmente de determinar el enfoque ideal o más cercano que se utilizará en la práctica. (Carvalho, Magalhães, Vasconcelos, Soares y Martins, 2019, p.574)

Mejorar los métodos de trabajo puede salvar el flujo de materiales y trabajadores, y promover el uso de máquinas, equipos, terrenos y edificaciones, siendo el propósito fundamental adoptar los métodos más económicos y efectivos para incrementar la productividad. (Prieto y Therán, 2018, p.31).

Tabla 1

Técnicas en el estudio de tiempos

Técnica	Descripción
Delimitar	En este punto se definen los límites para el estudio a fin de centrarlo en un proceso para la observación
Registrar	Se plasman los datos observados en la realidad con el uso de instrumentos de recolección
Examinar	Se analiza la información y se establece un patrón de acción en base a la realidad
Establecer	Se determinan relaciones para encontrar el método adecuado en el sistema de trabajo
Evaluar	Se buscan formas para lograr el cambio para eliminar las deficiencias de la cadena
Definir	Se elige el nuevo modelo a emplear con un sistema claro de pasos según las condiciones de trabajo
Implementar	Se logra una uniformización de los cambios a fin de estandarizar el sistema de trabajo
Controlar	Con la ayuda de la supervisión constante

Fuente: Vides, Díaz y Gutiérrez (2018)

En la actualidad la diversidad de procesos y su rango en la toma de decisiones lleva al hecho de que los operadores en la producción se dediquen a evaluar cuál será el tiempo considerable para elegir el recurso humano en cada actividad. de construcción necesario. Sin embargo, el trabajo de diseño rápido y el desarrollo de la automatización introdujo a fondo las transformaciones en el diseño para aumentar la precisión, así como el análisis y cálculo de estructuras y materiales durante la producción. Mediante la implementación de la ingeniería de métodos es posible detectar errores de manera oportuna, en la etapa de cálculo automático de los volúmenes del material requerido, lo que ayuda a reducir las pérdidas financieras en la etapa de organización. (Sharov, Martirosov y Shilova, 2020, p.2).

Dimensión 1: Estudio de tiempos

Herramienta o técnica que puede ayudar a determinar el tiempo estándar de cada operación con la mayor precisión posible a partir de un cierto número de razones y observaciones y el inicio de la determinación del tiempo (Palacios, 2016, p.12); en este sentido, la finalidad se basa en:

- Reducir el tiempo empleado para ejecutar el proyecto.
- Fabricación y distribución de productos cada vez más fiables y de alta calidad.
- Ahorre recursos y minimice los costos.
- Reducir el ejercicio, eliminar el ejercicio ineficiente y acelerar el ejercicio de alta eficiencia

Existen tres condiciones que son esenciales para comprender la investigación bajo este enfoque: un operador calificado con buena capacitación, trabajando a velocidad normal y realizando labores específicas. (Harrison, Vera y Ahmad, 2016, p.973). El tiempo normal es el tiempo que requiere un operario calificado para realizar una tarea, a un ritmo normal para completar un elemento, ciclo usando un método prescrito; asimismo, el tiempo estándar comprende el tiempo normal más el empleo de suplementos necesarios para las operaciones y su fórmula está dado por la siguiente ecuación (Palacios, 2016, p.13).

Ecuación 1 Tiempo estándar

$$TS = (1 + Sup) \times TN$$

Dónde:

TS: Tiempo estándar

Sup: Suplementos

TN: Tiempo normal

El control dentro del estudio de tiempos se puede realizar mediante cronómetros y determinados sistemas de tiempo, así como para medir el trabajo, registrando el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a tareas definidas realizadas en determinadas condiciones (Vides, Díaz y Gutiérrez, 2018, p.3). El estudio de tiempos es empleado para encontrar el tiempo estándar de efectuar una acción, considerando los factores se generan, demoras, fatiga y otros retrasos (Prasetyo y Kholisotul, 2017, p.84).

Dimensión 2: Estudio de movimientos

Es una herramienta de movimiento para que el cuerpo humano realice tareas específicas y se puede utilizar para determinar momentos críticos para analizar sus métodos de trabajo para eliminar movimientos innecesarios y simplificar los movimientos necesarios. (Palacios, 2016, p.14).

Ecuación 2 Variación del movimiento

$$VM = \frac{Qma - Qmn}{Qma}$$

Dónde:

VM: Variación del movimiento

Qma: Cantidad de movimientos iniciales

Qmn: Cantidad de movimientos finales.

La organización del trabajo es una de las herramientas principales dentro de la ingeniería de métodos; refleja la decisión sobre la organización del trabajo, el método de organización elegido y la forma de su movilización, la secuencia de

procesos tecnológicos, la disposición de equipos y trabajadores en flujos. Dichos esquemas contienen información técnica y de producción para el beneficio en la esfera de la producción material, pero adquiere su forma específica en la etapa de circulación en el proceso. (Kazaryan, Andreeva y Galaeva, 2019, p.4).

El objetivo principal de cualquier técnica de medición del trabajo es reducir el contenido del trabajo y, por lo tanto, mejorar la productividad del proceso, es decir, acercarse a eliminar la incomodidad del trabajador en línea. Un análisis en la ingeniería de métodos un estudio completo de una operación o una sub-operación que consta de uno o varios pasos de método, y los modelos de secuencia correspondientes, así como el parámetro apropiado tiempo y tiempo normal total para la operación o sub-operación. Utilizan la ayuda del método para lograr tiempos importantes de reducción en la fabricación de los productos. (Patel y Tomar, 2017, p.14).

Productividad

La productividad se entiende como la relación entre el resultado de un proceso respecto a los insumos que se transforman en bienes y servicios utilizando una diversidad de tecnologías; dicho de otra manera, se trata de un proceso donde se utilizan diversos recursos materiales y humanos con el fin de obtener bienes y servicios. Adicionalmente, la productividad se ve beneficiada cuando a los recursos materiales y humanos se añaden recursos de capital. (Anaya, 2016, p.12).

Asimismo, la productividad es un indicador clave en el proceso de producción dado que permite relacionar la cantidad de bienes o servicios finales en base a los factores empleados para su fabricación (Pietowska, 2019, p.115). A partir de ello, existen varios enfoques para medir el nivel de productividad, tomando en cuenta los recursos necesarios tales como el capital, la mano de obra, equipos, entre otros. Adicionalmente, para lograr un cambio en la productividad es necesario el planteamiento de estrategias o tácticas donde se evidenció la búsqueda de mejora continua en base a la solución de problemas o eliminación de desperdicios en el sistema. (Buzón, 2019, p.56)

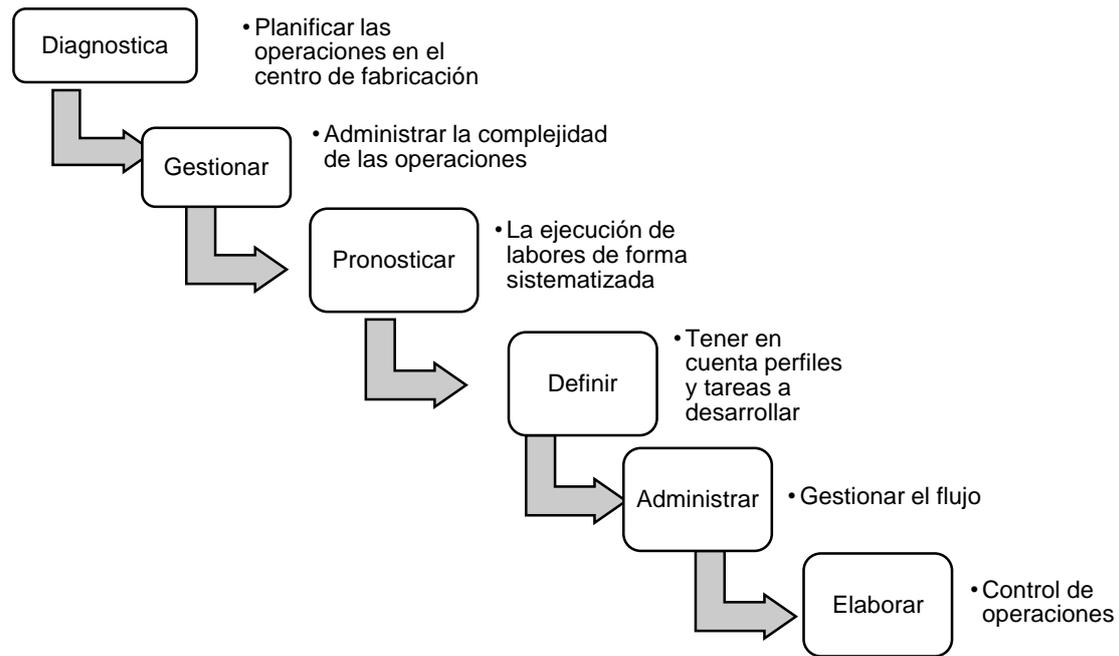


Figura 3: Secuencia de mejora de la productividad

Fuente: (Saldarriaga, 2019)

En primer lugar, necesario el diagnostico situacional a fin de planificar de forma correcta las operaciones; luego de ello se procede a gestionar la complejidad de las actividades para posteriormente pronostica las labores de forma sistematizada. Otro paso importante es definir los perfiles y tareas a desarrollar para luego administrar el flujo de cada proceso, por último, elaborar los controles de las operaciones (Saldarriaga, 2019, p.53).

La productividad asemeja la medición del nivel de desempeño dentro del proceso productivo, dado que se desea lograr un estándar de producción en calidad y mediante este indicador es posible efectuar ajustes a través de la comparación de escenarios. Es por lo que siempre se debe contar con indicadores que respalden el proceso productivo a través de una supervisión constante (Bardaje, Nagar y Mor, 2018, p.2595).

Tradicionalmente, el rendimiento se mide utilizando una serie de métricas de productividad y rendimiento de un solo factor, donde la métrica de productividad de un solo factor es una relación entre la cantidad de salida del sistema y la

cantidad de entrada de recursos. En otras palabras, la productividad se puede definir como el nivel de utilización de activos o qué tan bien se combinan y utilizan los recursos para lograr resultados específicos y deseables (Hazwani, Fitri y Shah, 2018, p.151)

El concepto de productividad ha variado a lo largo del tiempo, dado que con el avance de las ciencias y la producción se han determinado relaciones distintas entre los recursos y los elementos finales; en este sentido, el nivel de producción final puede tomarse como unidades, clientes, dinero u cualquier elemento medible a fin de aproximar el uso de los recursos que pueden referirse a insumos, tiempo del trabajador, capital de trabajo, entre otros. (Al Chaer e Issa, 2020, p.2).

La productividad muchas veces se relaciona con las ventajas competitivas de toda organización, puesto que revela los factores diferenciadores para lograr el éxito dentro del mercado y cumplir con los objetivos de crecimiento. Este es un factor necesario para el liderazgo orientado hacia el largo plazo puesto que determina la relación entre los ingresos y salidas del sistema que permite evaluar la gestión y plantear mejoras hacia el futuro (Powell, 2019, p.121).

Tabla 2
Factores que limitan la productividad

Limitante		Descripción
MURI	Sobrecarga	El exceso de carga hace que se necesite producir por encima de la capacidad, lo que provoca agotamiento.
MURA	Variabilidad	Menciona la falta de uniformidad en el ingreso de recursos, lo que modifica las condiciones de trabajo y retrasa la producción
MUDA	Desperdicio	Elementos que restan valor al proceso o producto final; exceso de inventarios, defectos, esperas.

Fuente: Socconini (2019)

Por otro lado, la productividad puede verse limitada por algunos factores tales como la sobrecarga de trabajo, es decir, un volumen o exigencia por encima de

la capacidad de producción, lo que genera agotamiento o fatiga en los colaboradores. Otro aspecto es la variabilidad del proceso, en otras palabras, no se cuenta con una uniformidad en los ingresos y salidas de la producción, por lo que no se puede planificar el trabajo y se obtienen retrasos. Finalmente, se comenta sobre la presencia de desperdicios que son elementos que restan valor al proceso final, tales como esperas o defectos (Socconini, 2019, p.29).

Para lograr una adecuada productividad el flujo de las operaciones debe mostrar características como la capacidad del proceso para alcanzar la producción requerida en el momento deseado por los usuarios; la adecuación del flujo de materiales para circular sin problemas dado que el sistema se encuentra libre de desperdicios y obstáculos (Mochida et al., 2018, p.2). Adicionalmente, la flexibilidad permite producir las cantidades solicitadas modificando el ingreso de insumos para ajustar el empleo de recursos en búsqueda de la rentabilidad. Finalmente, se menciona que es clave contar con la disponibilidad de los recursos para ser empleados. (Aspara, Klein, Luo y Tikkanen, 2018, p.249).

Para lograr un cambio adecuada en la productividad se requiere de contar con calidad en el recurso humano, es decir, el nivel de preparación de los trabajadores es clave para el desempeño de las actividades; por otro lado, la calidad de los insumos también es clave dado que delimita la capacidad natural de la producción. Adicionalmente, las condiciones operativas juegan un papel importante dado que indica el nivel de tecnología empleada según el nivel de la industria. (Prakash y Kumar, 2019, p.404)

La productividad puede ser tomada como una relación matemática que explica la vinculación entre dos razones, pero el concepto real va más allá puesto que expresa el empleo de recursos, el nivel de desempeño, el esfuerzo de cada trabajador, la calidad de los insumos y la administración de los procesos. Debido a la complejidad de cada sistema de producción, muchas veces es complicado medir el nivel de productividad, puesto que existen factores que no se asocian directamente con este concepto, pero intervienen en la producción (Conceição, Silva y Pinto, 2017, p.1035).

Dimensión 1: Eficiencia

La eficiencia se refiere al alcance de metas dentro de un periodo, es decir, que tan cerca se encuentra el desempeño del proceso de lograr los objetivos planteados al inicio de la producción. Todo sistema operativo cuenta con un estándar de fabricación o una meta que se requiere lograr para cumplir con las exigencias del mercado y este indicador se relaciona de forma estrecha con la productividad puesto que permite conocer una parte del nivel de desempeño, respecto a los lineamientos. Adicionalmente, se entiende que encontrarse más cerca de lograr un objetivo refiere un alto nivel de eficiencia en la producción (Ganivet, 2017, p.258).

Ecuación 3 Cálculo de la eficiencia

$$\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo programado}}{\text{Tiempo utilizado}} \times 100$$

Dimensión 2: Eficacia

La eficacia se refiere al empleo de los recursos productivos a fin de alcanzar los resultados deseados, es decir, aproxima la intensidad del empleo de los factores para alcanzar las metas de producción en un determinado plazo. Este indicador se relaciona de forma estrecha con la productividad puesto que permite conocer una parte del nivel de desempeño, respecto al uso de los factores productivos. Se entiende que lograr un objetivo con el menor uso de recursos productivos refiere un alto nivel de eficacia (Ganivet, 2017, p.257).

Ecuación 4 Cálculo de la eficacia

$$\text{INDICE DE EFICACIA} = \frac{\text{Entregas}}{\text{Entregas programadas}} \times 100$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

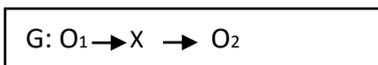
3.1.1. Tipo de investigación

Valderrama (2019) señaló que “la característica de la investigación aplicada es tener un uso práctico inmediato claramente definido, es decir, estudiar sus efectos, transformar o producir cambios” (p.164). Por lo tanto, esta investigación pertenece al tipo de aplicación, porque implementará el conocimiento y la teoría de la ingeniería de los métodos existentes. Asimismo, buscará soluciones a los problemas planteados por Fusimec SRL, ya que, en implementación, este método puede ser utilizado para altavoces hardcore.

3.1.2. Diseño de Investigación

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “el diseño cuasi-experimental manipula al menos deliberadamente las variables independientes para observar los efectos sobre las variables dependientes” (p.151). En otras palabras, el diseño de investigación fue cuasi-experimental, debido a que se emplean grupos de control que serán analizados para tomar una decisión sobre la implementación, en tanto que se comparan grupos diferentes durante un periodo de tiempo y se busca probar la existencia de una relación causal entre las dos variables.

Esquema del diseño:



Donde:

G: el grupo de muestra al que se aplicará el experimento

O1: Cantidad predictiva (prueba previa)

X: variable independiente

O2: Medición posterior (prueba posterior)

3.1.3. Nivel de Investigación

Según Valderrama (2019) corresponde al nivel explicativo dado que “está dirigida a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado” (p.45). A partir de ello, se busca establecer las causas que generan el cambio positivo en la productividad.

3.1.4. Enfoque de Investigación

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) el proyecto de investigación se desarrolló de manera cuantitativa, dado que “se trata de una serie de pasos ordenados y evidenciados, y no podemos omitir ningún paso que haya sido determinado” (p.151). El enfoque cuantitativo se basa en la comparación de indicadores numéricos a fin de contrastar las hipótesis y tener claro la significancia del cambio.

3.2. Variables

3.2.1. Variable Independiente (VI): Ingeniería de métodos

Consiste en decidir de qué manera encajar al trabajador dentro de la producción para lograr un adecuado desempeño a fin de convertir las materias primas en productos terminados con el menor empleo de recursos, lo cual implica decidir cómo debe desempeñarse cada actividad. Su importancia radica en la mejor distribución de los factores dentro del proceso para aprovechar el tiempo y reducir la fatiga del trabajador; ante ello se debe efectuar una adecuada distribución de la planta y desarrollar mecanismos de trabajo óptimos. (Palacios, 2016, p.12)

Dimensión 1: Estudio de tiempos

Herramienta o técnica que puede ayudar a determinar el tiempo estándar de cada maniobra con la mayor precisión posible a partir de un cierto número de razones y observaciones y el inicio de la determinación del tiempo (Palacios, 2016, p.12).

Indicador: Tiempo estándar (Ts)

El tiempo estándar es el tiempo para realizar una tarea, la cual es realizada por personal experimentado teniendo en cuenta factores de tolerancia y retrasos fuera del control del personal (Palacios, 2016, p.12).

$$TS = (1 + Sup) \times TN$$

Dimensión 2: Estudio de movimientos

Es una herramienta de movimiento para que el cuerpo humano realice tareas específicas y se puede utilizar para determinar momentos críticos para analizar sus métodos de trabajo para eliminar movimientos innecesarios y simplificar los movimientos necesarios. (Palacios, 2016, p.14).

Indicador: Variación de movimientos (VM)

Es muy importante establecer un programa de seguimiento o monitoreo para que el desempeño del sistema pueda mantenerse a un nivel fijo (Palacios, 2016, p.191).

$$VM = \frac{Qma - Qmn}{Qma}$$

Dónde:

VM: Variación del movimiento

Qma: Cantidad de movimientos iniciales

Qmn: Cantidad de movimientos finales.

3.2.2. Variable Dependiente (VD): Productividad

La relación entre el resultado de un proceso respecto a los insumos que se transforman en bienes y servicios utilizando una diversidad de tecnologías; dicho de otra manera, se trata de un proceso donde se utilizan diversos recursos materiales y humanos con el fin de obtener bienes y servicios. Adicionalmente, la productividad se ve beneficiada cuando a los recursos materiales y humanos se añaden recursos de capital. (Anaya, 2016, p.12).

Dimensión 1: Eficiencia

La eficiencia se refiere al alcance de metas dentro de un periodo, es decir, que tan cerca se encuentra el desempeño del proceso de lograr los objetivos planteados al inicio de la producción. Todo sistema operativo cuenta con un estándar de fabricación o una meta que se requiere lograr para cumplir con las exigencias del mercado y este indicador se relaciona de forma estrecha con la productividad puesto que permite conocer una parte del nivel de desempeño, respecto a los lineamientos (Ganivet, 2017, p.258).

Indicador 1:

$$\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo programado}}{\text{Tiempo utilizado}} \times 100$$

Dimensión 2: Eficacia

La eficacia se refiere al empleo de los recursos productivos a fin de alcanzar los resultados deseados, es decir, aproxima la intensidad del empleo de los factores para alcanzar las metas de producción en un determinado plazo. Este indicador se relaciona de forma estrecha con la productividad puesto que permite conocer una parte del nivel de desempeño, respecto al uso de los factores productivos (Ganivet, 2017, p.257).

Indicador 2:

$$\text{INDICE DE EFICACIA} = \frac{\text{Entregas}}{\text{Entregas programadas}} \times 100$$

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “la población es el conjunto de todos los casos que cumplen una serie de especificaciones” (p.174). En la presente investigación la población se delimita por la producción total de la empresa durante 30 días calendarios.

3.3.2. Muestra

Respecto a la muestra se indica que “es la parte seleccionada de una población o universo sujeto a estudio, y que reúne las características de la totalidad, por lo que permite la generalización de los resultados” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p.334). El investigador decide que la muestra seleccionada es un tipo de censo, donde los datos generales de la muestra serán los mismos, incluidos 30 días de tiempo de producción.

3.4. Técnica e Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica

Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalaron que la técnica permite el registro efectivo y confiable de conductas y situaciones observables con el rigor científico necesario. En esta investigación se aplicará tecnología de observación, lo que conlleva la necesidad de sistematizar los datos recolectados mediante la observación de las actividades de los trabajadores, que se considera la principal fuente de investigación. De esta forma, se pueden observar los efectos positivos o negativos.

3.4.2. Instrumento

Los instrumentos de medición “son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p.273). Por lo tanto, en la actualidad, la tabla de datos seleccionada recopilará registros de tiempo durante el procesamiento y también se utilizará un temporizador.

El instrumento empleado fue la ficha de recolección de datos, elemento clave “para recopilar información importante con alto grado de veracidad, de fuentes

documentales con el objetivo de verificar las hipótesis junto con el protocolo de investigación” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p.308).

3.4.3. Validez

La efectividad de este trabajo estará a cargo de consultores expertos en métodos de investigación, maestría y competencia de ingenieros industriales.

Juicio de Expertos

“El conjunto de opiniones que brindan los profesionales de experiencia (...) con el objetivo de que la redacción de las preguntas tenga sentido lógico y comprensibilidad” (Valderrama, 2019, p.198). En este sentido, se ha recurrido a los expertos de la Universidad César Vallejo para la aprobación del instrumento de medición.

3.4.4. Confiabilidad

El instrumento de medida se utiliza para obtener los datos más precisos sin detectar ningún error, por lo que el instrumento utilizado debe ser lo más confiable posible.

3.5. Procedimientos

La data recolectada será vaciada a una plantilla de Excel para posteriormente ser procesada a través del programa estadístico SPSS V26, obteniendo como resultados según estadística descriptiva e inferencial, por el cual se obtendrá que estadígrafo aplicar para la contrastación de las hipótesis planteadas en la investigación.

La estadística descriptiva consiste en codificar cada valor, para luego representarla con tablas de frecuencias y gráficos de barras por cada objetivo a través de la técnica de un pretest y postest. Así mismo el análisis estadístico

inferencial se utilizó para corroborar la veracidad de las hipótesis, se aplicó el estadígrafo de la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk con la siguiente regla de toma de decisión:

Sig (pvalor) > alfa: No rechazar H0 (normal).

Sig(p valor) < alfa: Rechazar H0 (no normal)

Donde el alfa representa la significancia (0,05)

Prueba T Student

Esta prueba permite la contrastación de hipótesis a partir de la comparación de la significancia de los resultados del cambio en base al análisis de la significancia de 0.05; lo cual permite validar o rechazar la hipótesis nula.

Prueba de Shapiro Wilk

Es la prueba para muestras pequeñas ($n < 30$), dado que centra en el análisis del ajuste de los datos observados de la muestra sobre el probabilístico de la distribución normal.

3.5.1. Información de la empresa

Situación de la empresa

Fusimec SRL es una empresa dedicada a la producción de productos metálicos estructurales para piezas de acero, bronce, hierro y aluminio, capaces de satisfacer cualquier necesidad de toda la industria.

Misión

Nuestro compromiso es utilizar materias primas de la más alta calidad, satisfacer las necesidades del cliente con el más mínimo detalle y fabricar piezas para toda la industria nacional.

Visión

Convertirnos en una empresa reconocida por la calidad de sus productos y apta para la competencia internacional.

Ubicación

País: Perú

Provincia, Ciudad y Distrito: Lima, Lima y Los Olivos

Dirección: Parque industrial de Ancón Cal. Las válvulas Mz H2 Lote1

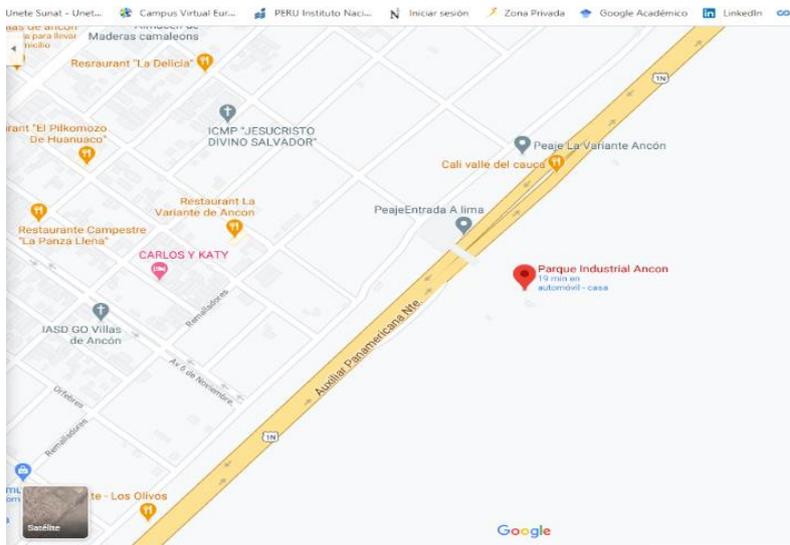


Figura 4 Mapa de ubicación

Fuente: Google maps (2021)

Historia

Con 15 años de experiencia al servicio de la Industria. La empresa Dirigida por don Sanchez Solon Ernesto Vladimir, dedicada al sector de desarrollo de producción y comercialización relacionado a los productos metálicos estructurales. Se iniciaron en el año 2018, en el distrito de Ancón en un local alquilado, como primer inicio empezó con 3 tornos fresadoras y 2 taladros radial. En la actualidad son reconocidos en el mercado y mantienen a clientes como Calplast, IESA S.A, Kimberly-Clark, Shougang Hierro Perú, Master Drilling Perú S.A.C y otros.

3.5.1.1. Organización de la empresa

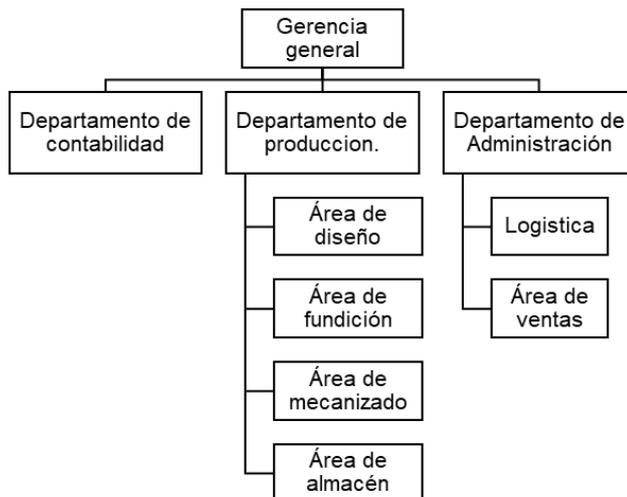


Figura 5 Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Administración: Responsable mantener las expectativas a través de un conocimiento integral de la tecnología y la economía para adaptarse e integrarse en la empresa.

