



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la
productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Castro Sánchez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-0101-9929)

Navarro Carmen, Sergio David (ORCID: 0000-0002-5954-3929)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Piura-Perú

2022

Dedicatorias

Dedicada a Dios, a mis padres, hermanos, asesor, docentes, a todos ellos quiero dedicarles y agradecerles por siempre estar a mi lado y acompañarme, orientarme, y por siempre permitirme ser una gran persona y un gran profesional.

Carlos Alberto Castro Sánchez.

A mi Dios, a mis padres Sergio y Teresa, por la vida que me dieron, por el hogar maravilloso en que crecí, por tantas enseñanzas, por su gran ejemplo en valores, a mis hermanos Yvan y Fátima, por siempre estar a mi lado, a mi amor Roxana, a mis hijos Renzo e Yvanita, mi hermosa familia, a mi tío Hernán Carmen Domínguez, a mi gran amigo Jorge Luis Morales, este logro es para ustedes con todo mi amor y respeto.

Sergio David Navarro Carmen.

Agradecimientos

Agradecido ante todo a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional, por brindarme una vida llena de experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mis padres Miguel y Rene por apoyarme siempre y en todo momento de mi carrera, por sus grandes valores que siempre me han inculcado y sobre todo por ser un gran ejemplo en la vida a seguir.

A mis hermanos por ser un ejemplo de desarrollo profesional y por su gran ayuda en mi formación.

Muy agradecido con todos mis docentes, Mario, Gerardo, Percy, por su confianza, apoyo y dedicación de su tiempo, por haber compartido sus conocimientos y sobre todo su amistad.

A mis compañeros de estudios por compartir momentos y experiencias. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de mi proyecto de tesis.

Carlos Alberto Castro Sánchez.

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud, a mi Dios padre creador, que sin el nada es posible, a mis docentes, que fueron parte de mi formación académica, un agradecimiento especial a mis padres y hermanos quienes son mis pilares fundamentales en mi desarrollo como persona, gracias por su motivación y gran apoyo durante este largo camino, un agradecimiento a mi esposa Roxana, por su gran apoyo incondicional, a mis compañeros y amigos. Muchas gracias.

Sergio David Navarro Carmen.

Índice de contenidos

Dedicatorias	i
Agradecimientos.....	ii
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población y muestra:.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimiento	13
3.6. Método de análisis de datos:.....	13
3.7. Aspectos éticos:	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla 1. Personal del área de mantenimiento	20
Tabla 2. Matriz de vester	31
Tabla 3. Clasificación de los problemas según Vester	33
Tabla 4. Reporte de vehículos atendidos.	35
Tabla 5 Eficacia, eficiencia y productividad	36
Tabla 6 Resultados del análisis documental.....	37
Tabla 7. Ingresos y egresos sin propuesta	39
Tabla 8. Ingresos y egresos con propuesta.....	40
Tabla 9 Cálculo del tiempo promedio del proceso actual.....	66
Tabla 10 Cálculo del tiempo básico antes de la propuesta.....	68
Tabla 11 Calculo del tiempo tipo	70
Tabla 12 Calculo del tiempo ciclo.....	71
Tabla 13 Calculo de tiempo promedio del proceso nuevo	73
Tabla 14 Calculo del tiempo básico después... ..	74
Tabla 15 Calculo de tiempo tipo proceso nuevo.....	77
Tabla 16 Calculo del tiempo ciclo	78
Tabla 17 DAP inicial, DAP propuesto	80
Tabla 18 Herramientas, equipos y materiales para la propuesta.....	81
Tabla 19 Ingresos y egresos sin propuesta.....	84
Tabla 20 Ingresos y egresos con propuesta	85

Índice de figuras

Figura 1:Diseño de trabajo	18
Figura 2: Respuestas a la pregunta: ¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente?.....	23
Figura 3: Respuestas a la pregunta ¿El número actual de trabajadores es adecuado?	24
Figura 4: Respuestas a la pregunta ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?	24
Figura 5: Respuesta a la pregunta ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?	25
Figura 6: Respuestas a la pregunta ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?.....	26
Figura 7: Respuestas a la pregunta ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?	26
Figura 8: Respuestas a la pregunta ¿Las actividades están documentadas?	27
Figura 9: Respuestas a la pregunta ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?	28
Figura 10:Diagrama de Ishikawa, mostrando las causas principales.	29
Figura 11: Clasificación de los problemas	33
Figura 12: Esquema de la propuesta de implementación del Estudio	38

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz en la ciudad de Piura, Perú – 2021. La investigación fue aplicada pues, para la solución utilizó las teorías actuales sobre ingeniería de métodos, de diseño descriptivo propositivo. La población estuvo compuesta por los servicios realizados en el taller de mecánica automotriz durante los meses de enero a octubre del 2021. También se utilizó una segunda población conformada por los tiempos de cada uno de los servicios. Se empleó el análisis documental para obtener la data de la productividad, un cuestionario aplicado al personal de mantenimiento para saber de fuentes fidedignas el estado actual del proceso. Mediante herramientas del problema ingeniería industrial (Ishikawa, Pareto y Vester se identificó la causa raíz: procesos no estandarizados y cuellos de botella por lo que se plantea una propuesta de ingeniería de métodos. Los resultados del nuevo proceso mejoran en tiempo ciclo de 4 unidades producida a 7 tareas. El beneficio costo fue de 1,83.

Palabras clave: Ingeniería de métodos, eficiencia, eficacia, productividad, tiempo estándar.