Ventas: Es responsable de planificar la demanda semanal de piezas de fundición y redactar informes de ventas semanales y los modelos.

Logística: Sus funciones internas en la empresa son la planificación y el control logístico, abastecimiento y almacén.

Producción: La producción estimada de castings planificada diaria, semanal y mensual. Controlar la calidad de los materiales programados para ser utilizados en el proceso de producción, la calidad del trabajo en curso y la calidad de los productos; llevar a cabo. Trabajos diferenciados, indispensables para completar la producción del producto final en ángulo de hierro.

Almacén: Es responsable de recibir insumos de los proveedores, distribuir y organizar los materiales involucrados en el proceso. Verifique la orden de compra y determine los requisitos de compra para los consumibles que se utilizarán.

Contabilidad: Responsable de planificar, organizar y coordinar la ejecución presupuestaria en todas las áreas, prepara los estados financieros en las fechas especificadas de la misma manera.

3.5.1.2. Principal servicio de la empresa

Taller de moldería Industrial

Han creado varios tipos de modelos para el uso de la fundición, su taller cuenta con una buena infraestructura y excelentes profesionales que brindarán los mejores resultados en el procesamiento de las piezas requeridas.

3.5.1.3. Análisis de los procesos de transformación de material en el área de producción

En este punto, se ha descrito el proceso de fabricación de la zona de producción de moldes de bocinas.

Recepción y almacenaje: En este proceso, una vez superado el control de calidad, medidas y peso correspondiente, las materias primas son recibidas y almacenadas para su posterior uso en la fabricación.

Modelería: La modelería es el área encargada de diseñar el modelo en madera del repuesto solicitado para su fabricación. El cliente envía su diseño en plano o el repuesto en físico (dañado) para luego pasar un diseño en madera realizado por el operario, y finalmente poder alinear los metales para obtener la pieza final al enfriarse.

Moldería: Sobre una tolva se deposita la arena sílice SiO₂ el cual se mezclará con la resina (2.5 % en peso de la masa de la arena), el cual homogenizará la carga dándole un color rojizo dependiendo el tipo de resina que se utilice.

Mecanizado: El área de mecanizado es el complemento final de una empresa, puesto que limpian y dan las medidas correspondientes a la pieza final, la cual deberá sustituir a la original como repuesto.

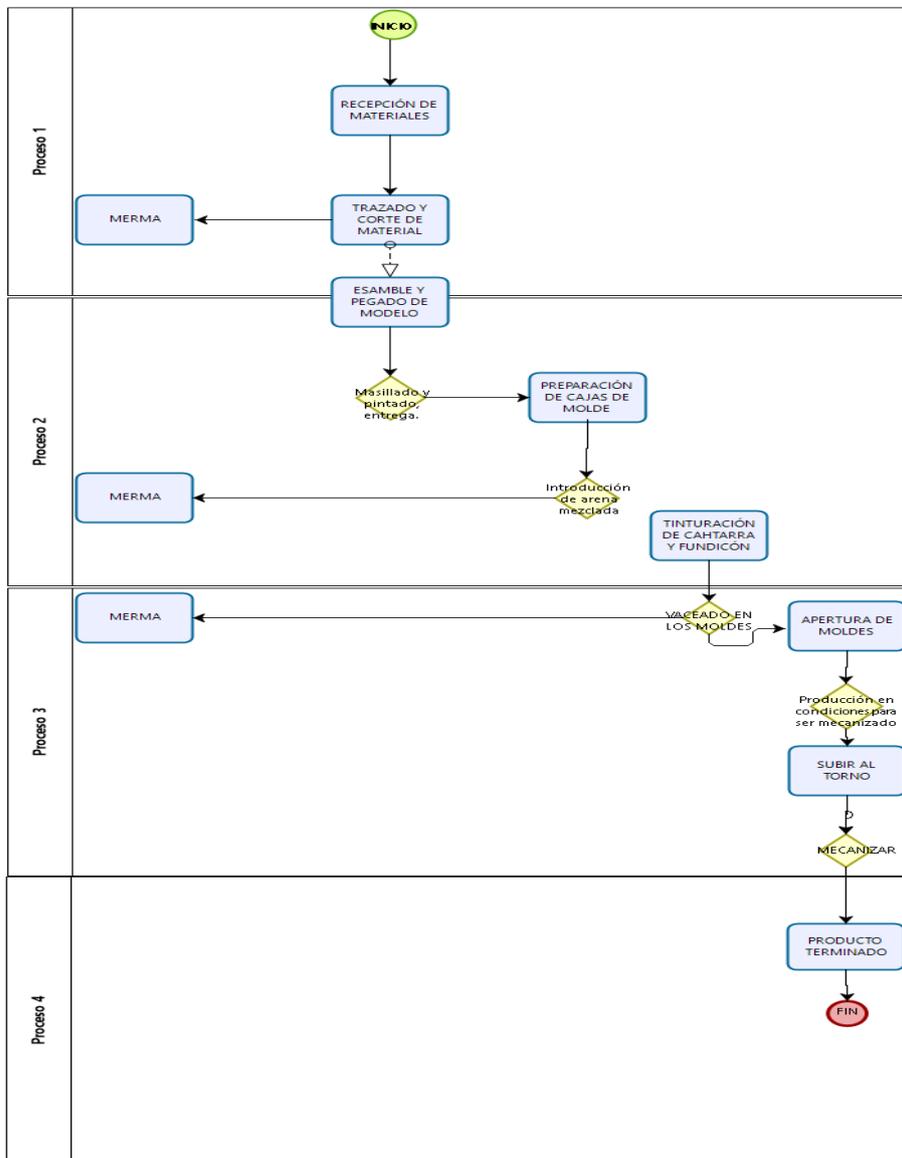


Figura 6 Flujograma del proceso de producción de ruedas de acero

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.4. Identificación de oportunidad de mejora

A continuación, se mostró en un horario dividido por región y se analizó durante un período de 30 días, excluidos los sábados y domingos. Esto se hace para determinar qué región tiene más tiempo. Por lo tanto, la región de Moldavia representa el 27% del tiempo total del ciclo en la organización.

Tabla 3

Identificación del ciclo por área

TIEMPO CICLO EN MINUTOS																								
AREA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	TIEM.	%
	Ago	CICLO.PROM																						
RECEPCIÓN Y ALMACENAJE	35	36	34	30	34	35	36	34	36	34	35	36	34	36	36	35	34	35	35	37	34	35	34.8	16%
MODELERIA	42	44	46	45	46	47	48	48	47	48	47	48	46	45	48	48	48	46	46	48	47	48	46.6	22%
MECANIZADO	59	56	58	59	58	56	59	56	58	56	58	59	59	57	56	59	58	58	59	58	59	59	57.9	27%
FUNDICIÓN	46	48	47	46	45	44	46	47	45	47	45	46	46	45	45	44	42	41	40	46	44	46	45	21%
MOLDERIA	20	25	26	28	28	29	28	25	26	28	27	29	26	28	29	28	27	29	27	28	29	28	27.2	13%
TOTAL	202	209	211	208	211	211	217	210	212	213	212	218	211	211	214	214	209	209	207	217	213	216	211.6	100%

Fuente: Elaboración propia

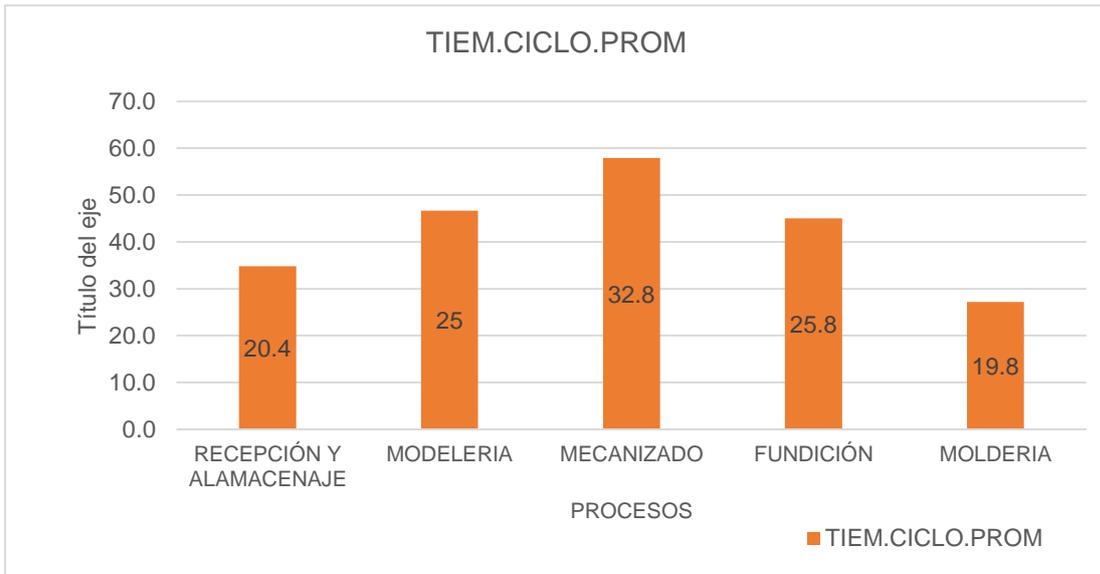


Figura 7 Tiempo de ciclo de procesos

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.5. Identificación y análisis de los procesos

Esta investigación presentó las principales técnicas de producción de Fumisecc para comprender si son suficientes para lograr sus objetivos y visión. Aquí, se refleja la parte frontal y posterior del del procedimiento lo que ayuda a lograr aumentos de productividad.

Productos



Figura 8 Rueda de carro de ladrillos

Fuente: Elaboración propia



Figura 9 Rueda de carro minero

Fuente: Elaboración propia

Los elementos descritos son piezas fabricadas en acero que contienen otros elementos que han sido designados para la fabricación de estas piezas.

Tabla 4

Características de cara producto

Ejemplares	Diámetro	Peso	Capacidad	Calidad del acero
	12´	200kg	35 pies3	SAE 1045
	8´	27kg	-	SAE 1045
	8´	15 kg	-	SAE 1045

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se presenta las ventas anuales de cada familia de metales por producto (representadas en categorías), por lo que a través de esta estrategia se determinará que categoría será materia de investigación/aplicación.

Tabla 5

Ventas semestrales por categoría (expresado en soles)

Categoría	Familia de producto	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL, PROMEDIO	%
Acero fundido	Válvulas, perillas	14,000	16,000	18,000	15,500	18,500	22,000	17,333	31%
Bronce	Nipies	16,500	15,860	17,596	16,987	19,578	19,639	17,693	32%
Acero	Pernos, arandelas bocinas y ruedas	19,658	20,654	21,587	19,528	19,652	23,651	20,788	37%
TOTAL								S/55,815	

Fuente: Elaboración propia



Figura 10 Ventas del 2019

Fuente: Elaboración propia

La tabla y figura presentadas evidenciaron que Fumisec tuvo un mayor porcentaje de ventas en la categoría de acero fundido durante los últimos seis meses de 2019, representando el 42% del total. Por tanto, este estudio estudiará la fabricación de estos productos.

Maquinaria y medios operativos

Tabla 6

Máquinas y medios operativos

Elemento	Equipo	Comentario	Especificaciones	Cant.
Torno paralelo		Movimiento de rotación: la pieza se coloca sobre un eje que gira a sí mismo.	Torno alemán pesado de 3m x 950 husillo	1
Fresadora universal		Fresado vertical con cabezal giratorio de 90 °. Compuesto por hojas de dientes gruesos	Mesa: Cono Morse iso 40 de 1300 x 300 mm, con pantalla y dos biseles	1
Cepillo		Cepillo espesador HOLZSTAR ADH 200	-	1

Fuente: Elaboración propia

Tiempos y horarios

La siguiente tabla detalla el horario laboral de Fusimec en esta industria de lunes a viernes:

Tabla 7

Máquinas y medios operativos

Horario	Tiempo	Actividad
8:00 am – 1:00 pm	5 hrs	Trabajo
1:00 pm – 2:00pm	1hr	Refrigerio
2:00 pm – 2:30 pm	0.5 hrs	Descansa
2:30 pm – 4:00 pm	2.5 hrs	Trabajo
Tiempo total de trabajo		9 hrs
Tiempo total de descanso		1.5 hrs

Fuente: Elaboración propia

Espacio físico

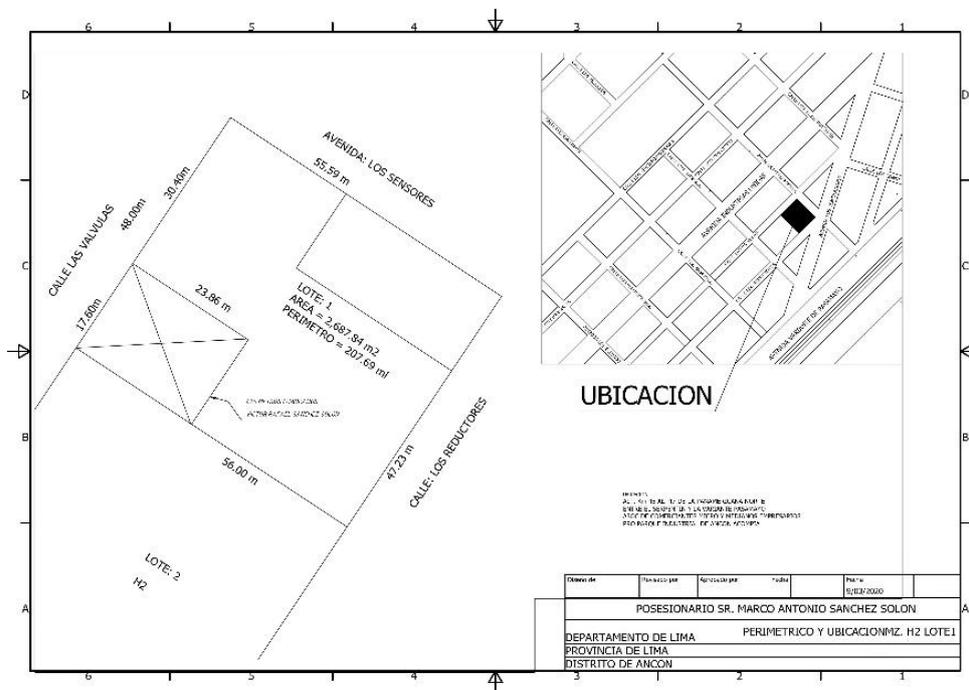


Figura 11 Ubicación de planta

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Situación inicial

Ingeniería de métodos

Para el estudio de la ingeniería de métodos se empleó el estudio de tiempos y el estudio de movimientos y a través de sus indicadores fue posible conocer el nivel de desempeño del proceso de producción.

Tabla 8

Análisis previo de la variable ingeniería de métodos

Periodo	Est. de tiempos			Est. de movimientos		
	Tiempo normal (s.)	Tiempo de suplementos (s.)	Tiempo estándar (s.)	Movimientos totales	Movimientos necesarios	VM
27/08/2021	1642	234.8	1876.8	141	121	16.5%
28/08/2021	1651	236.1	1887.1	145	121	19.8%
30/08/2021	1647	235.5	1882.5	139	121	14.9%
31/08/2021	1607	229.8	1836.8	137	121	13.2%
1/09/2021	1617	231.2	1848.2	137	121	13.2%
2/09/2021	1628	232.8	1860.8	136	121	12.4%
3/09/2021	1627	232.7	1859.7	137	121	13.2%
4/09/2021	1599	228.7	1827.7	140	121	15.7%
6/09/2021	1619	231.5	1850.5	140	121	15.7%
7/09/2021	1593	227.8	1820.8	142	121	17.4%
8/09/2021	1584	226.5	1810.5	140	121	15.7%
9/09/2021	1638	234.2	1872.2	138	121	14.0%
10/09/2021	1617	231.2	1848.2	135	121	11.6%
11/09/2021	1635	233.8	1868.8	134	121	10.7%
13/09/2021	1592	227.7	1819.7	136	121	12.4%
14/09/2021	1626	232.5	1858.5	137	121	13.2%
15/09/2021	1586	226.8	1812.8	138	121	14.0%
16/09/2021	1654	236.5	1890.5	140	121	15.7%
17/09/2021	1601	228.9	1829.9	139	121	14.9%
18/09/2021	1610	230.2	1840.2	136	121	12.4%
20/09/2021	1608	229.9	1837.9	137	121	13.2%
21/09/2021	1628	232.8	1860.8	141	121	16.5%
22/09/2021	1635	233.8	1868.8	142	121	17.4%
23/09/2021	1663	237.8	1900.8	140	121	15.7%
24/09/2021	1702	243.4	1945.4	142	121	17.4%
25/09/2021	1639	234.4	1873.4	143	121	18.2%
27/09/2021	1690	241.7	1931.7	142	121	17.4%
28/09/2021	1675	239.5	1914.5	144	121	19.0%
29/09/2021	1644	235.1	1879.1	143	121	18.2%
30/09/2021	1681	240.4	1921.4	145	121	19.8%

Fuente: Elaboración propia

El análisis a lo largo de 30 días de las dimensiones de la ingeniería de métodos muestra un desempeño deficiente dado que los indicadores aumentan de forma sostenida. Para el caso del tiempo estándar, se pasa de 1876 a 1921 segundos, lo cual se debe también a un mayor tiempo de suplementos, es decir, los trabajadores presentan síntomas de fatiga q retrasa la producción. Por otro lado, el cálculo de movimientos necesarios es mucho menor a los movimientos ejecutados en el trabajo operativo, siendo de 145 movimientos sobre 121 necesarios, lo cual indica una tasa de 19.8% de exceso. El análisis gráfico de la situación descrita se presenta a través de la siguiente figura.

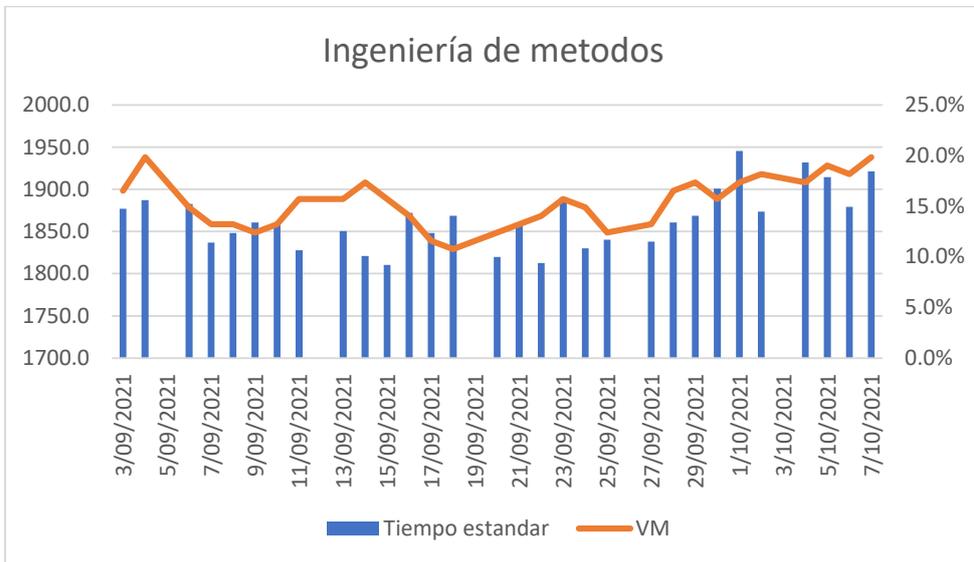


Figura 12 Análisis previo de la variable ingeniería de métodos

Fuente: Elaboración propia

Se observa que tanto el tiempo estándar como la variabilidad del movimiento presentan una tendencia creciente durante 30 días, lo cual evidenció que las labores no siguen un proceso estandarizado ni cuentan con parámetros de control adecuado. Esta problemática también impacta sobre la producción final y está ampliamente relacionada con la productividad

Variable independiente: Productividad

El análisis de la productividad se expresa a mediante la eficiencia (empleo de los recursos) y la eficacia (cumplimiento de metas); en este sentido, se ha desarrollado un estudio previo de tiempo programado respecto al utilizado y las entregas efectuadas en la producción sobre las planificadas. En primer lugar, se presentaron los datos sobre la eficiencia y eficacia a continuación.

Tabla 9

Análisis previo de la dimensión productividad

Periodo	Eficiencia			Eficacia			Productividad
	Tiempo programado (s.)	Tiempo utilizado (s.)	% Eficiencia	Entregas (und.)	Entregas programadas (und.)	% Eficacia	
27/08/2021	1463.0	1876.8	78.0%	43	50	86.0%	67.0%
28/08/2021	1463.0	1887.1	77.5%	41	50	82.0%	63.6%
30/08/2021	1463.0	1882.5	77.7%	42	50	84.0%	65.3%
31/08/2021	1463.0	1836.8	79.7%	40	50	80.0%	63.7%
1/09/2021	1463.0	1848.2	79.2%	43	50	86.0%	68.1%
2/09/2021	1463.0	1860.8	78.6%	41	50	82.0%	64.5%
3/09/2021	1463.0	1859.7	78.7%	42	50	84.0%	66.1%
4/09/2021	1463.0	1827.7	80.1%	43	50	86.0%	68.8%
6/09/2021	1463.0	1850.5	79.1%	44	50	88.0%	69.6%
7/09/2021	1463.0	1820.8	80.4%	38	50	76.0%	61.1%
8/09/2021	1463.0	1810.5	80.8%	42	50	84.0%	67.9%
9/09/2021	1463.0	1872.2	78.1%	43	50	86.0%	67.2%
10/09/2021	1463.0	1848.2	79.2%	40	50	80.0%	63.3%
11/09/2021	1463.0	1868.8	78.3%	39	50	78.0%	61.1%
13/09/2021	1463.0	1819.7	80.4%	40	50	80.0%	64.3%
14/09/2021	1463.0	1858.5	78.7%	45	50	90.0%	70.8%
15/09/2021	1463.0	1812.8	80.7%	42	50	84.0%	67.8%
16/09/2021	1463.0	1890.5	77.4%	39	50	78.0%	60.4%
17/09/2021	1463.0	1829.9	80.0%	40	50	80.0%	64.0%
18/09/2021	1463.0	1840.2	79.5%	42	50	84.0%	66.8%
20/09/2021	1463.0	1837.9	79.6%	43	50	86.0%	68.5%
21/09/2021	1463.0	1860.8	78.6%	41	50	82.0%	64.5%
22/09/2021	1463.0	1868.8	78.3%	39	50	78.0%	61.1%
23/09/2021	1463.0	1900.8	77.0%	41	50	82.0%	63.1%
24/09/2021	1463.0	1945.4	75.2%	40	50	80.0%	60.2%
25/09/2021	1463.0	1873.4	78.1%	42	50	84.0%	65.6%
27/09/2021	1463.0	1931.7	75.7%	39	50	78.0%	59.1%
28/09/2021	1463.0	1914.5	76.4%	41	50	82.0%	62.7%
29/09/2021	1463.0	1879.1	77.9%	40	50	80.0%	62.3%
30/09/2021	1463.0	1921.4	76.1%	38	50	76.0%	57.9%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la tabla anterior permite mostrar el nivel de desempeño de la eficiencia como la comparación del tiempo utilizado en la producción sobre el tiempo programado para el cúmulo de actividades, es decir, que tan cerca se encuentra el desempeño óptimo. A lo largo de los 30 días previos a la implementación de cambios se observa un incremento del tiempo operativo, el cual se aleja de escenario adecuado y planificado, es decir, no se cumple con un buen empleo del recurso productivo más importante, el tiempo del trabajador, dado que en el final se obtiene una relación de 1921 minutos sobre 1463 necesarios, es decir, un cumplimiento del 76.1%. Por otro lado, la eficacia se mide a través de la comparación de la cantidad producida sobre la planificada, la cual posee valores máximos de 43 hasta el mínimo de 38 unidades sobre las 50 programadas. La combinación de ambos factores muestra una reducción importante de la productividad que pasa de 68.5% a 65.8%; para graficar los cambios descritos se presentan las siguientes figuras.

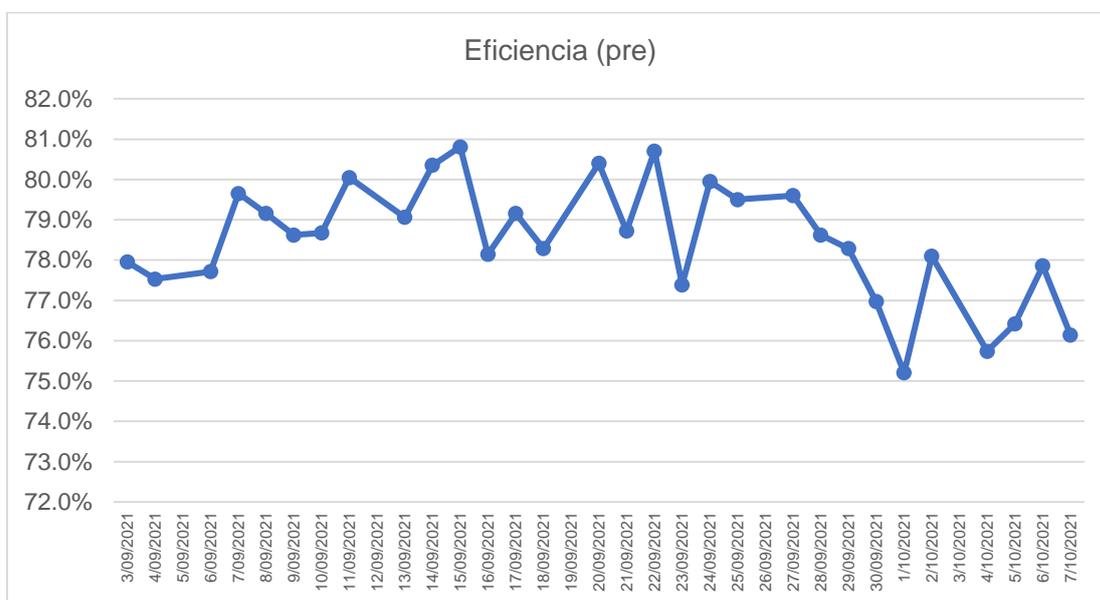


Figura 13 Análisis previo de la dimensión eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Durante 30 días se observa un desempeño irregular de la eficiencia, en tanto que no se evidenció una tendencia decreciente debido al mal manejo del sistema de producción, a la falta de control y la ausencia de una metodología para la gestión del tiempo. En este sentido, durante los primeros días del escenario

previo el indicador oscila entre 76% y 80.8%, para luego experimentar una caída hasta el 78.1% y contar con fluctuaciones cerca al valor del 80%. Finalmente, hacia los días finales de evaluación el indicador logra el valor mínimo de 75.2% y cierra con una eficiencia de 76.1%. De forma similar, se ha procedido a evaluar la eficacia, segunda dimensión de la productividad, a través de la siguiente figura.

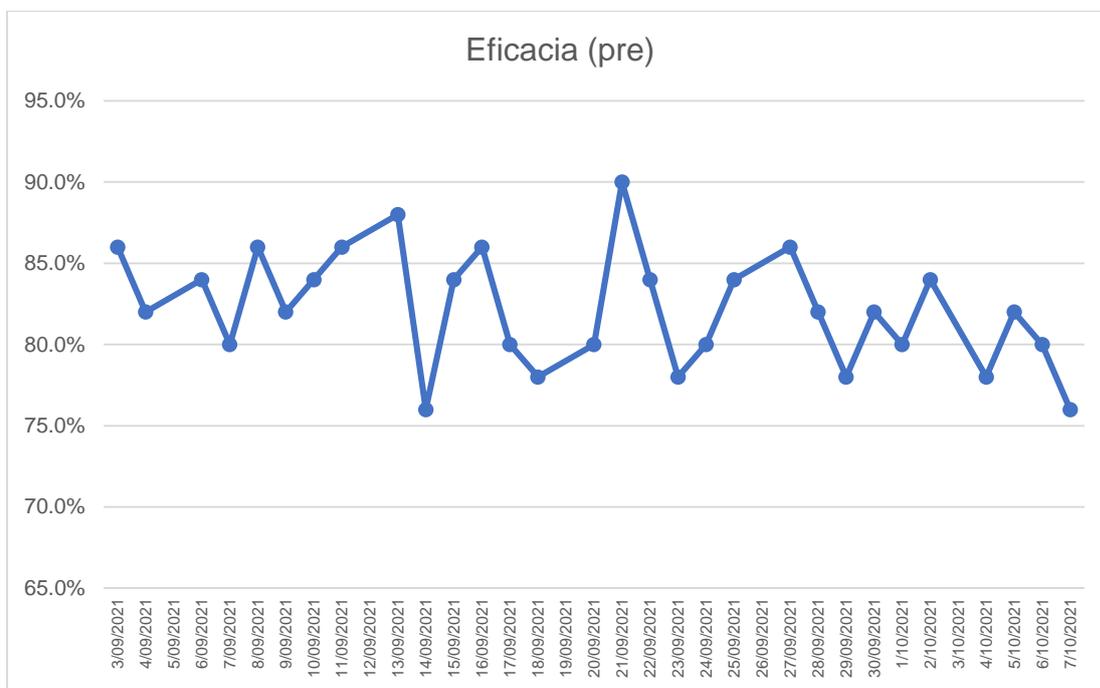


Figura 14 Análisis previo de la dimensión eficacia

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la eficacia se efectúa a través de la comparación respecto a las cantidades producidas sobre el total de planificadas, es decir, el escenario real sobre el óptimo según la capacidad instalada de producción. En la figura anterior se observa que dicha comparación no ha sido positiva en el escenario previo, en tanto que si bien es cierto se evidenció un comportamiento irregular, este tiende hacia la baja puesto que el valor inicial de la eficiencia corresponde a 86 % y en el final solo se logra un cumplimiento del 76 %. Ello implica que, a pesar de contar con un tiempo suficiente para programar las labores, el desempeño no se ha podido acercar al valor óptimo programado por la dirección, sino más bien que se aleja lo cual evidenció un desempeño deficiente.

Por último, se presenta una figura con la evolución de la productividad durante los 30 días de análisis previo, en tanto que este valor se obtiene como multiplicación de las dimensiones de eficiencia y eficacia.

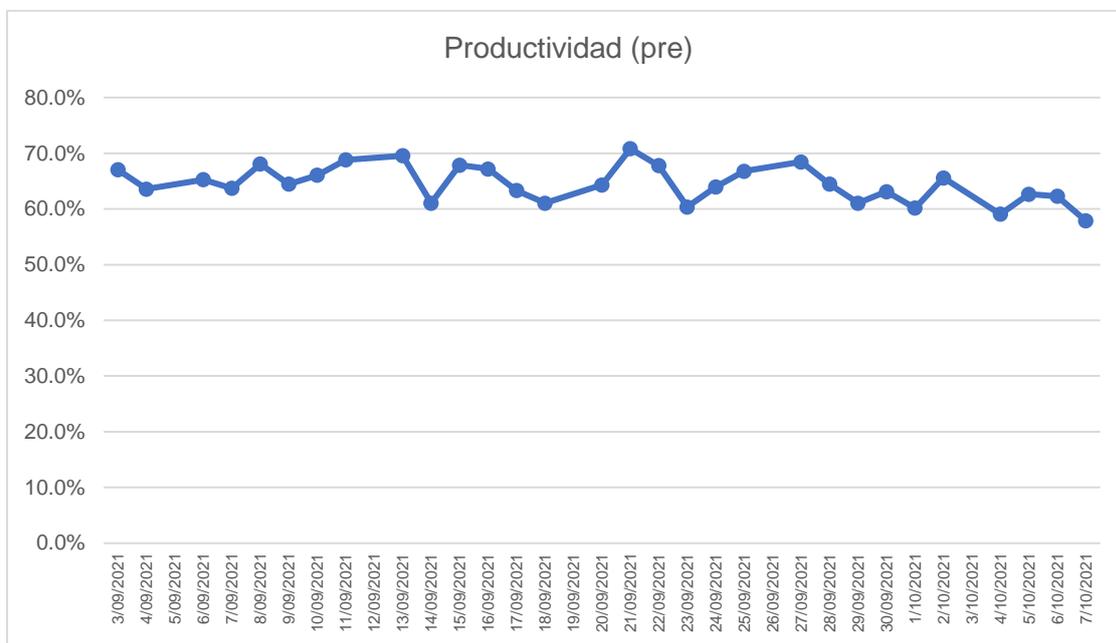


Figura 15 Análisis previo de la variable productividad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa que la productividad cuenta con una evolución con tendencia a la baja, en tanto que durante los primeros días se pasa del 67 % hasta un valor máximo de 69.6 %; a partir de dicho punto se presentan grandes fluctuaciones que reflejan irregularidad, en tanto que acercándose a los últimos días este valor logra reducciones importantes con un valor mínimo de 57.9 % que se observa en el día 30. A partir de ello, se decide plantear cambios para mejorar dicho escenario.

Diagrama de operaciones iniciales

Por otro lado, es importante en el análisis inicial conocer los diagramas donde se evidenció el sistema de producción a fin de mostrar la secuencia de pasos operativas y a partir de ello plantear un nuevo escenario más eficiente. En este sentido, se muestra el diagrama de operaciones del proceso inicial en la figura a continuación.

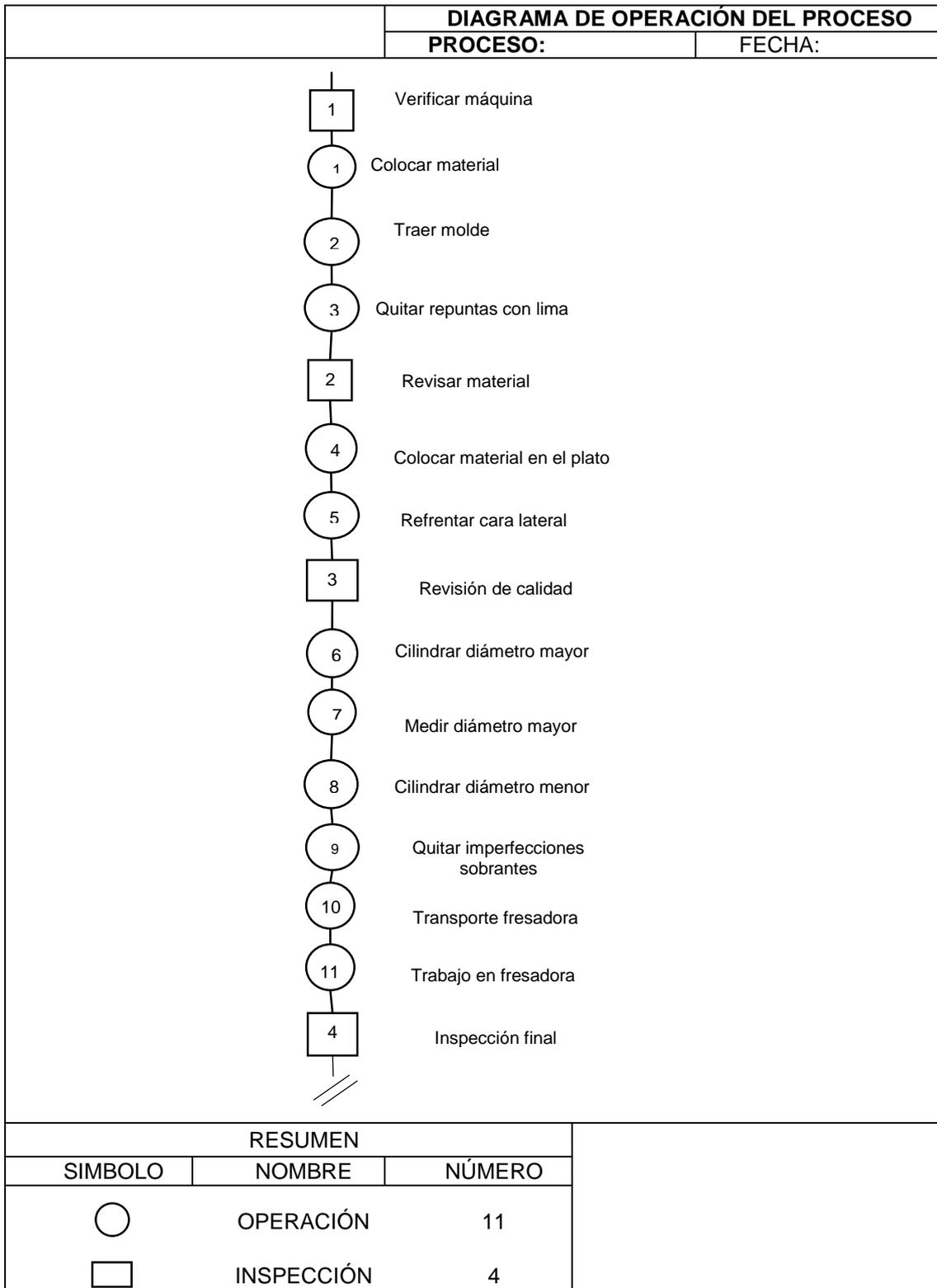


Figura 16 Diagrama de operaciones del proceso inicial

Fuente: Elaboración propia

Se muestra una secuencia de 15 pasos para la producción, en donde 11 de ellos corresponden a labores operativas y 4 a inspecciones. En este sentido, se inicia con verificar maquinaria, se coloca herramienta y otros pasos operativos. Luego

se efectúa una revisión de calidad, se cilindra diámetro menor, quitar imperfecciones sobrantes, el transporte fresadora, el trabajo en fresadora y por último la inspección final

Tabla 10

Diagrama de análisis del proceso inicial

Diagrama De Análisis del Proceso								
Diagrama Nro. __	Hoja __ de __	RESUMEN						
PRODUCTO	Rueda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Proceso: Producción		Operación	9					
Método: Actual		Transporte	2					
Lugar: Taller		Espera						
Operario: Gabriel		Inspección	4					
Ficha núm.: ADK-1284		Almacenamiento						
		Distancia (m)						
		Tiempo (seg)	1510					
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo					Observaciones
			○	□	D	⇨	▽	
Verificar maquinaria	1	68		X				
Colocar herramienta	1	110	X					
Traer el molde	1	104			X			
Quitar repuntas con lima	1	90	X					
Colocar material en el plato	1	55	X					
Revisión de material	1	134		X				
Refrentar cara lateral	1	133	X					
Cilindrar diámetro mayor	1	173	X					
Medir diámetro mayor	1	80	X					
Revisión de calidad	1	68		X				
Cilindrar diámetro menor	1	175	X					
Quitar imperfecciones sobrantes	1	60	X					
Transporte fresadora	1	83			X			
Trabajo en fresadora	1	247	X					
Inspección final	1	62		X				
Total	15	1642	9	4	2			

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de análisis del proceso muestra que el total de operaciones toma un tiempo de 1642 segundos, en tanto que 9 actividades son operativas (1202 segundos y 73.2% del tiempo total), 4 de revisión (253 segundos y 14.5% del tiempo) y 2 corresponden al traslado (187 segundos y 11.4% del tiempo).

3.5.3. Propuesta

A través de la investigación realizada, se puede observar que los operarios que operan tornos y fresadoras de madera realizan movimientos innecesarios, independientemente de si se dedican a actividades como mover piezas de un proceso a otro proceso. Traer sus herramientas generó un aumento en el tiempo de proceso y actividad en la línea de moldeo, lo que resultó en una disminución de la productividad. Además, se encontró que las actividades que realizaban no aumentaban la gran cantidad de valor de transporte causado por operaciones incorrectas. Por lo tanto, se proponen las siguientes sugerencias de mejora para minimizar el movimiento innecesario y encontrar formas de reducir el tiempo en el proceso para lograr una mayor productividad.

- Estandarizar el tiempo para que el acondicionamiento de la máquina y el proceso se realice de forma secuencial, ahorrando así el tiempo de acondicionamiento tras cada operación.
- Al mejorar e implementar nuevos diagramas de análisis, evaluar las acciones que no incrementan valor y convertirlas en actividades de producción.
- Implementar nuevos métodos de trabajo que faciliten el desempeño de los operarios, reduciendo así la fatiga y el estrés, haciendo más eficiente su trabajo. De igual forma, se deben implementar programas de capacitación para nuevos métodos de trabajo. método de trabajo.

Tabla 11

Cronograma de Gantt de la propuesta

Fases	Actividades	Escenario previo																													
		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21	D 22	D 23	D 24	D 25	D 26	D 27	D 28	D 29	D 30
Capacitación	Trabajo en equipo	■											■											■							
	Reducción de tiempo			■											■											■					
	Gestión del trabajo					■										■											■				
	Estudio de movimiento								■											■									■		
	Posturas de trabajo									■												■									
	Productividad												■											■							
Orden en el área	Diseño de nuevo orden del taller	■	■	■	■																										
	Orden y elementos encontrados			■	■	■	■																								
	Programa de limpieza					■	■	■	■																						
	Señales de orientación								■	■	■	■																			
	Mural de indicadores									■	■	■	■																		
	Distribución de estantes y muebles									■	■	■	■																		
Gestión del trabajo	Señalética de equipos								■	■	■	■																			
	Procedimientos de trabajo					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	Diseño de nuevo DOP																														
	Diseño de nuevo DAP																														
Ingeniería de métodos	Sistema de supervisiones																														
	Creación de formatos	■	■	■	■																										
	Instructivos de trabajo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
	Estudio de tiempos					■	■	■	■	■	■	■	■																		
	Estudio de movimientos					■	■	■	■	■	■	■	■																		
Ingeniería de métodos	Cálculo de indicadores																														

Fuente: Elaboración propia

Se observa la secuencia de pasos a seguir dentro de la implementación de cambios; en este sentido, la primera etapa corresponde a la capacitación donde se tocarán temas como el trabajo en equipo, la reducción de tiempo, la gestión del trabajo, el estudio de movimiento, las posturas de trabajo y la productividad; cada actividad lugar una vez al día con frecuencia interdiaria. En segundo lugar, se procede con orden en el área, en tanto que las actividades en este punto fueron el diseño de nuevo orden del taller, orden y elementos encontrados, programa de limpieza, señales de orientación, mural de indicadores, distribución de estantes y muebles y la señalética de equipo; se ha programado dichos trabajos durante los primeros 12 días de la implementación,

En tercer lugar, se da paso a la gestión del trabajo, es decir, una reingeniería del proceso de producción a través del diseño de procedimientos de trabajo que guíen al colaborador a efectuar las operaciones. Dentro de este mismo aspecto se ha previsto el diseño de nuevo DOP a fin de obtener una secuencia adecuada de los pasos a seguir en la fabricación; asimismo, se efectuó el diseño de nuevo DAP para conocer el tipo de cada actividad y el tiempo normal; finalmente, el sistema de supervisiones permitirá regular los cambios hacia una sostenibilidad en el futuro.

La etapa más importante corresponde a la aplicación de la ingeniería de métodos dentro del taller, en donde se crean nuevos formatos en base a la metodología, luego se cuenta con instructivos de trabajo para las actividades lo que respalda el proceso de producción. A partir de dicho punto se efectúa el estudio de tiempos y suplementos que es importante para determinar la regularidad de las acciones y de forma complementaria, el estudio de movimientos determina el cumplimiento de los pasos a seguir en la producción. Por último, se da paso al cálculo de indicadores sobre la productividad a fin de medir el cambio.

Fase 1: Capacitación

La primera etapa corresponde a la capacitación de los trabajadores, dado que es importante contar con un adecuado conocimiento sobre la metodología, a saber, la ingeniería de métodos y sus implicancias. A partir de la mejora nivel de aprendizaje se pueden efectuar cambios asertivos dentro de la planta; en este sentido, se ha desarrollado un cronograma de capacitación mediante la siguiente tabla.

Tabla 12

Cronograma de capacitación



DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
26	27	28	29	30	1	2
				Inducción General Inducción		Procedimiento Operacional Cap. Específica
3	4	5	6	7	8	9
	Trabajo en Equipo Charla 20 min		Reducción de Tiempo Charla 20 min		Estudio de movimiento Charla 20 min	
10	11	12	13	14	15	16
		Gestión del trabajo Charla 20 min		Posturas de trabajo Charla 20 min		Dudas y consultas sobre los avances Reunión Semanal
17	18	19	20	21	22	23
		Productividad Charla 20 min			Trabajo en Equipo Charla 20 min	
24	25	26	27	28	29	30
	Estudio de movimiento Charla 20 min		Reducción de Tiempo Charla 20 min		Repaso Mensual Charla 20 min	Evaluación de Aprendizaje Cap. Específica
31						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa la programación de charlas en para incrementar el conocimiento de los operarios, dado que se tocarán temas como el trabajo en equipo para mejorar el desempeño de las operaciones, la reducción de tiempo como parte del estudio de tiempos, la gestión del trabajo para un ordenamiento en la producción, el estudio de movimiento para realizar cada actividad de forma adecuada y rápida, las posturas de trabajo y la productividad; cada actividad lugar una vez al día con frecuencia interdiaria. Adicionalmente, se ha considerado un día para el repaso, comentarios para las dudas y consultas y la evaluación del aprendizaje. Otro punto para tomar en cuenta es el impacto de las capacitaciones; por lo tanto, se ha planteado un formato de evaluación sobre la gestión de la capacitación en la tabla a continuación.

Tabla 13

Formato de evaluación sobre gestión de capacitación

Área:		Evaluado por:	
Fecha:	__/__/2020		
Evaluación de capacitación			
N°	Pregunta	Si	No
1	Ha entendido el mensaje		
2	Se ha utilizado las mejores palabras posibles		
3	Puede decir algunas cosas sobre la capacitación		
4	El sistema empleado ayuda a diferenciar procesos		
5	El sistema ayuda a establecer diferencias		
6	Ha considerado participar durante la charla		
7	Cree usted que el plan tendrá éxito en la empresa		
8	El tema ha sido el más adecuado para su área		
9	Tiene grandes dudas luego de la capacitación		
10	Es posible identificar beneficios por la implementación		
11	Identifica cambios para mejorar en su área		
12	Se actualizan de manera oportuna los datos de procesos		
13	El ritmo y frecuencia de acciones es el correcto		
14	Las responsabilidades son señaladas de manera clara		
15	El proceso de flujo de procesos es importante		
16	Una persona nueva podría adaptarse a las secuencias		
17	Una persona nueva podría llenar las formas correctamente		
18	El personal tiene conocimiento del plan actual		
19	Los recursos están disponibles para su uso		
20	Los participantes saben que pueden aportar nuevas ideas		

Fuente: Elaboración propia

El control de gestión de la capacitación es importante puesto que refleja el grado de compromiso e impacto de las charlas dentro de la conciencia del trabajador y así se podrán mostrar cambios hacia el futuro, en otras palabras, se desea conocer si el mecanismo de capacitación es el adecuado y para ello se han listado un total de 20 preguntas donde se conocerá más a fondo sobre el tema y el trabajador solo tendrá que marcar sí o no en cada una de ellas. De forma complementaria, se presentan las imágenes que evidenció la realización de capacitaciones a cargo del equipo de investigación con el personal operativo en la siguiente figura.



Figura 17 Evidenció de capacitación

Fuente: Elaboración propia



Figura 18 Evidencia de capacitación

Fuente: Elaboración propia



Figura 19 Evidencia de capacitación virtual

Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores se observa que los trabajadores participaron de forma activa en las capacitaciones a través de un alto nivel de asistencia y participación dentro de cada punto desarrollado; ello evidenció el grado de compromiso de cada colaborador para lograr una mayor producción y un mejor nivel de desempeño. Adicionalmente, el equipo de investigación recurrió a material didáctico como fichas y separatas para ejecutar cada capacitación, en tanto que cada trabajador pudo conservar el material para una consulta posterior.

Fase 2: Orden el en área

La segunda fase comprende el orden dentro del área de trabajo, es decir, una gestión del espacio de la producción para reducir los tiempos operativos y así mejorar la productividad. Para dicho cambio se estableció un programa de limpieza donde se han considerado los espacios críticos en el área y ello se presenta a través del siguiente formato.

Fecha:

PROGRAMA DE LIMPIEZA

Nº	Zona	Descripción de las tareas de limpieza	Nombre del Área	Responsable	Frecuencia
1	1, 2, 3, 4	Limpiar pisos	Taller/oficinas	Operario 1	Diario
2	1, 2, 3, 4	Limpiar pasadizos	Taller/oficinas	Operario 2	Diario
3	2	Limpiar baños	Taller	Operario 3	Diario
4	1	Limpiar el frontis	Taller/Tienda	Operario 4	Diario
5	3,4	Limpiar estaciones de trabajo	Taller	Operario 1	Semanal
6	2,3	Limpiar laboratorio y paneles, herramientas	Taller	Operario 2	Semanal
7	1, 2, 3, 4	Limpiar paredes	Taller	Operario 3	Semanal
8	2	Limpiar vestuarios	Taller	Operario 4	Semanal
9	2,3,4	Limpiar mesas de trabajo	Taller	Operario 1	Quincenal

Elaborado por:

Firma

Figura 20 Formato para programación de limpieza

Fuente: Elaboración propia



Figura 21 Evidencia de Programación de Orden

Fuente: Elaboración Propia



Figura 22 Evidencia de Programación de Orden

Fuente: Elaboración Propia



Figura 23 Evidencia de Programación de Orden

Fuente: Elaboración Propia

Las labores de limpieza tuvieron intervalos de forma diaria, semanal y quincenal dependiendo del nivel de uso. A partir de la ejecución del orden y limpieza se tomó registro de algunos elementos encontrados ajenos a la producción lo que se presenta en el siguiente formato.

Fecha:					
ELEMENTOS ENCONTRADOS					
Nº	Descripción del artículo	Lugar donde se encontró	Necesario	Innecesario	Decisión
1	Cintas adhesivas	Oficina	X		Reubicarlo
2	Lijas usadas	Taller		X	Desecharlo
3	Retazos de cintas	Almacén		X	Desecharlo
4	Bujías usadas	Taller		X	Venderlo
5	Recipiente de aceite vacío	Taller, obra		X	Venderlo
6	Cajas de repuestos vacías	Taller, almacén		X	Venderlo
7	Latas de grasa usadas	Taller	X		Sacarlo del área
8	Recipientes con aceite	Taller, obra		X	Desecharlo
9	Artículos de limpieza	Taller, obra	X		Reubicarlo
10	Uniformes viejos	Taller, Vestuarios		X	Desecharlo
11	Autopartes deterioradas	Taller		X	Venderlo
12	Mobiliario en desuso	Taller, obra		X	Venderlo

Elaborado por: _____

Firma _____

Figura 24 Formato de elementos encontrados

Fuente: Elaboración propia



Figura 25 Evidencia de Programación de Orden

Fuente: Elaboración Propia



Figura 26 Evidencia de Programación de Orden

Fuente: Elaboración Propia

En las actividades de limpieza se encontró gran cantidad de elementos ajenos al giro y al área de producción y entre los más resaltantes se mencionan cintas adhesivas, lijas usadas, retazos de cintas, bujías usadas, recipiente de aceite vacío, cajas de repuestos vacías, latas de grasa usadas, recipientes con aceite, artículos de limpieza vacíos, uniformes viejos, autopartes deterioradas, mobiliario en desuso. Luego de ello, se tomó la decisión de reubicarlo o desecharlo según el nivel de utilidad que pueda presentarse, siendo importante la decisión de considerarlo necesario o no.

Otro elemento importante dentro de la gestión del área de trabajo fue la asignación de controles visuales, es decir, elementos que permitan establecer cuál es la situación o desempeño actual, guiar los trabajos de producción, señaléticas de seguridad, entre otros que se presentan en el formato a continuación.

Fecha: _____

ASIGNACIÓN DE CONTROLES VISUALES

Nº	Descripción del artículo	Ubicación	Justificación
1	Reloj	Estación de trabajo	medición tiempo
2	Panel de herramientas	Fondo de Taller	fácil ubicación
3	Marcado de piso	Área total	delimitar área
4	Marcado de mobiliario	Almacén, Laboratorio	fácil ubicación
5	Marcado de mobiliario	Fondo de Taller	información
6	Pizarrón visual objetivos y resultados	Pared Lateral	información
7	Señalética interna	Área total	información
8	Señalización aérea	Estaciones de trabajo	información
9	Señalización de estanterías	Almacén, Oficina	información

Elaborado por: _____
Firma

Figura 27 Gestión de controles visuales

Fuente: Elaboración propia



Figura 28 Gestión de controles visuales

Fuente: Elaboración propia



Figura 29 Gestión de controles visuales

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra el listado de elementos de control visual asignados al área de producción a fin de mostrar un mejor nivel de desempeño a lo largo del tiempo. En este sentido, se comenta que el reloj se ubica en la estación de trabajo para la medición tiempo, el panel de herramientas se colocó en el fondo de taller para una fácil ubicación. También fue importante el marcado de piso en el área total a fin de delimitar el espacio, el marcado de mobiliario en el almacén y laboratorio para una fácil ubicación, el marcado del mobiliario hacia el fondo de taller para obtener información y un pizarrón visual objetivos y resultados colocado en la pared Lateral para la información del caso. Por último, se determinaron señaléticas claves a nivel interno, en las estaciones áreas y en la estantería con la finalidad de informar.

Con la finalidad de establecer el espacio requerido de cada equipo se dispuso a elaborar una matriz de guerchet:

Tabla 14 Matriz de guerchet.

Maquinas	Cantidad	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss (m2)	Sg(m2)	h promedio	Se(m2)	ST (L maq)	ST*n
Cortadora	1	2	0.75	0.7	1.5	0.53	1.05	1.50	0.7718	2.3468	2.3468
Fresadora	1	1	2.5	2	2	5.00	5.00	2.00	4.9000	14.9000	14.9000
Taladro Fresador	1	1	1.7	1.7	1.9	2.89	2.89	1.90	2.8322	8.6122	8.6122
Torno 1	1	1	3	1.3	1.1	3.90	3.90	1.10	3.8220	11.6220	11.6220
Torno 2	1	1	3.6	1.2	0.95	4.32	4.32	0.95	4.2336	12.8736	12.8736
Limadora	1	1	1.5	0.3	1.5	0.45	0.45	1.50	0.4410	1.3410	1.3410
Balanza	1	3	0.45	0.65	0.95	0.29	0.88	0.95	0.5733	1.7433	1.7433
Compresora	1	1	0.7	0.5	1.3	0.35	0.35	1.30	0.3430	1.0430	1.0430
Soldadora	1	3	0.6	0.75	0.8	0.45	1.35	0.80	0.8820	2.6820	2.6820
Equipo de corte	1	3	0.65	0.75	1.5	0.49	1.46	1.50	0.9555	2.9055	2.9055
Tornillete de banco	1	1	0.6	0.65	1.05	0.39	0.39	1.05	0.3822	1.1622	1.1622
CANTIDAD DE MAQUINAS	11						SUMA DE ALT. DE MAC	14.55			61.2316 m²

$$h \text{ promed} = 1.32 = 14.55/11$$

$$k = 0.62 = 1.65/(2*1.32)$$

Fuente: Elaboración propia

A través de la matriz fue posible determinar el espacio necesario para que el trabajador pueda desempeñar sus funciones con la maquina asignada.

Esto dio pie para diseñar un nuevo layout, es decir, se requirió de un nuevo ordenamiento de las partes dentro del taller a fin de reducir los tiempos de operación; dicha información se presenta en la siguiente figura.

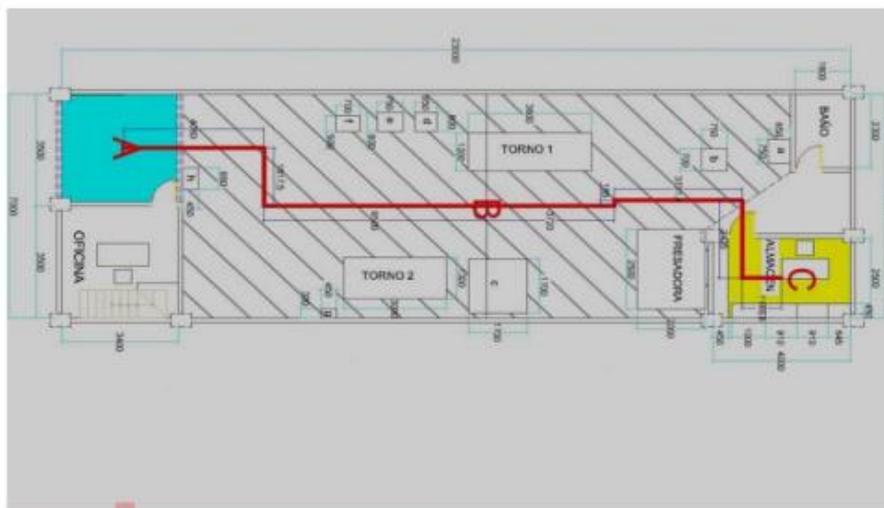


Figura 30 Nueva distribución del área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

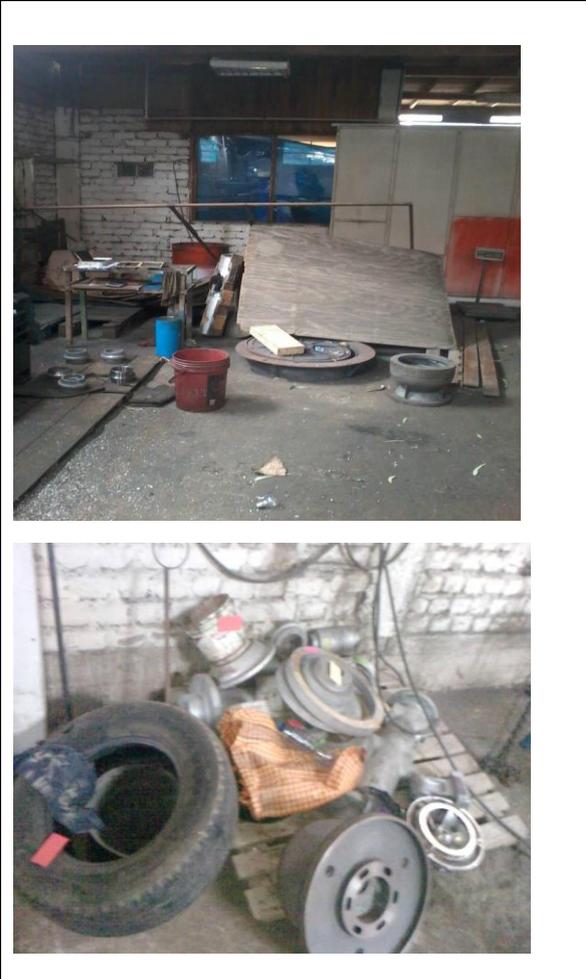


Figura 31 Pintado de líneas de trafico

Fuente: Elaboración propia

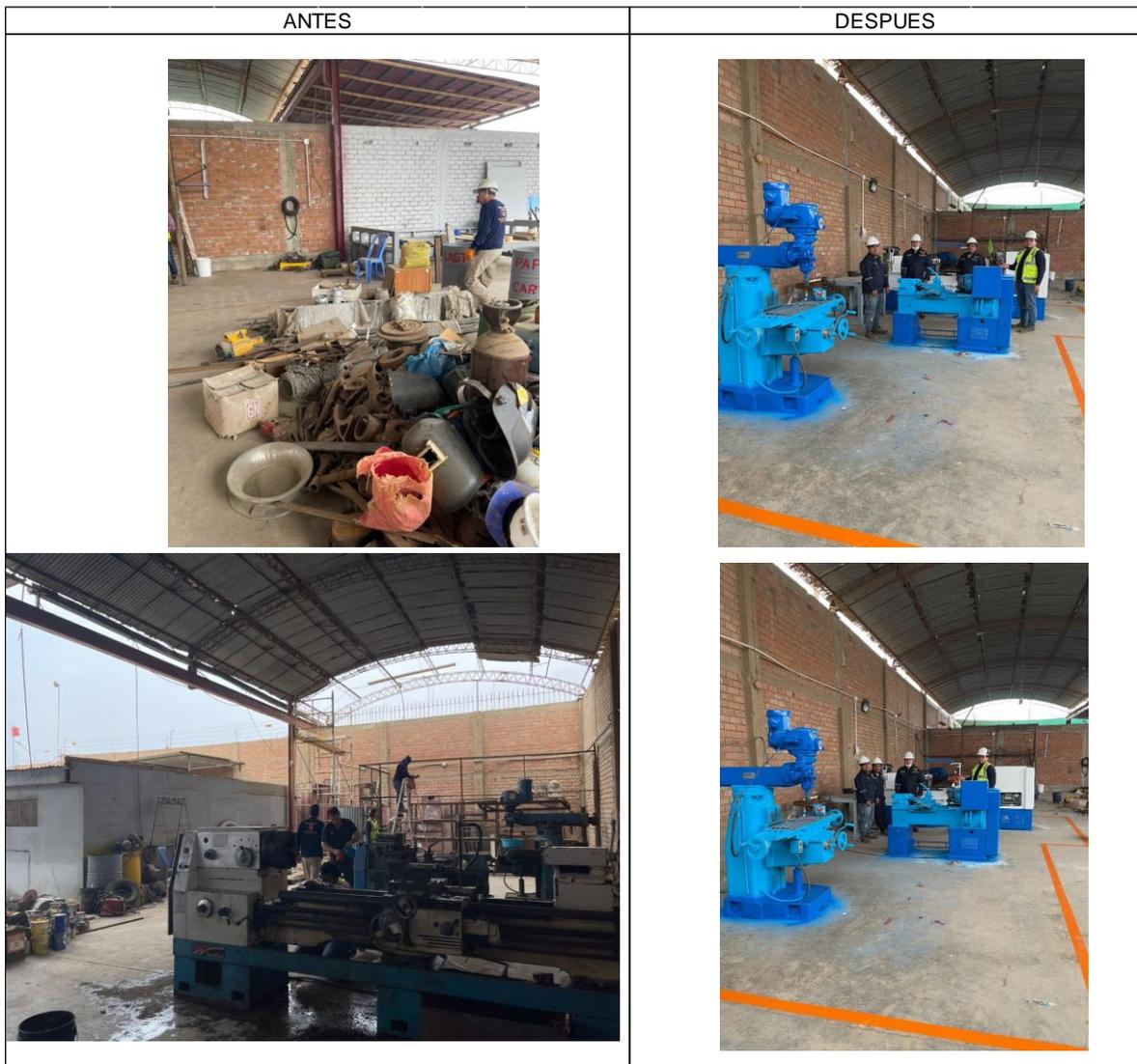
A partir de una nueva distribución del área de trabajo fue posible contar con una secuencia más adecuada, dado que los traslados se efectúan dentro de menos metros lo que implica una reducción del tiempo. Por otro lado, el nuevo orden permite un sistema de trabajo limpio y con la menor cantidad de desperdicios y ante la aparición de alguno se gestiona de forma adecuada para continuar con las labores productivas. Como evidenció del cambio dentro del taller se presenta una tabla comparativa con el escenario previo y posterior a la implementación.

Tabla 15 Comparación antes y después

Antes	Después
	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Comparación antes y después



Fuente: Elaboración propia

El análisis comparativo respecto al orden permite evidenciar una clara diferencia entre ambos escenarios, dado que después de los cambios las herramientas se encuentran en el lugar adecuado, se cuenta con una limpieza sin presencia de desperdicios y además es posible encontrar una pieza de forma rápida.

Fase 3: Gestión del trabajo

La tercera fase comprende la gestión del trabajo, es decir, una reingeniería del proceso de producción a través del diseño de procedimientos de trabajo que guíen al colaborador a efectuar las operaciones. En este sentido, se elaboró una política de trabajo estandarizado a modo de procedimiento de trabajo, lo cual permite orientar las labores según el objetivo, meta, alcance y demás implicancias.

PR- 01	Política para trabajo estandarizado	Pag. 01
Version 01		

I. Obejtivo
La finalidad del presente documento es determinar una metodología para el desarrollo de las actividades en el programa de mejora establecido. Para lograr un trabajo estandarizado se debe cumplir con la secuencia de las actividades en el tiempo determinado. Cuando este cumplimiento sea el adecuado se lograrán resultados mas eficientes, con un minimo margen de error y sin accidentes, lo cual mejorará la experiencia del cliente y los trabajadores de la empresa

II. Meta
Tener el total de los trabajadores capacitados para las actividades de mejora, para lo cual deben desarrollar sus habilidades estrategicas

III. Alcance:
Este plan debe ser aplicado a todo el personal, tanto al área técnica y operacional

IV. Material a consultar
*Material proporcionado por proveedores
* Flujoograma de trabajo estandarizado
*Evaluaciones de desempeño
*Formatos de capacitación

V. Responsabilidad
*En los equipos de trabajo formados, el encargado debe velar por el cumplimiento de los planes de acción
*El jefe del área debe velar por la capacitación en habilidades estrategicas

VI. Recursos
*Recurso humano de trabajadores y personal técnico
*Recursos materiales como pizarras, plumones, lapices, hojas, entre otros.

VII. Descripción del procedimiento
Definición de trabajo estandarizado
Determinación de los componentes
Descripción de procedimientos estandarizados
Determinación lógica de actividades
Uso de herramientas para la implementación
Explicar los procesos a seguir
Beneficios de la estandarización
Auditorias y controles



Figura 32 Procedimiento de trabajo estandarizado

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de trabajo es importante puesto delimita una política de acción dentro de cada labor en el taller y las orienta hacia un enfoque centrado en

resultados para el incremento de la productividad. Luego del cambio y a partir de la experiencia en la producción, se desarrolló un nuevo diagrama de operaciones del proceso, en donde se muestra una nueva secuencia de actividades en donde se evidenció una menor presencia de revisiones puesto que los trabajadores cuentan con un mejor nivel de conocimiento para evitar fallas; todo ello se presenta en la siguiente figura.

Para el control de las labores operativas dentro del taller se ha diseñado una serie de formatos que ayudarán a supervisar el correcto cumplimiento de las disposiciones en la implementación de la metodología de la ingeniería de métodos y uno de ellos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 17
Formato de inspección

N°	Características	Si	No	Observaciones
Lineamientos Generales de trabajo				
1	El trabajador sólo utiliza las maquinarias para las que ha sido entrenado.	X		
2	Las máquinas son revisadas verificando que las piezas de protección estén bien ubicadas.	X		
3	Cuenta con guía visual para realizar el trabajo	X		
4	Se verifica el correcto funcionamiento de las piezas	X		
5	Se previene que el área de la maquina se mantenga libre de algún otro trabajador u objeto cuando se encuentra en funcionamiento.	X		
6	Uso de elementos para protección personal necesarios y adecuados	X		
7	Estado de limpieza del equipo (libre de polvo, aceite y grasa).	X		
8	El cableado de conexión se encuentra en buen estado.	X		
Lineamientos para inspección de conexiones				
9	El cable de conexión de electricidad está en buenas condiciones.	X		
10	Se encuentra en buen estado la carcasa protectora de corte.	X		
11	El botón de encendido funciona correctamente.	X		
12	Cuenta con guía visual para realizar el trabajo de manufactura.	X		
13	La placa de la base está en buenas condiciones.	X		
14	El cableado de conexión se encuentra en buen estado.	X		
	Restricciones:			
	Operador Responsable de Área			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se indican los lineamientos necesarios para los trabajos en general y para la inspección de conexiones de equipos, en tanto que para el primer caso corresponden 8 cuestionamientos y para el segundo caso solo 6. Adicionalmente, se ha considerado un espacio para colocar observaciones y alguna restricción a identificar. Por otro lado, para el control del orden dentro del área de trabajo se presenta el siguiente formato basado en las 6S.

Área:	Almacén	Auditado por:	
Fecha:	__/__/2021		
Formato de Auditoria de orden en el área			
Short	Eliminar lo necesario	Si	No
	Accesorios y herramientas en el área		
	Manual obsoleto en exceso ha sido reparado o eliminado		
	Etiquetas rojas en el área son correctamente utilizadas		
	No se encuentran artículos innecesarios en el área de trabajo		
Straighten	Organizar el área	Si	No
	Equipos e insumos bien ubicados		
	Ubicaciones claramente identificadas		
	El material defectuoso está bien etiquetado		
	Comunicación visual establecida		
Scrub	Limpiar y resolver	Si	No
	Pisos y superficie de trabajo limpia		
	Desperdicios y basura reciclable en su lugar		
	Ambiente de trabajo bueno		
	Pocos problemas, puntuales y fácil de resolver		
Safety	Identificar y resolver riesgos	Si	No
	Hojas con datos de seguridad de los materiales		
	Extintores y elementos de seguridad funcionando		
	Entrenamiento en labores RCP		
	Pocas condiciones de inseguridad fácil del resolver		
Standardize	Quien realiza las actividades	Si	No
	El trabajo estándar esta publicado		
	Procedimientos para la limpieza y seguridad publicados		
	Correcto control de documentación		
	Reuniones semanales		
Sustain	Autodisciplina	Si	No
	La publicación del trabajo es seguida		
	Los procedimientos se cumplen		
	Las mediciones publicadas son actuales		
	Tableros de información bien utilizados		
	Área de trabajo limpia y bien cuidada		

Figura 33 Formato de control de orden en el área

Fuente: Elaboración propia

El formato de control del orden en el área en base a las 6S comprende lineamientos claves para el mantenimiento adecuado del sector; en este sentido, se comentan 4 observaciones para eliminar lo necesario, organizar el área, limpiar y resolver, identificar riesgos, responsables de actividades y la autodisciplina. A partir de ello, se podrá supervisar el cumplimiento de las disposiciones dentro de cambios para lograr una mejora sostenida a lo largo del tiempo. Asimismo, se presenta un formato para el registro de fallas, donde el supervisor podrá dar a conocer algunas deficiencias observadas dentro de los controles.

Formato para registro de fallas		
Fecha de solicitud:	Código:	Proceso:
DATOS DEL PERSONAL		
Nombre:		
Cargo:		
TIPO DE SOLICITUD		
Seleccione una de las siguientes opciones:		
Falla Operativa	Falla en la Producción	Observación del trabajador
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA		
Nombre y Código del documento:		
¿Qué solicita? (Si se trata de una eliminación indique, además, la versión y fecha de aplicación actual del documento)		
SOLUCIÓN AL PROBLEMA		
(A cargo del jefe del taller y producción)		
	FIRMA DEL SOLICITANTE	
RUC / DNI		
TELEFONO:		

Figura 34 Formato de registro de fallas

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa el formato de registro de fallas en donde se comenta sobre los datos del personal, la clasificación entre una falla operativa o falla en producción o alguna observación importante en el trabajador y además se debe

describir a detalle la falla. En la parte final, el jefe del taller y área de producción debe anotar cuales han sido los cambios para eliminar el problema, lo cual permite determinar cambios de forma continua en búsqueda de la excelencia y calidad total en las operaciones. Finalmente, se muestra el cronograma de control de supervisiones detallado a lo largo de 12 meses en la siguiente tabla.



Figura 35 Evidencia de entrega de herramientas nuevas

Fuente: Elaboración propia



Figura 36 Evidencia de entrega de herramientas nuevas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Cronograma de inspecciones en un año

PROGRAMA DE CONTROLES																																																			
N°	Tipo de auditoría	Objetivos	Principio	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Auditoría interna en control de tiempos	Analizar los procesos para cada paso en la fabricación	Estudio de tiempos final para el control de las métricas																																																
2	Auditoría interna en procesos de producción	Se evaluará la seguridad de los pasos a seguir para el proceso de fabricación	Refrentar																																																
			Cilindrar																																																
			Medir																																																
			Quitar imperfección																																																
			Trabajo en fresadora																																																
			Orden de trabajo																																																
			Inspección final																																																
3	Auditoría en Gestión de Calidad	Evaluar el cumplimiento del sistema de calidad	Base en los lineamientos para la calidad de producto																																																

Criterios de control:

- 1.- Los procesos y períodos a auditar se programaron considerando las cargas de trabajo de las áreas, el estado de los procesos, resultados de auditorías previas a los mismos y otras auditorías por Organismos Externos, así como lo determinado por la Alta Dirección.
- 2.- Las áreas y actores de proceso a auditar están sujetas a lo previsto en los procedimientos documentados de cada proceso del SST.
- 3.- Los días de realización de las auditorías internas, se confirmarán a través del plan de auditoría.

1 2 3 4 → Semanas del mes

Auditoría programada

Auditoría no programada

Fuente: Elaboración propia

La programación de controles fue diseñada durante un horizonte de 12 meses a fin de determinar el nivel de cumplimiento de aspectos claves para el proceso productivo. Dentro de los 3 lineamientos a evaluar el primero corresponde a una auditoria en control de tiempos, es decir, analizar los procesos para cada caso de la fabricación y el principio se basa en el estudio de tiempo final para el control de métricas. En segundo lugar, se da paso a un control interno en la fabricación en donde el objetivo es evaluar la seguridad de los pasos en el proceso de fabricación, tales como las actividades de refrentar, cilindrar, medir, quitar imperfecciones, trabajo en fresadora, orden el trabajo y la inspección final. En tercer lugar, la auditoria en gestión de calidad debe evaluar los aspectos más importantes dentro del producto final. Dentro del sistema de controles se ha considerado la presencia de auditorías programadas y no programadas a fin de supervisar de forma improvisada las labores y velar por el correcto cumplimiento de mejoras.

Fase 4: Ingeniería de métodos

Un aspecto central en el análisis de la empresa es la implementación de la ingeniería de métodos dentro del proceso productivo, en tanto que se han diseñado algunos formatos importantes para determinar la secuencia de pasos a seguir y el procedimiento operacional del sistema. En este sentido, en primer lugar, se procede a evaluar cómo las actividades iniciales generan altos niveles de fatiga a través del análisis de suplementos en la siguiente tabla.

Tabla 19

Suplementos de actividades previas

Producto		Suplementos																							
Operación:		Tensión física								Tensión mental								Condiciones de trabajo				Total de puntos	Total suplemento (%)		
Condiciones de trabajo: Deficientes		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo		Concentración		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura		Suciedad					
Nº	Descripción de elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos		
A1	Verificar maquinaria	B	0.5	B	1	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	M	1			7.5	0.75%
A2	Colocar herramienta	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5			11	1.10%
A3	Traer el molde	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	M	1	M	1			7.5	0.75%
A4	Quitar repuntas con lima	A	2	A	2	A	2	A	2	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5			12	1.20%
A5	Colocar material en el plato	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5			8.5	0.85%
A6	Revisión de material	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	M	1	B	0.5	M	1	M	1			8.5	0.85%
A7	Refrentar cara lateral	A	2	A	2	A	2	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5			11.5	1.15%
A8	Cilindrar diámetro mayor	A	2	B	0.5	B	0.5	A	2	M	1	M	1	M	1	M	1	M	1	B	0.5			10.5	1.05%
A9	Medir diámetro mayor	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5	M	1	M	1			8.5	0.85%
A10	Revisión de calidad	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	M	1	M	1	M	1	M	1			7.5	0.75%
A11	Cilindrar diámetro menor	A	2	A	2	A	2	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5			11.5	1.15%
A12	Quitar imperfecciones sobrantes	M	1	M	1	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	M	1	M	1			10.5	1.05%
A13	Transporte fresadora	M	1	M	1	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5			8.5	0.85%
A14	Trabajo en fresadora	B	0.5	B	0.5	A	2	A	2	M	1	M	1	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5			10.5	1.05%
A15	Inspección final	B	0.5	B	1	B	0.5	M	1	A	2	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5			9	0.90%
																									14.30%

Grado de tensión: A= Alto, M=Medio, B=Bajo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran los suplementos de actividades previas, las mismas que se componen de 15 actividades y que responden a los suplementos de tensión física, tales como fuerza media, postura, vibraciones y ciclo: así como al suplemento de tensión mental, que incluye la concentración, monotonía, tensión visual y el ruido; por último, se encuentra el suplemento de condiciones de trabajo, que incluye aspectos como temperatura y suciedad. También, se observa que la actividad de quitar repuestos con lima obtuvo el mayor puntaje, el cual asciende a 1.20%, mientras que la actividad de verificar maquinaria, traer molde y revisión de calidad obtuvieron el puntaje más bajo, con un 0.75%.

Tabla 20

Estudio de tiempo inicial con observaciones

Estudio de tiempos inicial				
Área			Hoja	
Operación			Termino	
			Final	
			Tiempo transcurrido	
			Operario	
Producto			Ficha numero	
			Observado por	
			Fecha	
N°	Descripción de actividad	T.B.	F.	Comentario
1	Verificar maquinaria	68.00	100%	Eliminar
2	Colocar herramienta	110.00	100%	Se requiere de apoyo de personal
3	Traer el molde	104.00	100%	Se requiere de apoyo de personal
4	Quitar repuntas con lima	90.00	100%	Reducir tiempo con uso de nuevos instrumentos
5	Revisión de material	55.00	100%	Eliminar
6	Colocar material en el plato	134.00	100%	Se requiere de apoyo de personal
7	Refrentar cara lateral	133.00	100%	Reducir tiempo con uso de formatos
8	Cilindrar diámetro mayor	173.00	100%	Reducir tiempo con uso de formatos
9	Medir diámetro mayor	80.00	100%	Reducir tiempo con capacitación
10	Revisión de calidad	68.00	100%	Reducir tiempo con uso de formatos
11	Cilindrar diámetro menor	175.00	100%	Reducir tiempo con capacitación
12	Quitar imperfecciones sobrantes	60.00	100%	Reducir tiempo con capacitación
13	Transporte fresadora	83.00	100%	Reducir tiempo con uso de formatos
14	Trabajo en fresadora	247.00	100%	Reducir tiempo con capacitación
15	Inspección final	62.00	100%	Reducir tiempo con uso de formatos
Nota: TB= Tiempo básico F= Frecuencia de aparición por cada ciclo				

Fuente: Elaboración propia

A su vez, en la tabla anterior se presentan los detalles del estudio de tiempo inicial con observaciones; para ello, se realiza una ficha con la información básica requerida y la descripción de cada actividad con su respectivo indicador de tiempo básico y de frecuencia de aparición; además, cada actividad posee un comentario indicando las próximas acciones a tomar. Se resalta que las actividades de verificar maquinaria y revisión de maquinaria obtuvieron un T.B. de 68 y 55, por lo que se recomienda que sean eliminadas; a su vez, las actividades de colocar herramientas, traer molde y colocar material en el plato obtuvieron un puntaje aceptable, por lo que se recomienda aumentar el apoyo de personal; también, las actividades como medir diámetro mayor, cilindrar diámetro menor, quitar imperfecciones sobrantes y trabajo en fresadora evidenciaron que se debe reducir el tiempo mediante la capacitación.

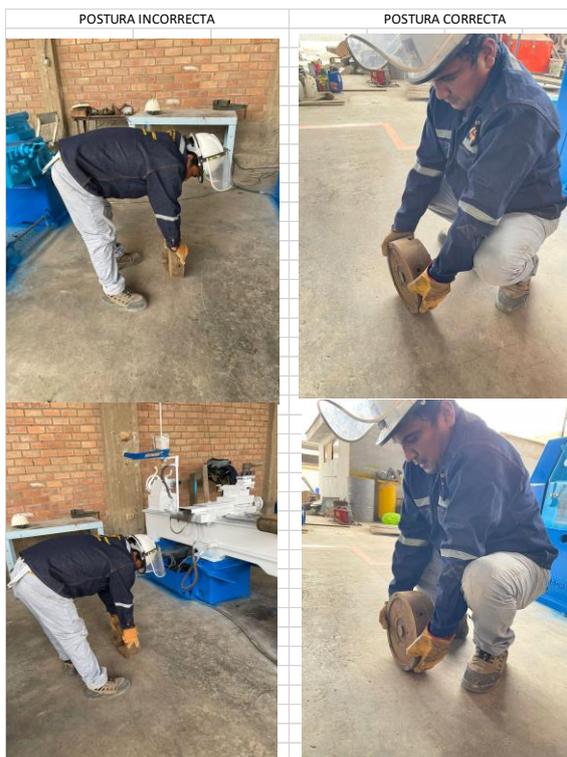


Figura 37 Posturas de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

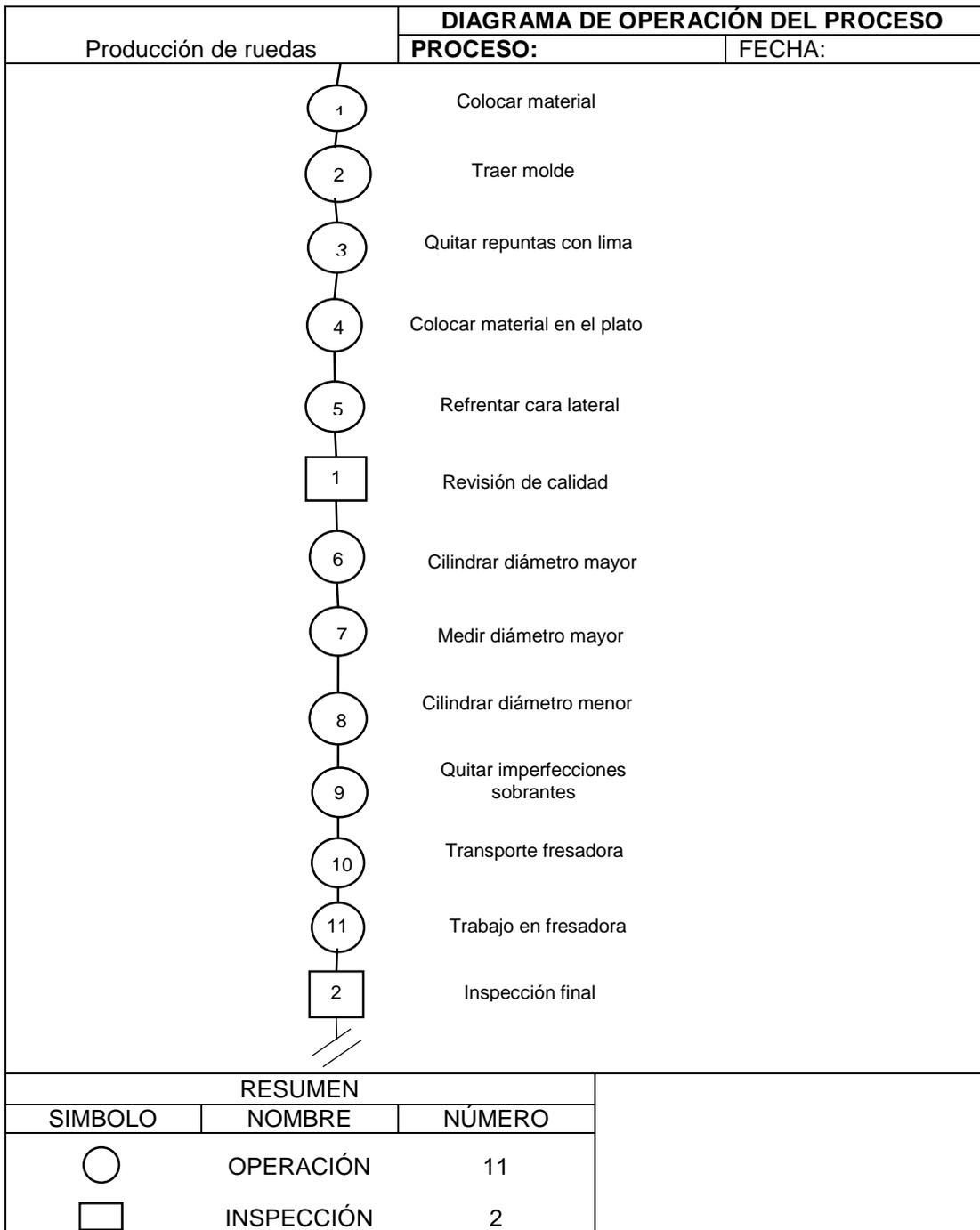


Figura 38 Diagrama de operaciones del proceso final

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de operaciones del proceso inicial muestra una secuencia de 13 pasos para la producción, en donde 11 de ellos corresponden a labores operativas y 2 a inspecciones. En este sentido, se inicia con colocar la herramienta y otros pasos operativos. Luego se efectúa una revisión de calidad, se cilindra diámetro menor,

quitar imperfecciones sobrantes, el transporte fresadora, el trabajo en fresadora y por último la inspección final.

Tabla 21

Diagrama propuesto de actividades simultaneas

Diagrama de actividades simultaneas					
Diagrama N° 00249		Resumen			
		Tiempo de ciclo		Propuesto	
Proceso:		Tiempo de ciclo		1188.00	
		Tiempo de trabajo			
		Hombre		518.00	
		Máquina		605.00	
Operario: Gabriel		Utilización			
		Hombre		43.60%	
		Máquina		50.93%	
Actividades total	Tiempo en segundos	Indicativ	Actividades del operario	Indicativ	Actividades en máquina
O1	70.00		Colocar herramienta		
O2	81.00		Traer molde		
O3	65.00		Quitar repuntas con lima		
O4	102.00		Colocar material en el plato		
O5	101.00				Refrentar cara lateral
O6	52.00		Revisión de calidad		
O7	150.00				Cilindrar diámetro mayor
O8	67.00		Medir diámetro mayor		
O9	161.00				Cilindrar diámetro menor
O10	39.00		Quitar imperfecciones		
O11	65.00		Transporte fresadora		
O12	193.00				Trabajo en fresadora
O13	42.00		Inspección		
	Trabajo Simultáneo				
	Trabajo de un elemento con otro parado				
	Paro de un elemento				

Fuente: Elaboración propia

A su vez, se muestra el diagrama propuesto de actividades simultaneas, que contiene la medida de los tiempos que necesitan cada una de las 13 actividades, siendo que el tiempo total de trabajo en horas hombre fue de 518 segundos y el tiempo de trabajo de la maquinaria fue de 605 segundos, lo que acumula un total de 1188 segundos por todo el ciclo.

Tabla 22

Diagrama propuesto de hombre máquina

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA						
Hoja N° <u> 1 </u> De: <u> 1 </u> Diagrama N°: <u> 01 </u>				Proceso:		
Fecha:		Elaborado por:		Maquina 1: TE-0025		
El estudio Inicia:		Operario:		Maquina 2: TE-0028		
Operario			Maquina 1		Maquina 2	
Tiempo	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad
5	15	Preparación Maquina 1	15	Inactividad	30	Inactividad
10						
15						
20	15	Preparación Maquina 2	40	Operación maquina	40	Operación maquina
25						
30						
35	40	Inactividad	15	Inactividad	40	Operación maquina
40						
45						
50						
55						
60						
65						
70						
75						
80						

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama hombre maquina se exponen los tiempos utilizados por el operario y las maquinas 1 y 2 en cada una de sus actividades específicas. Tal es el caso del operario, el cual ocupo 15 minutos del tiempo total para preparar la maquina 1, 15 minutos para preparar la maquina 2, y 40 minutos los dedicó a la inactividad; a su vez, la maquina 1 estuvo 15 minutos en inactividad, 40 en operación y los últimos 15 en inactividad; por último, la maquina 2 se mantuvo 30 minutos en inactividad y otros 40 minutos en operación.

Tabla 23

Diagrama bimanual propuesto

Diagrama BIMANUAL							
						Fecha: ___ / ___ / 2021	
Actividad:	RESUMEN						
	Actividad	Inicial IZO	Inicial DER	Propuesta IZO	Propuesta DER	Economía IZO	Economía DER
Area: Taller	OPERACIÓN ○						
Operario: Gabriel	MOVIMIENTO ⇨						
Método: Propuesto	SOSTENIMIENTO ▼						
	INSPECCIÓN □						
Elaborado: Gabriel	Tiempo						
Mano Izquierda			Mano Derecha				
Descripción de la Actividad	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
Colocar herramientas	○⇨▼□	○⇨▼□	Colocar herramientas				
Trer molde	○⇨▼□	○⇨▼□	Trer molde				
Quitar repuntas con lima	○⇨▼□	○⇨▼□	Quitar repuntas con lima				
Colocar material en el plato	○⇨▼□	○⇨▼□	Colocar material en el plato				
Refrentar cara lateral	○⇨▼□	○⇨▼□	Refrentar cara lateral				
Revisión de calidad	○⇨▼□	○⇨▼□	Revisión de calidad				
Cilindrar diámetro mayor	○⇨▼□	○⇨▼□	Cilindrar diámetro mayor				
Medir diámetro mayor	○⇨▼□	○⇨▼□	Medir diámetro mayor				
Cilindrar diámetro menor	○⇨▼□	○⇨▼□	Cilindrar diámetro menor				
Quitar imperfecciones sobrante	○⇨▼□	○⇨▼□	Quitar imperfecciones sobrantes				
Transporte fresadora	○⇨▼□	○⇨▼□	Transporte fresadora				
Trabajo en fresadora	○⇨▼□	○⇨▼□	Trabajo en fresadora				
Inspección final	○⇨▼□	○⇨▼□	Inspección final				

Fuente: Elaboración propia

También, se presenta el diagrama bimanual, donde se explican las actividades que realizará cada mano del operario; a su vez, cada actividad se vincula con un símbolo, el mismo que indica si la actividad es de operación, movimiento, sostenimiento o inspección. Por ejemplo, al colocar las herramientas, la mano izquierda sostiene, mientras la derecha opera; mientras que, para traer el molde, ambas manos realizan el movimiento en conjunto.

Tabla 24

Análisis de suplementos final

Producto		Suplementos																					
Operación:		Tensión física								Tensión mental								Condiciones de trabajo				Total de puntos	Total suplemento (%)
Condiciones de trabajo: Óptimas		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo		Concentración		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura		Suciedad			
N°	Descripción de elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos
A1	Colocar herramienta	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	M	1	7	0.70%
A2	Trer molde	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	8	0.80%
A3	Quitar repuntas con lima	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	M	1	M	1	7.5	0.75%
A4	Colocar material en el plato	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	M	1	7.5	0.75%
A5	Refrentar cara lateral	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	M	1	M	1	M	1	B	0.5	9	0.90%
A6	Revisión de calidad	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	5.5	0.55%
A7	Cilindrar diámetro mayor	M	1	A	2	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	10.5	1.05%
A8	Medir diámetro mayor	B	0.5	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	M	1	7	0.70%
A9	Cilindrar diámetro menor	M	1	A	2	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	A	2	A	2	B	0.5	12	1.20%
A10	Quitar imperfecciones sobrantes	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	A	2	B	0.5	B	0.5	M	1	9.5	0.95%
A11	Transporte fresadora	M	1	M	1	M	1	M	1	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	B	0.5	7	0.70%
A12	Trabajo en fresadora	B	0.5	B	0.5	A	2	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	M	1	B	0.5	B	0.5	8	0.80%
A13	Inspección	B	0.5	B	0.5	B	0.5	M	1	M	1	B	0.5	A	2	B	0.5	B	0.5	B	0.5	7.5	0.75%
																							10.60%

Grado de tensión: A= Alto, M=Medio, B=Bajo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se realiza el análisis de suplementos final, de manera que se consideran los suplementos de tensión física, donde se incluyen los elementos de fuerza media, postura, vibraciones y ciclo; de tensión mental, que consideran a la concentración, monotonía, tensión visual y ruido; y de condiciones de trabajo, donde se encuentra la temperatura y la suciedad. De manera transversal, se encuentran las 15 actividades descritas anteriormente, las cuales poseen un puntaje bajo, medio y entorno a cada suplemento; en consecuencia, se tiene que la actividad de cilindrar diámetro menor acumula el mayor valor de suplementos, con un total del 1.2%; a su vez, el menor valor lo obtuvo la revisión de calidad, con un 0.55%. Asimismo, se presenta el diagrama de análisis del proceso mediante la figura a continuación.

Diagrama De Análisis del Proceso								
Diagrama Nro. ___	Hoja ___ de ___	RESUMEN						
PRODUCTO	Rueda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
		Operación ○	9	9	-			
		Transporte ⇨	2	2	-			
		Espera □		-	-			
Método:	Propuesto	Inspección □	4	2	-2			
Lugar:	Taller	Almacenamiento ▽						
Operario	Gabriel	Distancia (m)						
Ficha núm.:	ADK-1948	Tiempo (seg)	1642	1188	454			
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo					Observaciones
			○	□	▭	⇨	▽	
Colocar herramienta	1	70	X					
Traer molde	1	81				X		
Quitar repuntas con lima	1	65	X					
Colocar material en el plato	1	102	X					
Refrentar cara lateral	1	101	X					
Revisión de calidad	1	52		X				
Cilindrar diámetro mayor	1	150	X					
Medir diámetro mayor	1	67	X					
Cilindrar diámetro menor	1	161	X					
Quitar imperfecciones sobrantes	1	39	X					
Transporte fresadora	1	65				X		
Trabajo en fresadora	1	193	X					
Inspección final	1	42		X				
Total	13	1188	9	2		2		

Figura 39 Diagrama de análisis del proceso final

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de análisis del proceso muestra que el total de operaciones toma un tiempo de 1188 segundos, en tanto que 9 actividades son operativas (948 segundos y 79.8 % del tiempo total), 2 de revisión (94 segundos y 7.9 % del tiempo) y 2 corresponden al traslado (146 segundos y 12.3 % del tiempo). Como se observa en la sección del análisis se ha experimentado una reducción de 2 actividades correspondientes a la revisión, lo cual implica un menor tiempo de ejecución, a saber, 454 segundos en el total.

3.5.4. Escenario final

Para el estudio de la ingeniería de métodos se empleó el estudio de tiempos y el estudio de movimientos y a través de sus indicadores fue posible conocer el nivel de desempeño del proceso de producción como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 25

Análisis previo de la variable ingeniería de métodos

Periodo	Est de tiempos			Est. de movimientos		
	Tiempo normal	Tiempo de suplementos	Tiempo estándar	Movimientos totales	Movimientos necesarios	VM
4/10/2021	1467	155.5	1622.5	124	108	14.8%
5/10/2021	1419	150.4	1569.4	125	108	15.7%
6/10/2021	1424	150.9	1574.9	120	108	11.1%
7/10/2021	1500	159.0	1659.0	125	108	15.7%
8/10/2021	1344	142.5	1486.5	123	108	13.9%
9/10/2021	1363	144.5	1507.5	124	108	14.8%
11/10/2021	1339	141.9	1480.9	124	108	14.8%
12/10/2021	1304	138.2	1442.2	121	108	12.0%
13/10/2021	1313	139.2	1452.2	122	108	13.0%
14/10/2021	1331	141.1	1472.1	121	108	12.0%
15/10/2021	1310	138.9	1448.9	120	108	11.1%
16/10/2021	1319	139.8	1458.8	121	108	12.0%
18/10/2021	1302	138.0	1440.0	117	108	8.3%
19/10/2021	1314	139.3	1453.3	120	108	11.1%
20/10/2021	1303	138.1	1441.1	121	108	12.0%
21/10/2021	1311	139.0	1450.0	119	108	10.2%
22/10/2021	1293	137.1	1430.1	117	108	8.3%
23/10/2021	1294	137.2	1431.2	115	108	6.5%
25/10/2021	1272	134.8	1406.8	118	108	9.3%
26/10/2021	1267	134.3	1401.3	117	108	8.3%
27/10/2021	1285	136.2	1421.2	114	108	5.6%
28/10/2021	1273	134.9	1407.9	112	108	3.7%
29/10/2021	1233	130.7	1363.7	113	108	4.6%
30/10/2021	1273	134.9	1407.9	109	108	0.9%
1/11/2021	1238	131.2	1369.2	112	108	3.7%
2/11/2021	1241	131.5	1372.5	111	108	2.8%
3/11/2021	1219	129.2	1348.2	109	108	0.9%
4/11/2021	1207	127.9	1334.9	112	108	3.7%
5/11/2021	1220	129.3	1349.3	110	108	1.9%
6/11/2021	1188	125.9	1313.9	109	108	0.9%

Fuente: Elaboración propia

El análisis a lo largo de 30 días de las dimensiones de la ingeniería de métodos muestra un desempeño eficiente dado que los indicadores disminuyen de forma

sostenida. Para el caso del tiempo estándar, se pasa de 1622 a 1313 segundos, lo cual se debe también a un menor tiempo de suplementos, es decir, los trabajadores no presentan síntomas de fatiga q retrasa la producción. Por otro lado, el cálculo de movimientos necesarios es muy similar a los movimientos ejecutados en el ideal del trabajo operativo, siendo en el final de 108 movimientos sobre 109 necesarios, lo cual indica una tasa de 0.9 % de exceso. El análisis gráfico de la situación descrita se presenta a través de la siguiente figura.

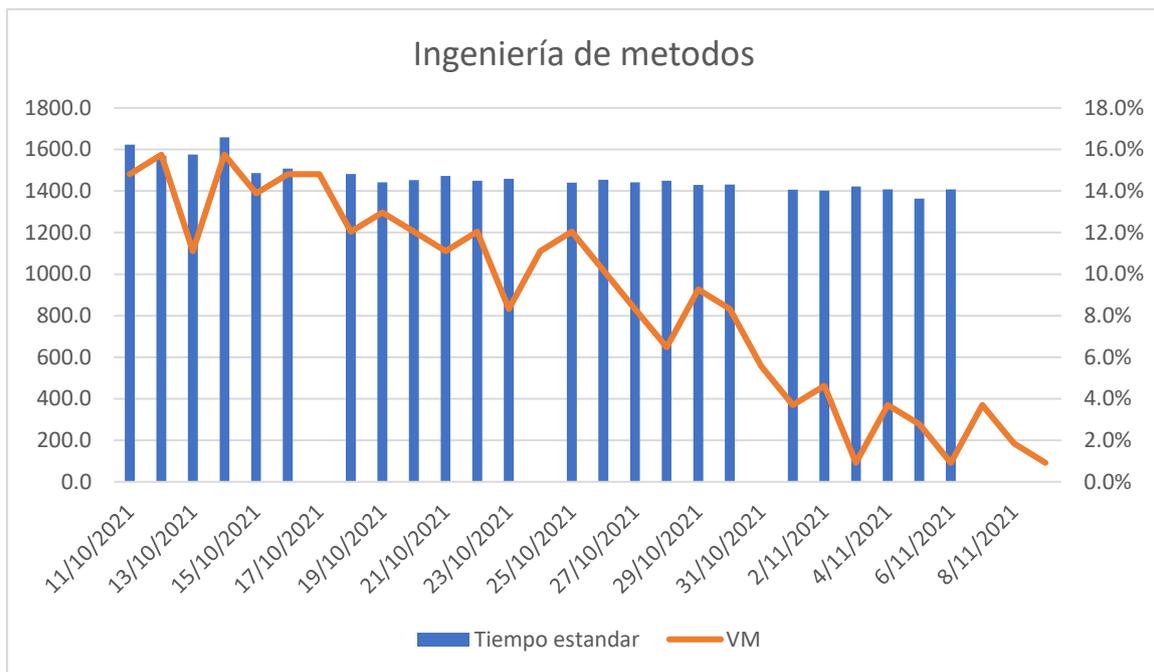


Figura 40 Análisis posterior de la ingeniería de métodos

Fuente: Elaboración propia

Se observa que tanto el tiempo estándar como la variabilidad del movimiento presentan una tendencia decreciente durante 30 días, lo cual evidenció que las labores siguen un proceso estandarizado y cuentan con parámetros de control adecuado. Esta mejora también impacta sobre la producción final y está ampliamente relacionada con la productividad a través de sus dimensiones de eficiencia y eficacia, lo cual se evaluará en las siguientes líneas.

Variable independiente: Productividad

El análisis de la productividad se expresa a mediante la eficiencia (empleo de los recursos) y la eficacia (cumplimiento de metas); en este sentido, se ha desarrollado un estudio posterior a la implementación del tiempo programado respecto al utilizado y las entregas efectuadas en la producción sobre las planificadas. En este sentido, se presentaron los datos sobre la eficiencia y eficacia a continuación.

Tabla 26

Análisis posterior de la productividad

Periodo	Eficiencia			Eficacia			Productividad
	Tiempo programado	Tiempo utilizado	% Eficiencia	Entregas	Entregas programadas	% Eficacia	
4/10/2021	1240.0	1622.5	76.4%	44	50	88.0%	67.3%
5/10/2021	1240.0	1569.4	79.0%	46	50	92.0%	72.7%
6/10/2021	1240.0	1574.9	78.7%	45	50	90.0%	70.9%
7/10/2021	1240.0	1659.0	74.7%	41	50	82.0%	61.3%
8/10/2021	1240.0	1486.5	83.4%	44	50	88.0%	73.4%
9/10/2021	1240.0	1507.5	82.3%	47	50	94.0%	77.3%
11/10/2021	1240.0	1480.9	83.7%	49	50	98.0%	82.1%
12/10/2021	1240.0	1442.2	86.0%	46	50	92.0%	79.1%
13/10/2021	1240.0	1452.2	85.4%	44	50	88.0%	75.1%
14/10/2021	1240.0	1472.1	84.2%	45	50	90.0%	75.8%
15/10/2021	1240.0	1448.9	85.6%	44	50	88.0%	75.3%
16/10/2021	1240.0	1458.8	85.0%	41	50	82.0%	69.7%
18/10/2021	1240.0	1440.0	86.1%	45	50	90.0%	77.5%
19/10/2021	1240.0	1453.3	85.3%	46	50	92.0%	78.5%
20/10/2021	1240.0	1441.1	86.0%	45	50	90.0%	77.4%
21/10/2021	1240.0	1450.0	85.5%	50	50	100.0%	85.5%
22/10/2021	1240.0	1430.1	86.7%	42	50	84.0%	72.8%
23/10/2021	1240.0	1431.2	86.6%	47	50	94.0%	81.4%
25/10/2021	1240.0	1406.8	88.1%	49	50	98.0%	86.4%
26/10/2021	1240.0	1401.3	88.5%	43	50	86.0%	76.1%
27/10/2021	1240.0	1421.2	87.2%	49	50	98.0%	85.5%
28/10/2021	1240.0	1407.9	88.1%	48	50	96.0%	84.5%
29/10/2021	1240.0	1363.7	90.9%	47	50	94.0%	85.5%
30/10/2021	1240.0	1407.9	88.1%	48	50	96.0%	84.5%
1/11/2021	1240.0	1369.2	90.6%	48	50	96.0%	86.9%
2/11/2021	1240.0	1372.5	90.3%	49	50	98.0%	88.5%
3/11/2021	1240.0	1348.2	92.0%	50	50	100.0%	92.0%
4/11/2021	1240.0	1334.9	92.9%	49	50	98.0%	91.0%
5/11/2021	1240.0	1349.3	91.9%	49	50	98.0%	90.1%
6/11/2021	1240.0	1313.9	94.4%	50	50	100.0%	94.4%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la tabla anterior permite mostrar el nivel de desempeño de la eficiencia como la comparación del tiempo utilizado en la producción sobre el tiempo programado para el cúmulo de actividades, es decir, que tan cerca se encuentra el desempeño óptimo. A lo largo de los 30 días posteriores a la implementación de cambios se observa una disminución del tiempo operativo, el cual se acerca al escenario adecuado y planificado, es decir, se cumple con un buen empleo del recurso productivo más importante, el tiempo del trabajador, dado que en el final se obtiene una relación de 1313 minutos sobre 1240 necesarios, es decir, un cumplimiento del 94.4 %. Por otro lado, la eficacia se mide a través de la comparación de la cantidad producida sobre la planificada, la cual posee valores máximos de 50 hasta el mínimo de 41 unidades sobre las 50 programadas. La combinación de ambos factores muestra una reducción importante de la productividad que pasa de 67.3 % a 94.4 %; para graficar los cambios descritos se presentan las siguientes figuras.

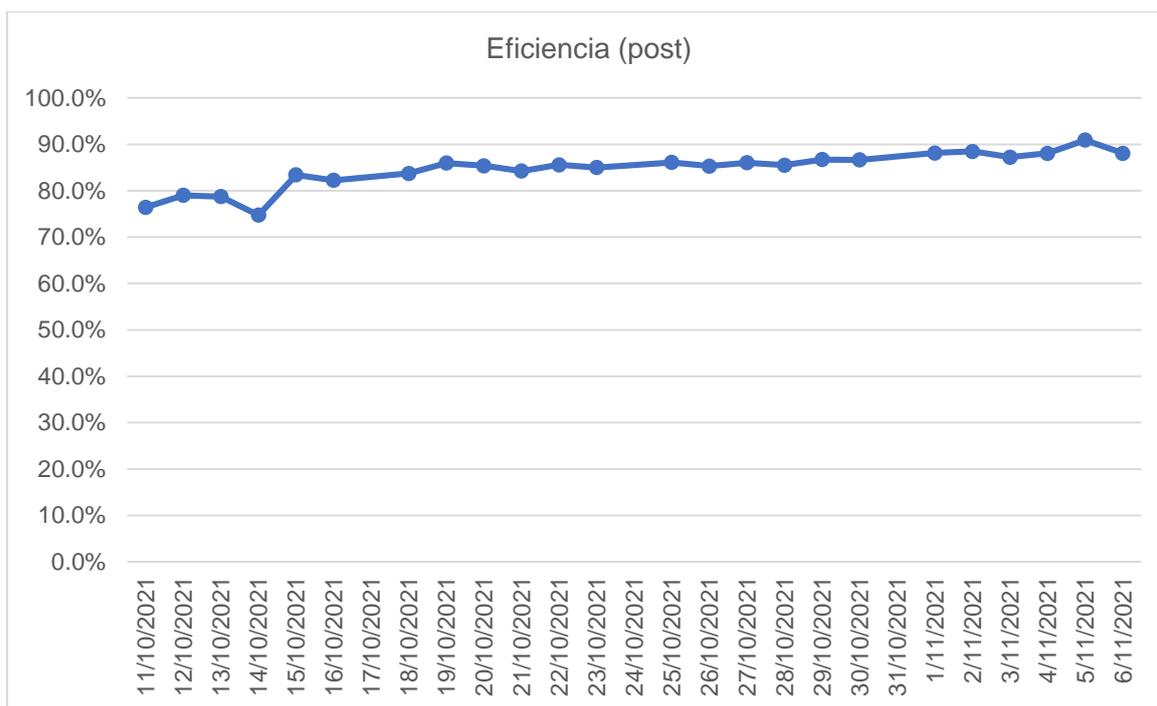


Figura 41 Análisis previo de la dimensión eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Durante 30 días posteriores se observa un desempeño regular de la eficiencia, en tanto que no se evidenció una tendencia creciente debido al mejor manejo del sistema de producción, al control y la implementación de una metodología para la

gestión del tiempo. En este sentido, durante los primeros días del escenario posterior el indicador oscila entre 76.4 % y 85.4 %, para luego experimentar un incremento hasta el 90%.1% para el día 53 y contar con fluctuaciones cerca a dicho valor. Por último, hacia los días finales de evaluación el indicador logra el valor máximo 94.4 %. De forma similar, se ha procedido a evaluar la eficacia, segunda dimensión de la productividad, a través de la siguiente figura.

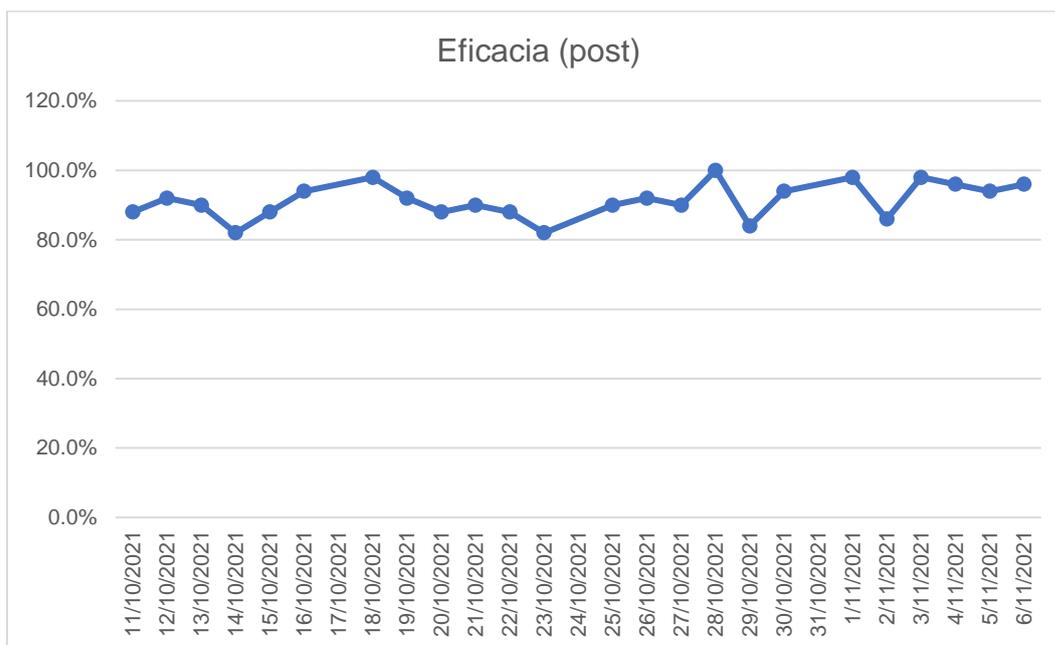


Figura 42 Análisis previo de la dimensión eficacia

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la eficacia se efectúa a través de la comparación respecto a las cantidades producidas sobre el total de planificadas, es decir, el escenario real sobre el óptimo según la capacidad instalada de producción. En la figura anterior se observa que dicha comparación ha sido positiva en el escenario posterior, en tanto que si bien es cierto se evidenció un comportamiento irregular, este tiende hacia el alza puesto que el valor inicial de la eficacia que corresponde a 88 % y en el final se logra un cumplimiento del 100 %. Ello implica que se ejecutan las labores dentro de un tiempo suficiente para programarlas, en tanto que el desempeño se ha podido acercar al valor óptimo programado por la dirección

Por último, se presenta una figura con la evolución de la productividad durante los 30 días de análisis posterior, en tanto que este valor se obtiene como multiplicación de las dimensiones de eficiencia y eficacia.

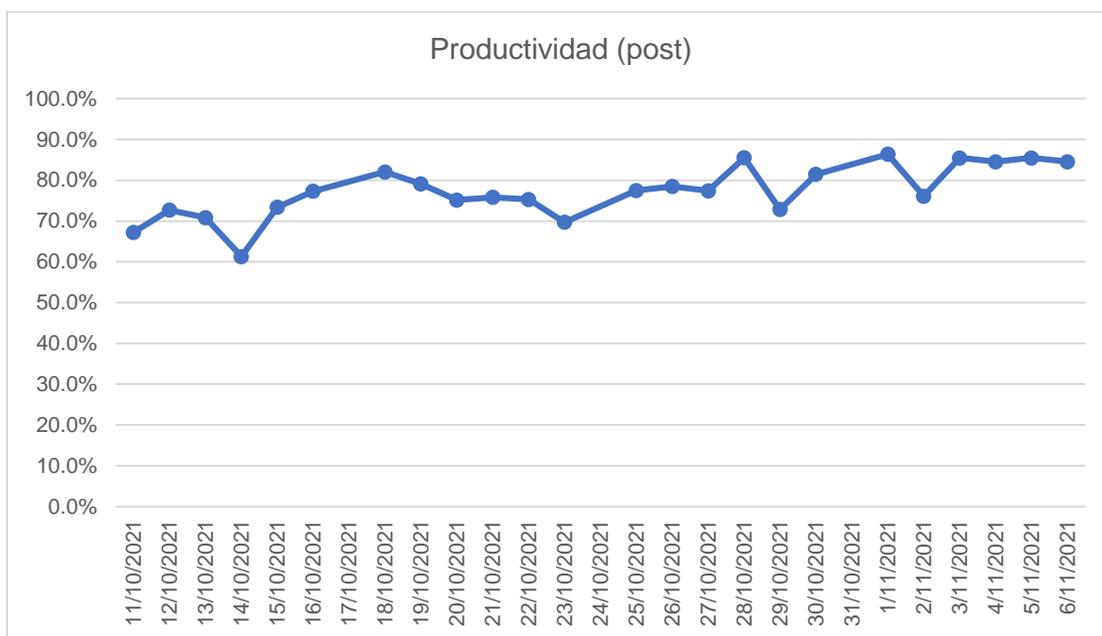


Figura 43 Análisis previo de la variable productividad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa que la productividad cuenta con una evolución con tendencia al alza, en tanto que durante los primeros días se pasa del 67.3 % hasta un valor máximo de 94.4 %; a partir de dicho punto se presentan grandes fluctuaciones que reflejan irregularidad, en tanto que acercándose a los últimos días este valor logra un incremento importante para alcanzar una productividad de 94.4%.

3.5.5. Análisis económico financiero

En la presente sección se detallan los costos para implementar la ingeniería de métodos propuesta, así como el flujo de caja estimado y los indicadores financieros de mayor relevancia en términos económicos y financieros.

Tabla 27

Costos de la implementación

		Cantidad	Monto	Total
Capacitaciones	Sistema virtual	1	350	350
	Programa de capacitaciones	1	250	250
	Material de capacitaciones	20	3	60
	Instructivos	10	8	80
Gestión del área de trabajo	Trapos	50	1	50
	Escobas	4	8	32
	Desinfectante	5	7	35
	Strech film	10	12	120
	Cajas	500	2	750
	Limpieza general	1	200	200
Gestión del trabajo	Fichas	100	1	100
	Cronometro	2	80	160
	Procedimientos	20	3	50
Ingeniería de métodos	Análisis de investigadores	1	1,800	1,800
	Fichas	100	2	200
	Plumones	20	2	40
Inspecciones	Auditoría externa	1	750	750
	Fichas de control	100	1	100
	Sistema de cámaras	1	450	450
Total				5,577

Elaboración propia

En los costos detallados para la implementación se consideran las capacitaciones, la gestión del área de trabajo, la ingeniería de métodos y las inspecciones; a su vez, se declaran los requerimientos físicos, tales como el material de capacitaciones, trapos, escobas, fichas, cronómetros, plumones, sistema de cámaras, entre otros, cada uno con la cantidad de elementos requeridos y el valor total. Por tanto, se tiene que los costos ascienden a un total de S/. 5,577 soles.

Tabla 28

Flujo de caja

	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	Día 28	Día 29	Día 30
Ingresos																															
Producción pre		369	370	368	366	369	371	368	366	371	366	368	367	370	368	369	370	367	365	368	369	364	362	367	365	362	368	366	365	364	363
Producción post		371	368	381	378	365	374	403	367	409	391	405	402	385	401	389	407	413	395	387	411	392	397	399	404	396	415	410	414	416	419
Incremento		2	-2	13	12	-4	3	35	1	38	25	37	35	15	33	20	37	46	30	19	42	28	35	32	39	34	47	44	49	52	56
Costo de producto		38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Ingreso adicional		77	-77	499	461	-154	115	1,344	38	1,459	960	1,421	1,344	576	1,267	768	1,421	1,766	1,152	730	1,613	1,075	1,344	1,229	1,498	1,306	1,805	1,690	1,882	1,997	2,150
Costos																															
Costo de implementación	-3,650																														
Costo de mantenimiento		0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927
Total de costos	-3,650	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927	0	0	0	0	-1,927
Flujo de caja	-3,650	77	-77	499	461	-2,081	115	1,344	38	1,459	-967	1,421	1,344	576	1,267	-1,159	1,421	1,766	1,152	730	-314	1,075	1,344	1,229	1,498	-621	1,805	1,690	1,882	1,997	223
Flujo acumulado	-3,650	-3,573	-3,650	-3,151	-2,690	-4,771	-4,655	-3,311	-3,273	-1,814	-2,781	-1,360	-16	560	1,827	668	2,089	3,855	5,007	5,737	5,423	6,498	7,842	9,071	10,568	9,947	11,752	13,441	15,323	17,320	17,543

Elaboración propia

El flujo de caja estimado a partir de la inversión en la implementación de la ingeniería de métodos, donde se tiene que en el periodo cero la inversión total fue de S/. 3,650 soles por lo que se reporta con valor negativo; durante los días siguientes se obtuvieron ingresos positivos, pero no lograron cubrir el costo de la inversión hasta el día 13, donde se obtuvo un valor positivo de S/. 560 soles. Al finalizar los 30 días, el flujo de caja se calculó en S/. 17,543 soles, evidenciando un retorno considerablemente mayor a los S/. 3,650 soles invertidos inicialmente.

Tabla 29

Indicadores financieros

Indicador	Valor
VAN	S/9,012.84
COK	2.50%
TIR	9.91%
B-C	2.153

Elaboración propia

Con la información vertida anteriormente, se calculan los indicadores financieros que resultan relevantes para tomar la decisión de inversión. El valor actual neto se calculó en S/. 9,012.84 soles, lo que representa el valor actualizado de la ganancia esperada a partir la inversión realizada en el presente; a su vez, el COK se calculó en 2.5%, lo que representa la mínima tasa de rentabilidad que puede aceptar el inversionista, dicho valor también es conocido como el costo de oportunidad del capital; adicionalmente, el TIR se calculó en 9.91%, siendo esta la rentabilidad esperada por la inversión; por último, el ratio beneficio costo se calculó en 2.153.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), “el método de análisis de datos es aplicar análisis cuantitativo, porque las variables se pueden expresar numéricamente. Para probar las hipótesis y analizar los datos, se utilizarán métodos estadísticos” (p.408). En la investigación, además del software estadístico SPSS v.25 (que nos permite administrar la base de datos), también se utilizó un programa Excel para procesar los datos recolectados por el instrumento. La cantidad de datos es grande, por lo que mostrará los datos en tablas y gráficos.

3.7. Aspectos éticos

La investigación fue desarrollada en Fusimec SRL de manera estable y honesta en busca de beneficio mutuo, con un espíritu profesional y digno acorde con el ser humano. Certifico que las fuentes y materiales de referencia utilizados en el proyecto serán manejados como corresponda, además de respetar las actividades intelectuales y ser manejadas adecuadamente. Los datos facilitados por la empresa son estrictamente confidenciales para asegurar su normal funcionamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

Descriptivos del procesamiento de datos: Productividad

El primer aspecto por describir es la variable productividad, en tanto que el objetivo principal de la presente investigación fue su incremento a lo largo del tiempo. En este sentido, se presenta el análisis descriptivo con el empleo del programa SPSS v.25

Procesamiento de datos de la variable: Productividad

En primer lugar, es necesario conocer el procesamiento de datos respecto a la variable dependiente, aquella que requiere un cambio que es la productividad; adicionalmente, se comenta el porcentaje de la evaluación.

Tabla 30

Resumen del procesamiento de datos de la productividad

	Escenario	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad	Previo	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
	Posterior	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

En la tabla anterior se observa que tanto en el escenario previo y posterior se han procesado un total de 30 unidades en cada caso, es decir, el 100%. Por otro lado, para el análisis descriptivo se utilizarán histogramas para evidenciar el comportamiento de los datos de manera gráfica, así como sus medias de tendencia central y dispersión.

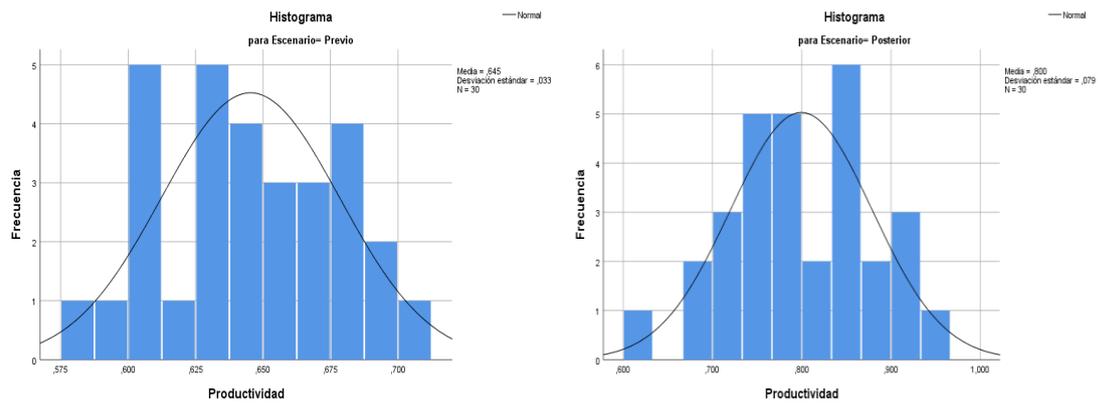


Figura 44 Histogramas antes y después de la variable productividad

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Interpretación:

Se observa que, durante el escenario previo, la productividad alcanzó una media del 64.53%, la mediana fue de 64.39 % con una desviación de 0.033. Por otro lado, se menciona que el valor de productividad fluctúa en un mínimo de 57.9 % y un valor máximo de 70.8 %, es decir, existe un rango de 13 %; adicionalmente, se observa una asimetría de -0.759 y una curtosis de 0.51. Respecto al el escenario posterior, se presentaron indicadores de media del 79.95 %, la mediana fue de 78.79 %, varianza de 0.006 con una desviación de 0.079321. Además, se menciona que el valor de productividad posterior fluctúa en un mínimo de 61.3 % y un valor máximo de 94.4 %, existe un rango de 33.1 %; adicionalmente, se observa una asimetría de -0.201 y una curtosis de -0.370.

Procesamiento de datos de la dimensión: Eficiencia

El segundo elemento por describir es la dimensión eficiencia en tanto que uno de los objetivos específicos de la presente investigación fue su incremento a lo largo del tiempo. En este sentido, se ha empleado la estadística descriptiva a través del programa SPSS v.25 en donde se calculó el procesamiento de casos en ambos escenarios en la siguiente tabla.

Tabla 31

Resumen del procesamiento de casos de la dimensión eficiencia

	Escenario	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia	Previo	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
	Posterior	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

En la tabla anterior se observa que tanto en el escenario previo y posterior se han procesado un total de 30 unidades en cada caso, es decir, el 100%. Por otro lado, para el análisis descriptivo se utilizarán histogramas para evidenciar el comportamiento de los datos de manera gráfica, así como sus medias de tendencia central y dispersión.

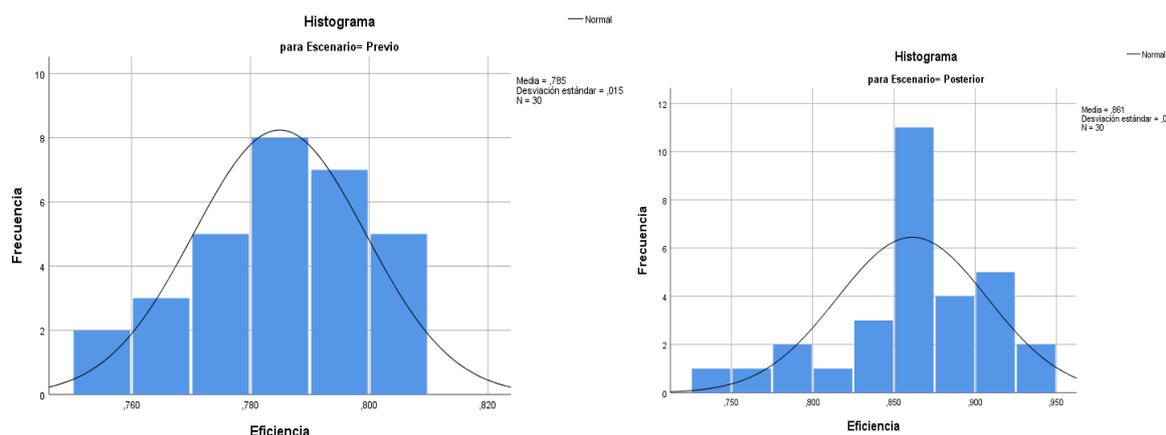


Figura 45 Histogramas antes y después de la dimensión eficiencia

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Interpretación:

Durante el escenario previo, la eficiencia alcanzó una media del 78.49%, la mediana fue de 78.62% con una desviación de 0.01452. Por otro lado, se menciona que el valor de la eficiencia varía entre un mínimo de 75% y un valor máximo de 81%, es decir, existe un rango de 6%; adicionalmente, se observa una asimetría de -0.444 y una curtosis de -0.240. Respecto al el escenario posterior, se presentaron indicadores de media del 86.13 %, la mediana fue de 86.08 %, varianza de 0.002 con una desviación de 0.04641. El valor posterior fluctúa en un mínimo de 75 % y

un valor máximo de 94 %, existe un rango de 20 %; adicionalmente, se observa una asimetría de -0.622 y una curtosis de 0.489.

Procesamiento de datos de la dimensión: Eficacia

El tercer elemento por describir es la dimensión eficacia en tanto que uno de los objetivos específicos de la presente investigación fue su incremento a lo largo del tiempo y el procesamiento de casos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 32

Resumen del procesamiento de casos de la dimensión eficacia

	Escenario	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia	Previo	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
	Posterior	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

En la tabla anterior se observa que tanto en el escenario previo y posterior se han procesado un total de 30 unidades en cada caso, es decir, el 100%. Por otro lado, para el análisis descriptivo se utilizarán histogramas para evidenciar el comportamiento de los datos de manera gráfica, así como sus medias de tendencia central y dispersión.

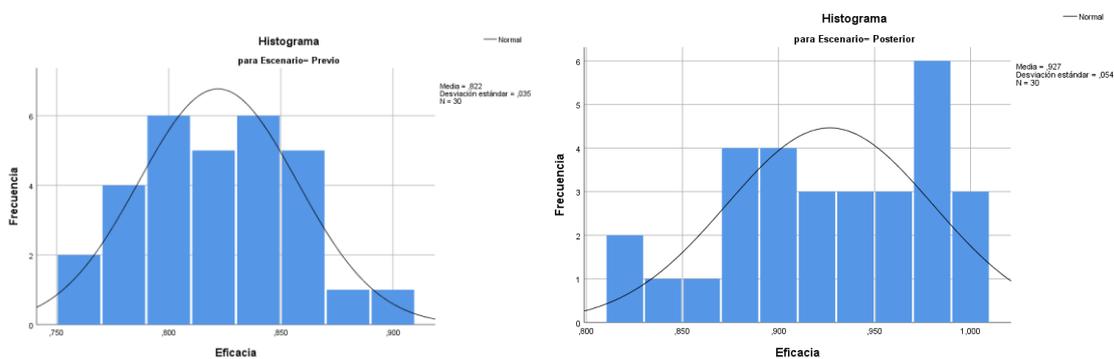


Figura 46 Histogramas antes y después de la dimensión eficacia

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Interpretación:

Se observa que, durante el escenario previo, la eficiencia alcanzó una media del 82.2 %, la mediana fue de 82 % con una desviación de 0.0353. Por otro lado, se menciona que el valor de la eficiencia varía entre un mínimo de 76 % y un valor máximo de 90 %, es decir, existe un rango de 14 %; además, se observa una asimetría de 0.119 y una curtosis de -0.511. En el escenario posterior, se presentaron indicadores de media del 92.66 %, la mediana fue de 93 %, varianza de 0.003 con una desviación de 0.0536; el valor posterior fluctúa en un mínimo de 82 % y un valor máximo de 100 %, existe un rango de 180 % en tanto que se observa una asimetría de -0.394 y una curtosis de -0.802.

4.2. Análisis Inferencial

La evaluación de la estadística inferencial permite aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en la investigación y para ello se debe mostrar el análisis general y específico.

Análisis de la hipótesis general

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Para el análisis inferencial de la hipótesis general, en primer lugar, se debe determinar si los datos cumplen un comportamiento paramétrico o no; en este sentido, se ha empleado el estadígrafo Shapiro-Wilk debido a que los datos son de 30 para cada caso.

Regla de decisión:

Si Sig. > 0.05, los datos muestran un comportamiento paramétrico

Si Sig. ≤ 0.05, los datos muestran un comportamiento no paramétrico

Tabla 33

Prueba de normalidad de productividad antes y después Shapiro- wilk

Prueba de Normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,983	30	,893
Productividad después	,981	30	,853

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Interpretación:

Se evidencia que la significancia de la productividad en los periodo previo y posterior alcanzan valores mayores a 0,05, por consiguiente, queda demostrado que tuvieron comportamientos paramétricos, dado el resultado se procede a contrastar la mejora de la productividad con el estadígrafo T de Student.

Contraste de la hipótesis general

Ho: La Implementación de la ingeniería de métodos no mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Regla de decisión:

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

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

Dónde:

μPa : Es la medida de la productividad previa

μPd : Es la medida de la productividad posterior

Tabla 34

Estadísticos inferenciales de productividad antes y después

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Productividad Pre	,64535	30	,033058	,006036
Productividad Post	,79955	30	,079321	,014482

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

A partir de los datos anteriores se observa que la media de la productividad antes (64.53%) es menor a la media de la productividad después (79.95%), por ello se rechaza la regla de decisión que la productividad antes es mayor o igual a la productividad después, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

A fin de confirmar que el análisis es correcto se procede al análisis mediante la significancia de los resultados a través de T de Student a ambos tiempos de productividades, tomando en cuenta:

Regla de decisión

Si significancia ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si significancia > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

Tabla 35

Estadísticos de prueba de T – Student de la hipótesis general

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Productividad Pre – Productividad Post	-,154202	,097987	,017890	-,190791	-,117613	-8,619	29	,000

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

La significancia de la prueba de T student tomada a la productividad previa y posterior fue de 0,000 por ello y en concordancia con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna donde la aplicación de la implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Hipótesis específica 1

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Un paso previo para el análisis inferencial de la hipótesis específica 1, es determinar si los datos cumplen un comportamiento paramétrico o no; en este sentido, se ha empleado el estadígrafo Shapiro-Wilk debido a que los datos son de 30 para cada caso.

Regla de decisión:

Si Sig. > 0.05, los datos muestran un comportamiento paramétrico

Si Sig. ≤ 0.05, los datos muestran un comportamiento no paramétrico

Tabla 36

Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro - Wilk

	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia (antes)	,971	30	,577
Eficiencia (después)	,955	30	,223

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se observa que la significancia de las eficiencias previa y posteriores al cambio obtuvieron valores mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo con las premisas de decisión, queda demostrado que tuvieron comportamientos paramétricos.

Contraste de la hipótesis específica 1

Ho: La Implementación de la ingeniería de métodos no mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Regla de decisión:

$$H_0: \mu E_{fa} \geq \mu E_{fd}$$

$$H_a: \mu E_{fa} < \mu E_{fd}$$

Dónde:

μE_{fa} : Es la medida de la eficiencia previa

μE_{fd} : Es la medida de la eficiencia posterior

Tabla 37

Estadísticos inferenciales antes y después de la eficiencia

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Eficiencia antes	30	,7849	,01452	,00265
Eficiencia después	30	,8613	,04641	,00847

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se ha demostrado que la media de la eficiencia antes (0.7849) fue inferior a la media de la eficiencia después (0.8613), por ello se rechaza la regla de decisión de que la eficiencia antes fue mayor o igual la eficiencia después, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

A fin de confirmar que el análisis es correcto se procede al análisis mediante la significancia de los resultados a través de T de Student a ambos tiempos de la eficiencia.

Regla de decisión

Si significancia ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si significancia > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

Tabla 38

Estadístico inferencial de eficiencia con T – Student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficiencia Pre – Eficiencia Post	-,07635	,05330	,00973	-,09626	-,05645	-7,846	29	,000

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se verifica que la significancia de la prueba de T student aplicada a la eficiencia previa y posterior fue de 0,000 por ello y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna donde La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Hipótesis específica 2

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

A fin de contrastar correctamente a la segunda hipótesis específica, es necesario determinar si los datos corresponden o no a la serie de la eficacia antes y después con comportamiento paramétrico; en este sentido, se ha empleado el estadígrafo Shapiro-Wilk debido a que los datos son de 30 para cada caso.

Regla de decisión:

Si Sig. > 0.05, los datos muestran un comportamiento paramétrico

Si Sig. \leq 0.05, los datos muestran un comportamiento no paramétrico

Tabla 39

Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro - Wilk

	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia (antes)	,963	30	,359
Eficacia (después)	,936	30	,069

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se evidencia que la significancia de las eficacia previa y posterior a la implementación, tuvieron valores mayores a 0.05, por lo tanto y según las premisas de decisión, queda demostrado que tuvieron comportamientos paramétricos.

Contrastación de la hipótesis específica 2

Ho: La Implementación de la ingeniería de métodos no mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Ha: La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

Regla de decisión:

$$H_0: \mu E_{fa} \geq \mu E_{fd}$$

$$H_a: \mu E_{fa} < \mu E_{fd}$$

Dónde:

μE_{fa} : Es la medida de la eficacia previa

μE_{fd} : Es la medida de la eficacia posterior

Tabla 40

Estadísticos inferenciales antes y después de la eficiencia

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Eficacia Pre	,82200	30	,035370	,006458
Eficacia Post	,92667	30	,053648	,009795

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se ha determinado que la media de la eficacia antes (82.22%) fue inferior a la media de la eficiencia después (92.67%), por ello se rechaza la regla de decisión $H_0: \mu E_{fa} \geq \mu E_{fd}$, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

A fin de confirmar que el análisis es correcto se procede al análisis mediante la significancia de los resultados a través de T de Student a ambos tiempos de la eficacia, tomando en cuenta la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión

Si significancia ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si significancia > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

Tabla 41

Estadístico inferencial de eficacia con T – Student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficacia Pre – Eficacia Post	-,104667	,070208	,012818	-,130883	-,078450	-8,165	29	,000

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

Se evidencia que la significancia de la prueba de T student aplicada a la eficacia previa y posterior fue de 0,000 por ello y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna donde La Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021

V. DISCUSIÓN

En esta sección se muestra la discusión de resultados; ello permite conocer si se ha seguido con la tendencia o si se han logrado alcances distintos. A partir de ello, se menciona lo siguiente.

En primer término, se sostiene que la Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística se mostró que la media de la eficiencia antes (78.49%) fue menor a la media de la eficiencia después (86.13%); adicionalmente. En el escenario nacional se han observado varias similitudes, como en el trabajo en Rosas (2017) con el empleo de la ingeniería de métodos identifica los problemas que afectan la productividad del proceso de ensamblaje y partir de los cambios la eficiencia se incrementa desde 92.22% hasta 95.47%, entre los escenarios previo y posterior, respectivamente.

Asimismo, en Vásquez (2017) gracias a la implementación de las herramientas de la ingeniería de métodos el análisis determinó un tiempo total de producción de 26,39 minutos; a partir de ello, la eficiencia se incrementa en 88%. A nivel internacional, en Peralta (2019) a través de la implementación de la ingeniería de métodos se obtiene un mejor desempeño más eficiente que se expresa en la eliminación de las mejoras innecesarias hasta en 19 % y el tiempo se reduce en 26.46%. Un resultado similar, se observa en Takakuwa, Yang y Nagatsuka (2018) dado que la aplicación de esta metodología permitió identificar 4 no conformidades que fueron eliminadas y el tiempo estándar de operación se redujo de 44 a 33.9 segundos, lo cual implica un incremento de la eficiencia de operaciones 23%.

En segundo lugar, se comenta que la Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística se menciona que la media de la eficacia antes (82.22 %) fue inferior a la media posterior (92.67 %). Un hallazgo similar se observa en Rosas (2017) dado que a partir de la aplicación de esta técnica se identificó un cuello de botella que generaba retrasos y con la solución de dicho inconveniente la eficacia se un incremento de 73.3% hasta 94.36%; por lo tanto, se concluye que la

ingeniería de métodos logra un incremento de la eficacia. De forma similar, en Vásquez (2017) la aplicación de mejoras en base al estudio de tiempos y movimientos lo que permite un incremento de la eficacia hasta el 80% con una producción de 32.7 sacos al mes.

A nivel internacional, en Machado, Lorente y Mugmal (2019) un cambio similar permite un cambio en el proceso productivo y arroja resultados positivos la reducción del número de actividad para el proceso lo que implica una reducción desde los 14.05 minutos en el escenario previo hasta los 13.08 minutos en el escenario posterior, ello colabora en el alcance de metas del sistema productivo a fin de lograr un mejor desempeño. Por otro lado, en Takakuwa, Yang y Nagatsuka (2018) la ingeniería de métodos permite desarrollar una nueva planificación del trabajo, el empleo de las herramientas para el estudio de tiempos, el balanceo de la línea y la simulación de proceso a fin de encontrar el sistema adecuado; lo cual permite alcanzar las metas de producción en la compañía.

Finalmente, demuestra la Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística queda demostrado que la media de la productividad antes (64.53 %) fue menor a la media después (79.95 %). En el escenario internacional se observa una similitud en el trabajo desarrollado por Montoya et al. (2020) muestra el desarrollo de la implementación que logró incrementar la productividad del operario (expresada en piezas por horas – hombre) desde un escenario inicial de 20% hasta el 40%, ello debido a la eliminación de algunas actividades para emplear mejora el tiempo.

Asimismo, en Machado, Lorente y Mugmal (2019) mediante dicha metodología la productividad logró un incremento en 12.3%, lo cual se suma a un ahorro económico de USD 4,020 dólares. De forma similar, en Pandey (2019) implementación esta metodología colaboró en incrementar la productividad en 4.02 %, además de la disminución de los gastos de costo hasta USD 23,112 dólares de forma anual con una reducción del contenido del trabajo. En el escenario nacional, en Ganoza (2018) se obtiene un cambio de 37.5% en la productividad, lo cual se expresa a través del ahorro en la mano de obra de S/ 0.02 soles por

kilogramo, en tanto que en Rosas (2017) también se implementó la ingeniería de métodos y a partir de la comparación de resultados, en el análisis previo se obtuvo una productividad de 67,34% y después de la aplicación la productividad aumentó en un 90,06%.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones se redactaron tomando en cuenta los objetivos delimitados al inicio y los resultados luego de la implementación de cambios; en este sentido, se menciona lo siguiente.

En primer lugar, se concluye que la Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística queda quedado verificado que la media de la eficiencia previa (78.49%) fue inferior a la media de la eficiencia posterior (86.13%); adicionalmente, ello se confirma con la estadística inferencial a través de la significancia de T - Student de $0.000 < 0.05$.

En segundo lugar, se concluye que la Implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística queda quedado evidenciado que la media de la eficacia previa (82.22 %) fue inferior a la media posterior (92.67%); además, ello se confirma con la estadística inferencial a través de la significancia del estadígrafo T de Student con significancia de $0.000 < 0.05$.

Finalmente, se concluye que la Implementación de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021, en tanto que con el uso de la estadística queda quedado demostrado que la media de la productividad antes (64.53 %) fue menor a la media después (79.95 %); adicionalmente, ello se confirma con la estadística inferencial a través de la significancia del estadígrafo T de Student con significancia de $0.000 < 0.05$.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de demostrar que los métodos empleados en la investigación pueden aumentar la productividad, se mencionan sugerencias para la junta directiva, los gerentes y supervisores en diferentes campos respectivamente:

Se recomienda utilizar primero las herramientas de ingeniería para la gestión de la calidad en los procesos y de dicha manera evaluar de forma continua la problemática para incrementar la productividad, en tanto que existen otros problemas aun no resueltos en la empresa.

En segundo lugar, se recomienda extender la tecnología de mejora de los métodos de trabajo a las áreas de fundición y moldeo, dado que presentan inconvenientes con los tiempos de operación.

Finalmente, se recomienda actualizar cada cambio en el método de trabajo o cualquier operación en la tabla del método de control para mantener un mejor registro e informar a todo el personal de los cambios en curso; además, evaluar cada mejora en el método de trabajo y mejorar el tiempo y estandarizarlo.

REFERENCIAS

1. AL CHAER, E., & Issa, F. (2020). Engineering Productivity Measurement: A Novel Approach. *Journal of Construction Engineering and Management* 146 (8), 1-12. Disponible en: DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001875.
2. ANAYA, J. (2016). *Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica*. Madrid, España: ESIC Editorial. Disponible en <https://books.google.com/books?id=7JkkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Organizaci%C3%B3n+de+la+producci%C3%B3n+industrial:+Un+enfoque+de+gesti%C3%B3n+operativa+en+f%C3%A1brica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjCr7i6jNryAhWXIrkGHfuuAY0Q6AEwAHoECAgQAQ>
3. ARAQUE, G., Gómez, M., Vélez, J., & Suárez, A. (2020). Planning and implementation of a study of times and methods in the Packaging Logistics Center (PLC) of industrial gas - analysis and standardization of production. *Harvard Deusto Business Research* 9 (1), 84-104. Disponible en: <https://doi.org/10.3926/hdbr.270>.
4. ASPARA, J., Klein, J., Luo, X., & Tikkanen, H. (2018). The Dilemma of Service Productivity and Service Innovation: An Empirical Exploration in Financial Services. *Journal of Service Research* 21 (2), 249-262. Disponible en <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1094670517738368>
5. BCRP. (2021). *Reporte de inflación. Junio 2021*. Lima.: Banco Central de Reserva del Perú. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2021/junio/reporte-de-inflacion-junio-2021.pdf>
6. BHARDWAJ, A., Nagar, J., & Mor, R. (2018). Productivity gains through PDCA approach in an Auto Service Station. *Proceedings of the 2nd IEOM European Conference on Industrial Engineering and Operations Management* , 2595- 2602. Disponible en: <http://www.ieomsociety.org/paris2018/papers/487.pdf>
7. BUZON, J. (2019). *Operaciones y procesos de producción*. Madrid, España: Editorial ELEARNING. Disponible en:

- <https://books.google.com/books?id=q3XIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Operaciones+y+procesos+de+producci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiOtMWjtryAhVVqZUCHRbgCZgQ6AEwAHoECAYQAq>
8. CARVALHO, J., Magalhães, A., Vasconcelos, P., Soares, A., & Martins, A. (2019). Study of times and movements in the service sector: an analysis in a beauty salon. *Independent Journal of Management & Production* 10 (2), 574-595. Disponible en; <https://doi.org/10.14807/ijmp.v10i2.842>.
 9. CONCEIÇÃO, R., Silva, G., & Pinto, L. (2017). Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the au-tomotive industry. *Procedia Manufacturing Vol 11* , 1035 – 1042. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>.
 10. CUSMA, N. (2018). *Propuesta de mejora en la distribución de planta y los métodos de trabajo para reducir el costo de producción de alimentos procesados en un supermercado*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625135>
 11. FAN, C., Sun, Y., Zhao, Y., Song, M., & Wan, J. (2019). Deep learning-based feature engineering methods for improved building energy prediction. *Applied Energy Vol 240 N° 15*, 35-45. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.052>.
 12. FU, M., & Shen, H. (2020). COVID-19 and Corporate Performance in the Energy Industry. *Energy Research Letters* 1 (1), 1-5. Disponible en <https://doi.org/10.46557/001c.12967>.
 13. GANIVET, J. (2017). *Diseño y organización del almacén*. Madrid, España: Editorial Elearning S.L. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Z35XDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Dise%C3%B1o+y+organizaci%C3%B3n+del+almac%C3%A9n&hl=es&sa=X&redir_esc=y
 14. GANOZA, R. (2018). *Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa*

- Agroindustrial Estanislao del Chimú*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14846>
15. GONZALES, O., & Arcienagas, J. (2016). *Sistema de gestión de calidad: Teoría y práctica bajo la norma ISO 2015*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=baUwDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Sistema+de+gesti%C3%B3n+de+calidad:+Teor%C3%ADa+y+pr%C3%A1ctica+bajo+la+norma+ISO+2015&hl=es&sa=X&redir_esc=y
 16. HARRISON, R., Vera, D., & Ahmad, B. (2016). Engineering Methods and Tools for Cyber–Physical Automation Systems. *Proceeding of the IEEE Vol 104 N° 5*; , 973 - 985. Disponible en: DOI: 10.1109/JPROC.2015.25106655.
 17. HAZWANI, N., Fitri, N., & Shah, S. (2018). Empirical Evidence on Failure Factors of Warehouse Productivity in Malaysian Logistic Service Sector. *The Asian Journal of Shipping and Logistics Vol 34 N° 2*, 151-160. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2018.06.012>.
 18. HERNANDEZ, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.: Mac Graw-Hill Internacional Editores S.A. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
 19. HERRERA, M., & Arias, C. (2021). Flexible Manufacturing Systems: A Methods Engineering and Operations Management Approach. *International Conference on Intelligent Human Systems Integration Vol 1322*, 760-76. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68017-6_113.
 20. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Producción Nacional se redujo en 16.26% en marzo del 2020*. Lima.: Nota de Prensa N° 063. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de->
 21. KANAWATY, G. (2001). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo. Disponible en:

<https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

22. KAZARYAN, R., Andreeva, P., & Galaeva, N. (2019). System Approach of Organization Methods and Ways of Road Construction Mobilization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 661, 2-6. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/661/1/012146.
23. KIRAN, D. (2020). *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*. Oxford, Reino Unido: BSP Books Pvt. Ltda. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128199565/work-organization-and-methods-engineering-for-productivity>
24. MACHADO, C., Lorente, L., & Mugmal, J. (2019). Work Organization through Methods Engineering and Time Study to Increase Productivity in a Floriculture Company: A Case Study. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bangkok, Thailand, 1956-1963*. Disponible en <http://www.ieomsociety.org/ieom2019/papers/458.pdf>
25. MOCHIDA, K., Koda, S., Inoue, K., Hirayama, T., Tanaka, S., Nishi, R., & Melgani, F. (2018). Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity: a machine learning perspective. *GigaScience Vol 8 No 1*, 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy153>.
26. MONTOYA, M., González, A., Mendoza, I., Gil, M., & Ling, J. (2020). Method Engineering to Increase Labor Productivity and Eliminate Downtime. *Journal of Industrial Engineering and Management* 13 (2), 321-331. Disponible en <https://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/3047>
27. ÑAUPAS, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis*. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VzOjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+cuantitativa+-+cualitativa+y+redacci%C3%B3n+de+tesis.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjWxdHI2NvyAhWppZUCHR4wBCKQ6AEwAHoECAYQAg>

28. PALACIOS, L. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=S6YwDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Ingenier%C3%ADa+de+m%C3%A9todos:+Movimientos+y+tiempos&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=variaci%C3%B3n%20de%20movimientos&f=false
29. PANDEY, R. (2019). Ameliorating productivity in lubricant industry using industrial engineering tools. *International Journal of Business Management & Research (IJBMR)* 9(5), 1-12; ISSN: 2249–6920. Disponible en <http://www.tjprc.org/publishpapers/2-32-1567741829-1.IJBMROCT20191.pdf>
30. PATEL, D., & Tomar, P. (2017). A Review on Optimization in Total Operation Time Through Maynard Operation Sequence Technique. *International Journal of Science Technology & Engineering* 3 (9), 13-16; ISSN (online): 2349-784X. Disponible en: <http://www.ijste.org/articles/IJSTEV3I9013.pdf>
31. PAUCAR, K. (2019). *Propuesta de mejora de métodos de trabajo en el área de acabado, para incrementar la productividad de la empresa MetalBus S.A. Trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21869?locale-attribute=en>
32. PERALTA, V., Palma, P., Lara, F., Sims, C., Del Mundo, J., Bert, S., & Juan, D. (2019). Increasing Productivity in Garments Manufacturing through Time Standardization and Work Measurement. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1719- 1726. Disponible en <http://ieomsociety.org/ieom2019/papers/413.pdf>
33. PIETOWSKA, R. (2019). Productivity management in the contemporary enterprise - analysis evaluation and improvement. *Humanities and Social Sciences Vol 24 N° 4*, 115-125. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Productivity-Management-in-the->

Contemporary-and-Pi%C4%99towska-
Laska/15442f0aad27ea69584d3ebdce787281699e3684

34. POWELL, M. (2019). Productivity and credibility in industry equilibrium. *Journal of Economics Vol 50 No 1*, 121–146. Disponible en:
<https://doi.org/10.1111/1756-2171.12264>.
35. PRAKASH, D., & Kumar, A. (2019). Supply Chain Management & RFID: An Analysis of Research Productivity. *Int. J Sup. Chain. Mgt 8 (2)*, 404-413. Disponible en:
<https://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/2139>
36. PRASETYO, R., & Kholisotul, S. (2017). Determination of Standard time in packing processing using stopwatch time study to find output standard. *Journal of Engineering and Management Industrial System 5 (2)*, 87-94. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/324817492_DETERMINATION_OF_STANDARD_TIME_IN_PACKAGING_PROCESSING_USING_STOPWATCH_TIME_STUDY_TO_FIND_OUTPUT_STANDARD
37. PRASHANT, M., & Shukla, H. (2017). Optimization of user Interface Layout using Methods Engineering Approach. *International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, 927 - 930. Disponible en: DOI: 10.1109/ICECDS.2017.8389571.
38. PRIETO, J., & Therán, I. (2018). *Administración: Teorías, autores, fases y reflexiones*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=DzSjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Administraci%C3%B3n:+Teor%C3%ADas,+autores,+fases+y+reflexiones&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9zZHj9ryAhUsJrkGHSEcDn0Q6AEwAXoECAsQAg#v=onepage&q=Administraci%C3%B3n%3A%20Teor%C3%ADas%2C%20autores%2C%20fases%20y%20reflexiones&f=false>
39. RENZI, C., Leali, F., & Di Angelo, L. (2017). A review on decision-making methods in engineering design for the automotive industry. *Journal of Engineering Design 28 (2)*, 118-143. Disponible en:
<https://doi.org/10.1080/09544828.2016.1274720>.

40. ROSAS, J. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de montaje en la línea de producción de reconectores en la empresa Resead S.A.C. Puente Piedra, 2017*. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27239>
41. SALDARRIAGA, D. (2019). *Almacenes y centros de distribución. Manual para optimizar procesos y operaciones*. Barcelona, España: Marge Books. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=CTGeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Almacenes+y+centros+de+distribuci%C3%B3n.+Manual+para+optimizar+procesos+y+operaciones&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Almacenes%20y%20centros%20de%20distribuci%C3%B3n.%20Manual%20para%20optimizar%20procesos%20y%20operaciones&f=false
42. SHAROV, K., Martirosov, A., & Shilova, L. (2020). The dry mortar consumption calculation automation in the finishing work organization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 913*, 1-9. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/913/3/032042.
43. SOCCONINI, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Barcelona, España: Marge Books. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Lean+Manufacturing.+Paso+a+pasos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwivriQkNryAhUdHbkGHf-cDmsQ6AEwAHoEAcQAQ#v=onepage&q=Lean%20Manufacturing.%20Paso%20a%20pasos&f=false>
44. SUNARSI, D., Jasmani, J., Suryani, N., Veritia, A., & Jati, W. (2020). Covid-19 Pandemic Analysis Toward Productivity Giving Layoffs Effect in The Company of Industrial Sector around South Tangerang. *The International Conference on Innovations in Social Sciences and Education (ICoISSE)* , 472 - 481. Disponible en: <http://conference.loupiasconference.org/index.php/ICoISSE/article/view/52/67>.

45. TAKAKUWA, S., Yang, W., & Nagatsuka, H. (2018). Learning the procedure on takt producton of TPS by methods engineering and simulation. *International Journal Simulation Model* 17 (2), 633-642; ISSN: 1726-4529. Disponible en http://www.ijstmm.com/Full_Papers/Fulltext2018/text17-4_633-642.pdf
46. VALDERRAMA, S. (2019). *Pasos para Elaborar Proyectos de investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=LC4MxQEACAAJ&dq=Pasos+para+Elaborar+Proyectos+de+investigaci%C3%B3n+Cientific.&hl=es&sa=X&redir_esc=y
47. VÁSQUEZ, E. (2017). *Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos* . Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6632>
48. VIDES, E., Díaz, L., & Gutiérrez, J. (2018). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. *Investigación y Desarrollo en TIC* 8 (1), 3-10. Disponible en <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2939>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la Productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021.					
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variables	Indicadores	Metodología
¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejora la Productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021?	Determinar como la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021	La Implementacion de la ingeniería de métodos mejora significativamente la productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021	<p>Variable independiente: Ingeniería de metodos : La ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción, es decir, consiste en decidir de qué manera encajar al trabajador dentro de la producción para lograr un adecuado desempeño a fin de convertir las materias primas en productos terminados con el menor empleo de recursos, lo cual implica decidir cómo debe desempeñarse cada actividad. Su importancia radica en la mejor distribución de los factores dentro del proceso para aprovechar el tiempo y reducir la fatiga del trabajador; ante ello se debe efectuar una adecuada distribución de la planta y desarrollar mecanismos de trabajo óptimos. (Palacios, 2016, p.12)</p>	<p>Tiempo estandar</p> $Ts = Tn(1+s)$ <p>TN: TIEMPO NORMAL S: SUPLEMENTOS TS: TIEMPO ESTANDAR</p>	<p>1. Enfoque de investigacion Cuantitativo 2. Tipo de Investigacion Aplicada 3. Corte de Investigacion Explicativa 4. Diseño de la Investigacion Cuasi Experimental 5. Tecnica de Recoleccion Observacion Directa 6. Instrumento Ficha de observacion/ Ficha de recoleccion 7. Poblacion Area de produccion 8. Muestra Area de produccion en la linea de poleas 9. Muestreo No aleatoria 10. Analisis de datos SPSS estadistica descriptiva e inferencial</p>
				<p>VARIACION DE MOVIMIENTOS</p> $VM = \frac{QMA - QMN}{QMA}$ <p>QMA: CANTIDAD DE MOVIMIENTOS INICIALES. QMN: CANTIDAD DE MOVIMIENTOS FINALES VM: VARIACION DE MOVIMIENTOS</p>	
				<p>Problema Especifico</p>	
¿Implementar la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021?	Determinar como la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021	La Implementacion de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021	<p>Variable dependiente: Productividad: La productividad se entiende como la relación entre el resultado de un proceso respecto a los insumos que se transforman en bienes y servicios utilizando una diversidad de tecnologías; dicho de otra manera, se trata de un proceso donde se utilizan diversos recursos materiales y humanos con el fin de obtener bienes y servicios. Adicionalmente, la productividad se ve beneficiada cuando a los recursos materiales y humanos se añaden recursos de capital. (Anaya, 2016, p.12).</p>	$EFICIENCIA = \frac{TP}{TU}$ <p>TP: Tiempo programado TU: Tiempo utilizado</p>	
¿Implementar la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021?	Determinar como la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021	La Implementacion de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021		$EFICACIA = \frac{PR}{PP}$ <p>PR: Entregas PP: Entregas Programadas</p>	

Anexo 2 Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción, es decir, consiste en decidir de qué manera encajar al trabajador dentro de la producción para lograr un adecuado desempeño a fin de convertir las materias primas en productos terminados con el menor empleo de recursos, lo cual implica decidir cómo debe desempeñarse cada actividad. Su importancia radica en la mejor distribución de los factores dentro del proceso para aprovechar el tiempo y reducir la fatiga del trabajador; ante ello se debe efectuar una adecuada distribución de la planta y desarrollar mecanismos de trabajo óptimos. (Palacios, 2016, p.12)	Técnica que permite incrementar la productividad, además es una de las estrategias en la cual consta distintas técnicas a emplear. La cual consta de estudio de movimientos y de tiempos.	ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	<p>VARIACION DE MOVIMIENTOS</p> $VM = \frac{QMA - QMN}{QMA}$ <p>QMA: CANTIDAD DE MOVIMIENTOS INICIALES. QMN: CANTIDAD DE MOVIMIENTOS FINALES VM: VARIACION DE MOVIMIENTOS</p>	Razón
			ESTUDIO DE TIEMPOS	<p>Tiempo estandar</p> $Ts = Tn(1+s)$ <p>TN: TIEMPO NORMAL S: SUPLEMENTOS TS: TIEMPO ESTANDAR</p>	razón
Variable Dependiente: Productividad	La productividad se entiende como la relación entre el resultado de un proceso respecto a los insumos que se transforman en bienes y servicios utilizando una diversidad de tecnologías; dicho de otra manera, se trata de un proceso donde se utilizan diversos recursos materiales y humanos con el fin de obtener bienes y servicios. Adicionalmente, la productividad se ve beneficiada cuando a los recursos materiales y humanos se añaden recursos de capital. (Anaya, 2016, p.12).	Es el resultado de medir la producción con recursos relevantes utilizados para obtenerla, los cuales son eficiencia y eficacia.	Eficiencia	$EFICIENCIA = \frac{TP}{TU}$ <p>TP: Tiempo programado TU: Tiempo utilizado</p>	Razón
			Eficacia	$EFICACIA = \frac{PR}{PP}$ <p>PR: Entregas PP: Entregas Programadas</p>	

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
Empresa		Proyecto		Lugar de trabajo		Fecha de	
Subsector		Sector		Municipalidad		FUSIMEC	
Día	Entregas (Cantidad)	Entregas Programada (Cantidad)	Eficiencia entregas programadas	Tiempo programado (s.)	Tiempo utilizado (s.)	Eficiencia Tiempo programado (s.)	Productividad
27/08/2021	43	50	86%	1463	1876.8	78.0%	
28/08/2021	41	50	82%	1462	1887.1	77.5%	
30/08/2021	42	50	84%	1463	1882.5	77.7%	
31/08/2021	40	50	80%	1463	1836.8	79.7%	
1/09/2021	43	50	86%	1463	1848.2	79.2%	
2/09/2021	41	50	82%	1463	1860.8	78.6%	
3/09/2021	42	50	84%	1463	1859.7	78.7%	
4/09/2021	43	50	86.0%	1463	1827.7	80.1%	
6/09/2021	44	50	88%	1463	1850.5	79.1%	
7/09/2021	38	50	76%	1463	1820.8	80.4%	
8/09/2021	42	50	84%	1463	1810.5	80.8%	
9/09/2021	43	50	86%	1463	1872.2	78.1%	
10/09/2021	40	50	80%	1463	1848.2	79.2%	
11/09/2021	39	50	78%	1463	1868.8	78.3%	
13/09/2021	40	50	80%	1463	1819.7	80.4%	
14/09/2021	45	50	90%	1463	1858.5	78.7%	
15/09/2021	42	50	84%	1463	1812.8	80.7%	
16/09/2021	39	50	78%	1463	1890.5	77.4%	
17/09/2021	40	50	80%	1463	1829.9	80.0%	
18/09/2021	42	50	84%	1463	1840.2	79.5%	
20/09/2021	43	50	86%	1463	1837.9	79.6%	
21/09/2021	41	50	82%	1463	1860.8	78.6%	
22/09/2021	39	50	78%	1463	1868.8	78.3%	
23/09/2021	41	50	82%	1463	1900.8	77.0%	
24/09/2021	40	50	80%	1463	1945.4	75.2%	
25/09/2021	42	50	84%	1463	1873.4	78.1%	
27/09/2021	39	50	78%	1463	1931.7	75.7%	
28/09/2021	41	50	82%	1463	1914.5	76.4%	
29/09/2021	40	50	80%	1463	1879.1	77.9%	
30/09/2021	38	50	76%	1463	1921.4	76.1%	


 INGENIEROS Y PROYECTOS
FUSIMEC S.R.L.
 S.C. SUYCAMA

Código de Proyecto		Código de Actividad		Código de Centro de Costos		Código de Cuenta de Cuentas de	
Gabriel R...						FUSIMEC	
Dia	Entregas (Cantidad)	Entregas Programada (Cantidad)	Eficacia	Tiempo programado (s.)	Tiempo utilizado (s.)	Eficiencia	Productividad
			entregas entregas programadas			Tiempo programado (s.) Tiempo utilizado (s.)	
4/10/2021	44	50	88%	1240	1622.5	76.4%	
5/10/2021	46	50	92%	1240	1569.4	79.0%	
6/10/2021	45	50	90%	1240	1574.9	78.7%	
7/10/2021	41	50	82%	1240	1659.0	74.7%	
8/10/2021	44	50	88%	1240	1486.5	83.4%	
9/10/2021	47	50	94%	1240	1507.5	82.3%	
11/10/2021	49	50	98%	1240	1480.9	83.7%	
12/10/2021	46	50	92%	1240	1442.2	86.0%	
13/10/2021	44	50	88%	1240	1452.2	85.4%	
14/10/2021	45	50	90%	1240	1472.1	84.2%	
15/10/2021	44	50	88%	1240	1448.9	85.6%	
16/10/2021	41	50	82%	1240	1458.8	85.0%	
18/10/2021	45	50	90%	1240	1440.0	86.1%	
19/10/2021	46	50	92%	1240	1453.3	85.3%	
20/10/2021	45	50	90%	1240	1441.1	86.0%	
21/10/2021	50	50	100%	1240	1450.0	85.5%	
22/10/2021	42	50	84%	1240	1430.1	86.7%	
23/10/2021	47	50	94%	1240	1431.2	86.6%	
25/10/2021	49	50	98%	1240	1406.8	88.1%	
26/10/2021	43	50	86%	1240	1401.3	88.5%	
27/10/2021	49	50	98%	1240	1421.2	87.2%	
28/10/2021	48	50	96%	1240	1407.9	88.1%	
29/10/2021	47	50	94%	1240	1363.7	90.9%	
30/10/2021	48	50	96%	1240	1407.9	88.1%	
1/11/2021	48	50	96%	1240	1369.2	90.6%	
2/11/2021	49	50	98%	1240	1372.5	90.3%	
3/11/2021	50	50	100%	1240	1348.2	92.0%	
4/11/2021	49	50	98%	1240	1334.9	92.9%	
5/11/2021	49	50	98%	1240	1349.3	91.9%	
6/11/2021	50	50	100%	1240	1313.9	94.4%	
				1240			


 FUSIMEC S R L
 SUC. BUENOS AIRES

Anexo 5: Validación de expertos ficha 1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA INVERSIONES & PROYECTOS FUSIMEC S.R.L., 2020.

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: Ingeniería de métodos	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos							
1	$T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$ TN= Tiempo Normal	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Estudio de movimientos	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
2	$VM = \frac{QMA - QMN}{QMA}$ QMA: Cantidad de movimientos actuales	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
	DIMENSIÓN 3: Eficiencia	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	$\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo programado}}{\text{Tiempo utilizado}} \times 100\%$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 4: Eficacia	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	$\text{INDICE DE EFICACIA} = \frac{\text{Entregas}}{\text{Entregas Programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Malpartida Gutiérrez Jorge Nelson
10400346

DNI:

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial
octubre del 2020

02 de

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 son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante

Anexo 6: Validación de expertos ficha 2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA INVERSIONES & PROYECTOS FUSIMEC S.R.L., 2020.

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: Ingeniería de métodos	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos							
1	$T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$ $T_N = \text{Tiempo Normal}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Estudio de movimientos							
2	$VM = \frac{QMA - QMN}{QMA}$ QMA: Cantidad de movimientos actuales	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
	DIMENSIÓN 3: Eficiencia							
	$\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo programado}}{\text{Tiempo utilizado}} \times 100\%$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 4: Eficacia							
	$\text{INDICE DE EFICACIA} = \frac{\text{Entregas}}{\text{Entregas Programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial 02 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 son suficientes para medir la dimensión

Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)
INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLOGÍA
SINACYT - REGISTRO REGINA 15887

Firma del Experto Informante

Anexo 7: Validación de expertos ficha 3



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA INVERSIONES & PROYECTOS FUSIMEC S.R.L., 2020.

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: Ingeniería de métodos	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos $T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$ $T_N = \text{Tiempo Normal}$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Estudio de movimientos $VM = \frac{QMA - QMN}{QMA}$ QMA: Cantidad de movimientos actuales	X		X		X		
N°	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
3	DIMENSIÓN 3: Eficiencia $\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo programado}}{\text{Tiempo utilizado}} \times 100\%$	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 4: Eficacia $\text{INDICE DE EFICACIA} = \frac{\text{Entregas}}{\text{Entregas Programadas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador Mgtr. **JOSÉ LA ROSA ZEÑA RAMOS** DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** 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.

Firma del Experto Informante.

Anexo 8: Carta de autorización



CARTA DE AUTORIZACION

Yo, Ernesto Vladimir Sanchez Solon en calidad de Gerente General de la empresa Inversiones & Proyectos Fusimec S.R.L. con N° de RUC 20603955286 autorizo al Sr. Gabriel Rances Sanchez Sulca identificado con N° DNI 72729745 para ejecutar reuniones, toma de datos y tener acceso a documentación necesaria para desarrollar la investigación que tiene como título "Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la Productividad del área de producción en la Empresa Fusimec S.R.L., 2021" con la cual optara el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo Sede Lima Norte aportando una mejora de productividad en la empresa.

Se extiende el documento para los fines necesarios del caso.

Lima, 01 de octubre del 2021

.....
INVERSIONES & PROYECTOS
FUSIMEC S R L
RUC. 20603955286
GERENTE GENERAL

PLANTA ANCON: MZ H2 Lote 1 Parque Industrial Ancón
PLANTA DE FUNDICION: Av. Argentina 751 LIMA - LIMA
Correo: Fusimec@hotmail.com
Teléfonos: 989767007 - 960455957
www.fusimec.com

Anexo 10: Certificado de calibración del cronometro



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SI - 0501 - 2021

PROFORMA : 0298A Fecha de emisión : 2021-10-01 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INVERSIONES & PROYECTOS FUSIMEC S.R.L.

Dirección : Jr. Eusebio Galvez Mza. C Lote. 01 Apv. Juan Velasco Alvarado S.M.P.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CRONÓMETRO

Marca : Q & Q
Modelo : HS 43
N° de Serie : No indica
Alcance de Indicación : 23 h 59 min 59 seg
Resolución : 0,01 seg
Procedencia : China
Identificación : No Indica
Fecha de Calibración : 2021-10-01

SIMETICAL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

SIMETICAL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de SIMETICAL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante comparación directa con un cronómetro patrón, aplicando el Procedimiento TF-003 Procedimiento para la calibración de intervalos de tiempo. CEM-ESPAÑA.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

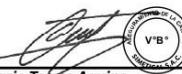
CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,3 °C	20,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	61,2 %HR	61,3 %HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SIMETICAL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Mario Torres Aquino
Gerente Técnico
SIMETICAL S.A.C.



Jr. José Diez Canseco N° 142
Urb. Ingeniería-S.M.P.

✉ ventas@simetical.com.pe

🌐 www.simetical.com.pe

☎ (01) 310-6138

📞 (51) 926 003 405

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Cronómetro CASIO 9h 56 min 59,999 s	LTF-C-088-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DE INSTRUMENTO	CORRECCIÓN (s)	INCERTIDUMBRE (s)
0 h 1 min 29,586 s	0 h 1 min 29,62 s	0,034	0,002
0 h 5 min 50,693 s	0 h 5 min 50,68 s	-0,013	0,002
0 h 30 min 19,738 s	0 h 30 min 30 s	10,3	0,003
1 h 10 min 56,789 s	1 h 10 min 56 s	-0,8	0,005
5 h 21 min 17,930 s	5 h 21 min 17 s	-0,9	0,006

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

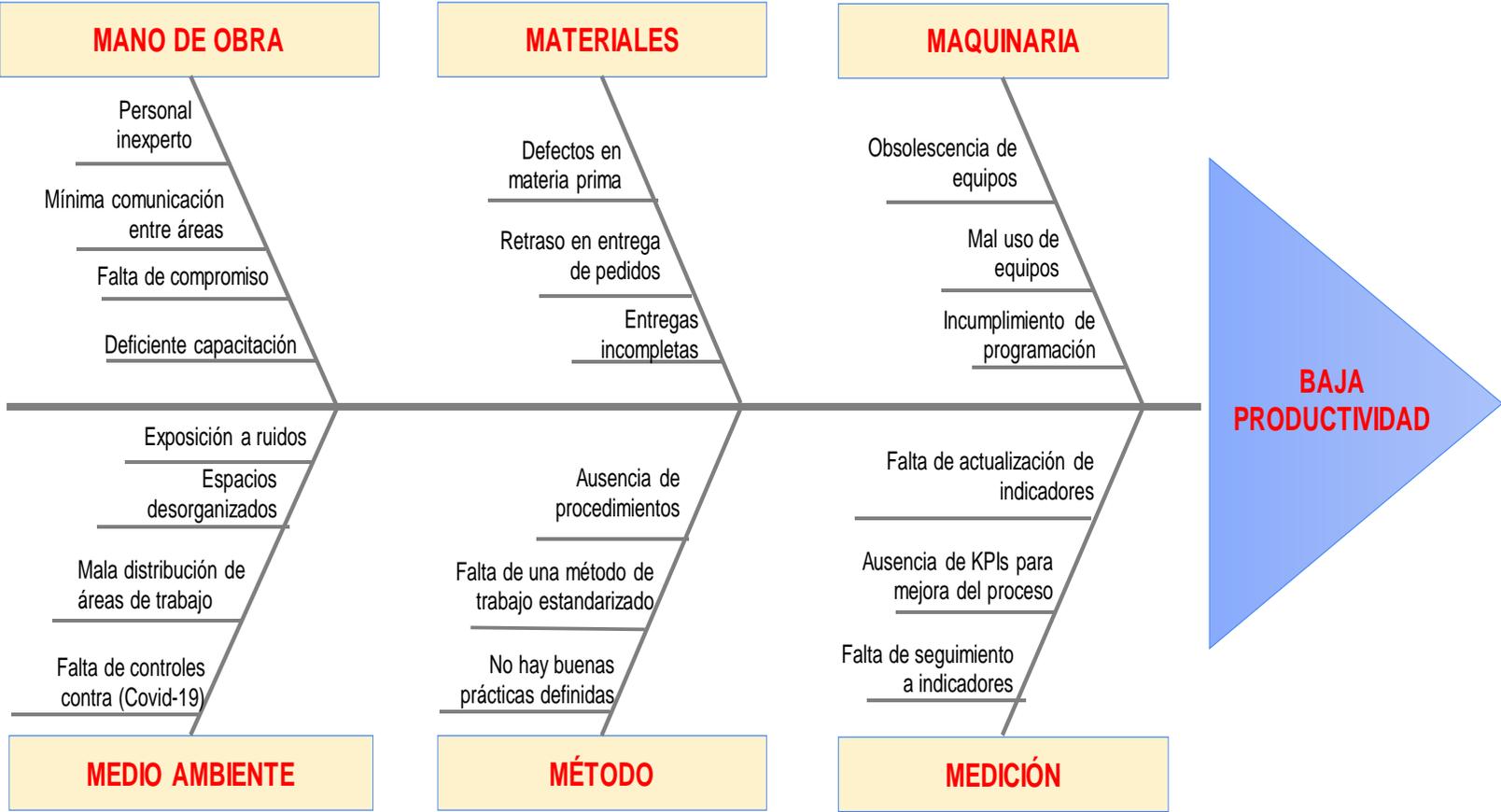
INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



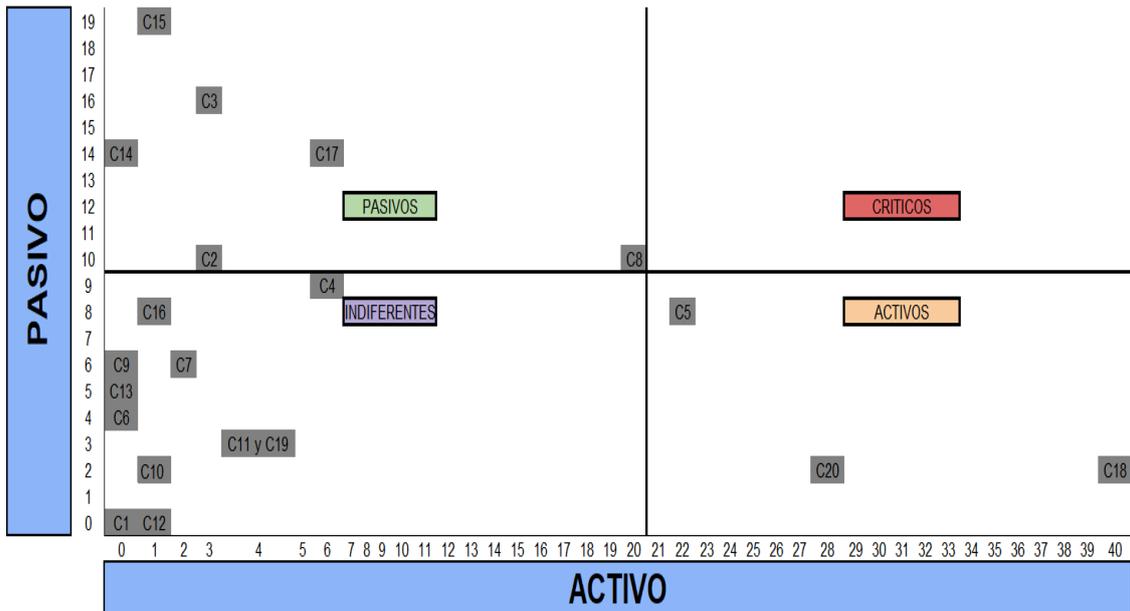
Anexo 11: Diagrama de Ishikawa



Anexo 12: Matriz de Vester

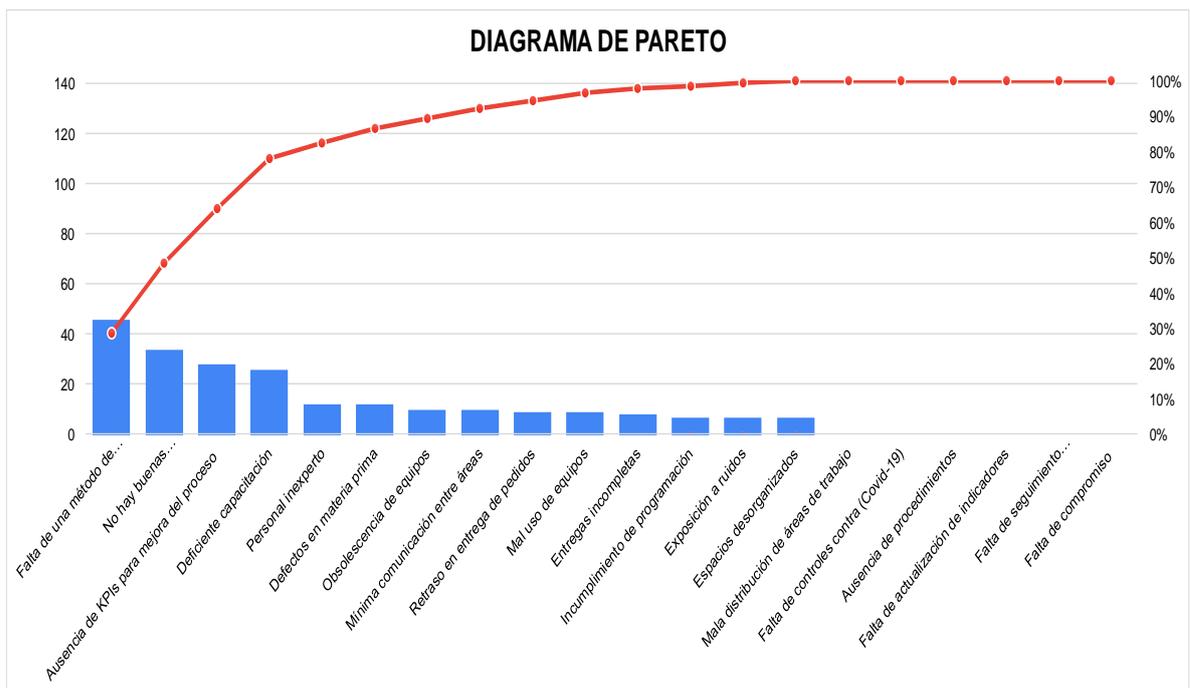
N°	CAUSAS	TIPO
C1	Mala distribución de áreas de trabajo	MA
C2	Retraso en entrega de pedidos	MAT
C3	Mal uso de equipos	MAQ
C4	Personal inexperto	MO
C5	Ausencia de KPIs para mejora del proceso	MED
C6	Falta de controles contra (Covid-19)	MA
C7	Entregas incompletas	MAT
C8	Deficiente capacitación	MO
C9	Ausencia de procedimientos	MET
C10	Incumplimiento de programación	MAQ
C11	Obsolescencia de equipos	MAQ
C12	Exposición a ruidos	MA
C13	Falta de actualización de indicadores	MED
C14	Falta de seguimiento a indicadores	MED
C15	Espacios desorganizados	MA
C16	Falta de compromiso	MO
C17	Defectos en materia prima	MAT
C18	Falta de un método de trabajo estandarizado	MET
C19	Mínima comunicación entre áreas	MO
C20	No hay buenas prácticas definidas	MET

CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	Total de activos
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
C3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
C4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6	
C5	0	0	3	3	0	2	3	2	0	0	0	0	3	3	1	1	1	0	0	22	
C6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
C8	0	0	3	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	3	3	3	3	0	0	20	
C9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C11	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	
C12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
C16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C17	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	
C18	0	3	2	3	3	3	3	3	1	0	2	0	3	2	3	1	3	3	2	40	
C19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	4	
C20	0	3	3	3	1	1	1	2	1	1	0	0	2	3	3	0	3	1	0	28	
Total pasivo	0	10	15	9	8	4	6	11	6	2	3	0	5	14	19	8	14	2	3	2	



Anexo 13: Análisis de Pareto

N°	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA PORCENTUAL PARCIAL	FRECUENCIA PORCENTUAL ACUMULADA
C18	Falta de una método de trabajo estandarizado	40	40	28%	28%
C20	No hay buenas prácticas definidas	28	68	20%	48%
C5	Ausencia de KPIs para mejora del proceso	22	90	16%	64%
C8	Deficiente capacitación	20	110	14%	78%
C4	Personal inexperto	6	116	4%	82%
C17	Defectos en materia prima	6	122	4%	87%
C11	Obsolescencia de equipos	4	126	3%	89%
C19	Mínima comunicación entre áreas	4	130	3%	92%
C2	Retraso en entrega de pedidos	3	133	2%	94%
C3	Mal uso de equipos	3	136	2%	96%
C7	Entregas incompletas	2	138	1%	98%
C10	Incumplimiento de programación	1	139	1%	99%
C12	Exposición a ruidos	1	140	1%	99%
C15	Espacios desorganizados	1	141	1%	100%
C1	Mala distribución de áreas de trabajo	0	141	0%	100%
C6	Falta de controles contra (Covid-19)	0	141	0%	100%
C9	Ausencia de procedimientos	0	141	0%	100%
C13	Falta de actualización de indicadores	0	141	0%	100%
C14	Falta de seguimiento a indicadores	0	141	0%	100%
C16	Falta de compromiso	0	141	0%	100%
TOTAL		141		100%	

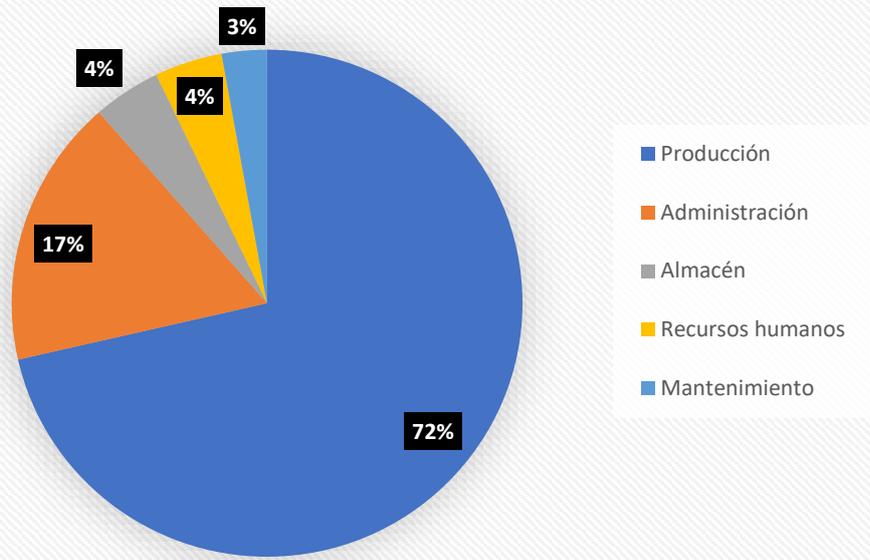


Anexo 14: Análisis de estratificación

N°	CAUSAS	FRECUENCIA	ÁREA
C1	Mala distribución de áreas de trabajo	0	Almacén
C2	Retraso en entrega de pedidos	3	Almacén
C3	Mal uso de equipos	3	Producción
C4	Personal inexperto	6	Recursos humanos
C5	Ausencia de KPIs para mejora del proceso	22	Producción
C6	Falta de controles contra (Covid-19)	0	SSOMA
C7	Entregas incompletas	2	Almacén
C8	Deficiente capacitación	20	Administración
C9	Ausencia de procedimientos	0	Calidad
C10	Incumplimiento de programación	1	Producción
C11	Obsolescencia de equipos	4	Mantenimiento
C12	Exposición a ruidos	1	SSOMA
C13	Falta de actualización de indicadores	0	Producción
C14	Falta de seguimiento a indicadores	0	Calidad
C15	Espacios desorganizados	1	Almacén
C16	Falta de compromiso	0	Recursos humanos
C17	Defectos en materia prima	6	Producción
C18	Falta de una método de trabajo estandarizado	40	Producción
C19	Mínima comunicación entre áreas No hay buenas	4	Administración
C20	prácticas definidas	28	Producción

ÁREA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Producción	100	71%
Administración	24	17%
Almacén	6	4%
Recursos humanos	6	4%
Mantenimiento	4	3%
SSOMA	1	1%
Calidad	0	0%
TOTAL	141	100%

ESTRATIFICACIÓN POR ÁREAS

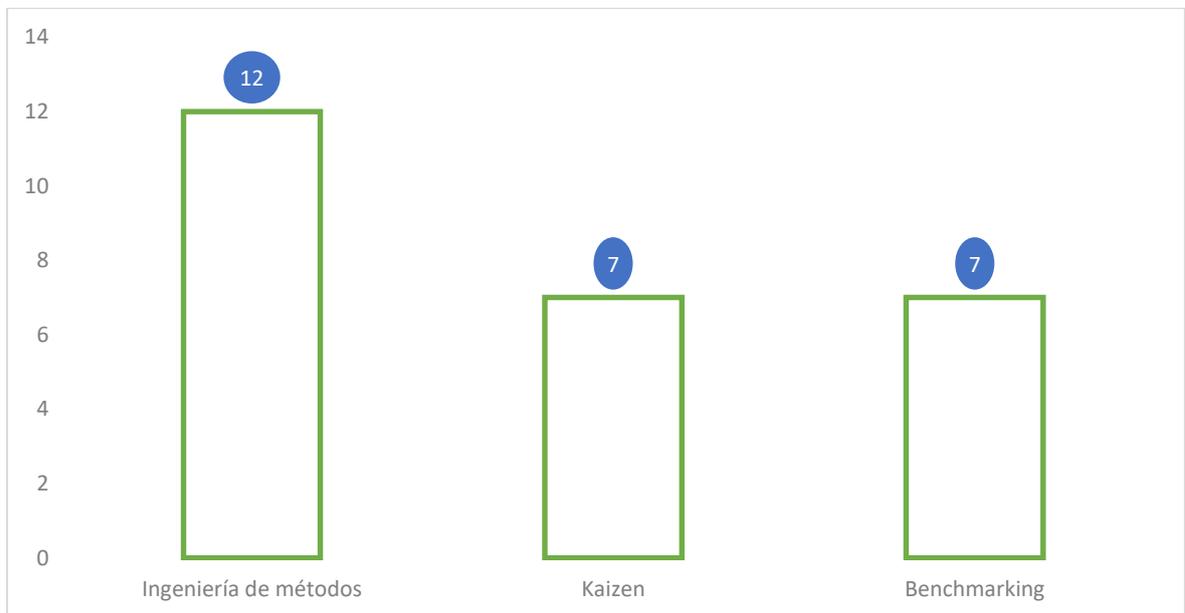


Anexo 15: Alternativas de solución

N°	ALTERNATIVAS	CRITERIOS						TOTAL
		COSTO	TIEMPO DE APLICACIÓN	COMPLEJIDAD	SOSTENIBILIDAD	COMPLETA	NORMATIVA	
1	Ingeniería de métodos	2	2	2	2	2	2	12
2	Kaizen	2	2	1	1	0	1	7
3	Benchmarking	2	1	2	1	1	0	7

CRITERIO DE EVALUACIÓN

No bueno	0
Bueno	1
Muy bueno	2



Anexo 16: Matriz de priorización

ÁREAS	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MAQUINARIA	MEDIO AMBIENTE	MÉTODO	MEDICIÓN	NIVEL DE CRÍTICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO (1-10)	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	
Producción		1	2		2	2	Alto	7	35%	9	63	1	Ingeniería de métodos
Administración	2						Alto	2	10%	8	16	3	Benchmarking
Almacén		2		2			Alto	4	20%	7	28	7	Ingeniería de métodos
Recursos humanos	2						Medio	2	10%	5	10	2	Kaizen
Mantenimiento			1				Medio	1	5%	5	5	5	Ingeniería de métodos
SSOMA				2			Bajo	2	10%	4	8	4	Benchmarking
Calidad					1	1	Bajo	2	10%	3	6	6	Ingeniería de métodos
Total	4	3	3	4	3	3		20	100%	41	136	28	

ÁREAS	PROBLEMAS	TOTAL
Producción	7	7
Administración	2	2
Almacén	4	4
Recursos humanos	2	2
Mantenimiento	1	1
SSOMA	2	2
Calidad	2	2

ÁREAS	CALIFICACIÓN
Producción	63
Administración	16
Almacén	28
Recursos humanos	10
Mantenimiento	5
SSOMA	8

Calidad 6

NIVEL DE CRITICIDAD

Alto

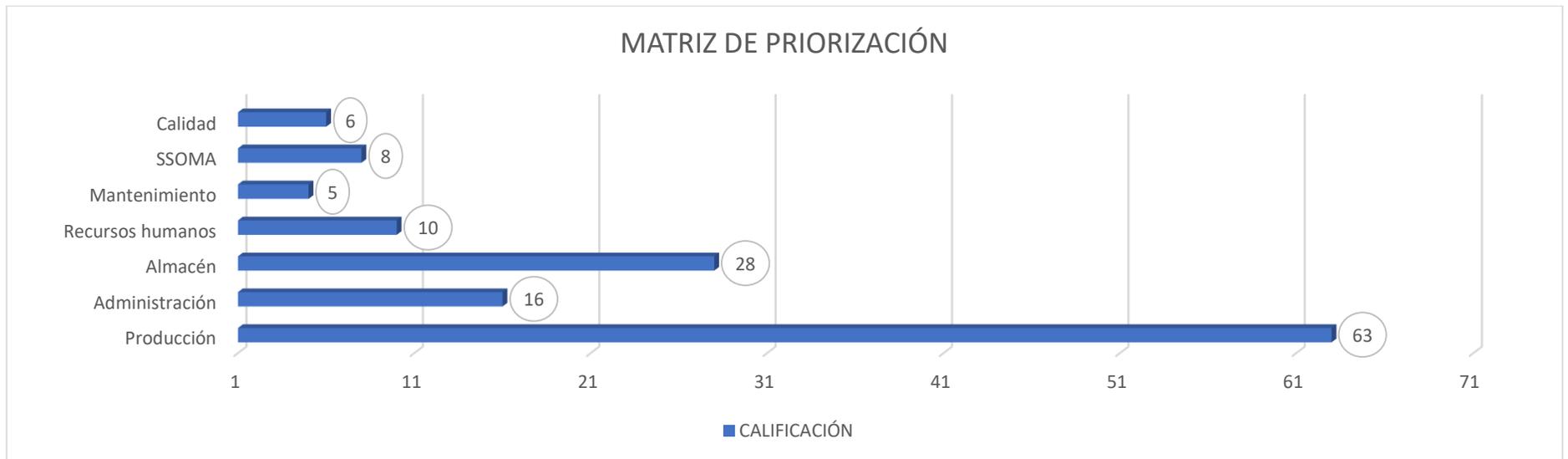
Medio

Bajo

NIVEL DE IMPACTO

Alto 10

Bajo 0



Anexo 17: Pasos para diseño de método

Seleccionar	
Registrar	Observar límites en una observación directa.
Examinar	el propósito, el lugar, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos a utilizar.
Establecer	Buscar el método práctico y eficaz.
Evaluar	Diferentes opciones para realizar un nuevo método comparando costo-eficiencia.
Definir	El método nuevo en forma clara a personas que puedan concernir.
Implantar	El nuevo método con una práctica normal formando todas las personas que han de utilizarlo.
Controlar	la aplicación del método nuevo para evitar el uso del método anterior.