Abstract

The main objective of this research report was to develop a proposal for the application of engineering methods to improve productivity in an auto mechanic workshop in the city of Piura, Peru - 2021. The research was applied because, for the solution used current theories of method engineering, of descriptive design. The population was made up of the services performed in the auto mechanic workshop during the months of January to October 2021. A second population was also used, made up of the times of each of the services. The documentary analysis was used to obtain the productivity data, a questionnaire applied to the maintenance personnel to know from reliable sources the current state of the process. Using tools from the industrial engineering problem (Ishikawa, Pareto and Vester, the root cause was identified: non-standardized processes and bottlenecks, which is why a method engineering proposal is proposed. The results of the new process improve in cycle time of 4 units produced at 7. The cost benefit was 1.83.

Keywords: Method engineering, efficiency, effectiveness, productivity, standard time.

I. INTRODUCCIÓN

El taller de mecánica automotriz pertenece a una empresa concesionaria automovilística que ofrece servicios de flota liviana y pesada, repuestos para ambas flotas y servicios de post-venta. Cuenta con locales en las ciudades de Piura, Sullana, Talara, Chiclayo, Jaén y Tumbes, y tiene una presencia de 20 años en el rubro automotriz. Se ha caracterizado por la realización de sus trabajos con un alto sentido de responsabilidad, creatividad y dinamismo, con un equipo de profesionales técnicos con orientación a la satisfacción de los clientes. Es representante exclusivo de las marcas: Mitsubishi, Kia, Volkswagen, Ssang Yong, Chery, Faw, Peugeot, DongFeng en sus líneas de flota liviana y pesada.

En el taller se brindan los siguientes servicios: (a) diagnóstico de fallas electrónicas con scanner, (b) mecánica y electricidad (c) servicio de reparación y mantenimiento de flota liviana y pesada, (c) carrocería y pintura, (d) servicios rápidos de mantenimiento, (c) servicio de lavado, (d) venta de repuestos con piezas originales multi-marca y (e) servicio de grúa y remolque.

Entre el personal del taller de mecánica automotriz tenemos el asesor de servicios, los lavadores, el jefe de taller, y los mecánicos técnicos.

Para Vásquez (SF) la ingeniería de métodos consiste en la delineación, planteamiento y la recopilación de los mejores métodos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para lograr una eficiente interrelación humano-máquina durante la manufactura de un producto.

Kanawaty (1998) define la productividad como la relación entre producción e insumos utilizados. En una empresa puede ser afectada por diversas deficiencias en sus actividades en función de factores internos como: terrenos y edificios, materiales, energía, recursos humanos.

Durante la realización de los mantenimientos y reparación se presentan tiempos improductivos ocasionados muchas veces por la falta de repuestos y la mala coordinación del área de mantenimiento con el área de postventa. También se observa que

algunos trabajadores realizan demoras adrede, en la realización de las actividades, ocasionando la formación de largas colas de espera y retrasos en los trabajos del resto de clientes. Además, el personal contratado realiza sus tareas de acuerdo a la formación de procedencia, contribuyendo algunas veces en demoras en la realización de los mantenimientos preventivos. No hay un control riguroso por parte de los supervisores del área ya desconocen los tiempos de cada proceso y los trabajadores antiguos aprovechan esta debilidad.

Si las actividades del área de mantenimiento se siguen realizando de la misma forma la productividad del área de servicio bajará en forma notable, se presentarán muchos reclamos por parte de los clientes y la empresa perderá credibilidad en el rubro de mantenimiento.

Para prevenir la situación anterior descrita se propone la realización de una propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.

El problema de investigación puede ser formalizado a través de la pregunta general: ¿De qué manera mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021? Para responder a esta pregunta primero es necesario responder a las siguientes interrogantes específicas: (a) ¿Cuál es la situación actual de las actividades realizadas en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021?, (b) ¿qué herramientas de la ingeniería de métodos servirán para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021?, (c) ¿cómo será la propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021? y (d) ¿cuál es el costo de la propuesta?

La presente investigación se justifica teóricamente por que se utilizó la teoría de ingeniería de métodos para encontrar las explicaciones de los valores presentados en la productividad y de esta manera se contrastaron los conceptos de ingeniería de métodos y la productividad en una realidad como es el taller de mecánica automotriz, Piura 2021. Según el punto de vista práctico y los objetivos de la investigación, los resultados permitieron encontrar una propuesta de solución a los problemas de baja

productividad, cuyos resultados inciden negativamente en en el taller de mecánica automotriz.

La respuesta tentativa a la investigación se formuló a través de la hipótesis general: La propuesta de mantenimiento productivo total permitirá mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021.

Se presenta como objetivo general: Realizar una propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021. Los objetivos específicos que permitirán alcanzar el objetivo general son los siguientes: (a) Evaluar la situación actual de las actividades realizadas en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021 , (b) Identificar las herramientas de la ingeniería de métodos necesarias para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021?, (c) Desarrollar la propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021 y (d) Determinar el costo de la propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021 .

II. MARCO TEÓRICO

En este trabajo de investigación se tomaron en cuenta las investigaciones realizadas por autores internacionales y nacionales, vinculadas a las variables identificadas. En lo que respecta a los trabajos internacionales, se han tomado en cuenta a los autores, Restrepo y Monsalve (2009), Durán (2016), Curillo (2014).

Restrepo y Monsalve (2009) llevaron a cabo la aplicación de ingeniería de métodos en empresas de alimentos y confecciones del Valle Aburrá, tomaron en cuenta para su investigación, la población conformada por las pymes del sector de confecciones, alimentos y bebidas clasificados en la CIIU de Colombia. La metodología utilizada consideró el uso de una entrevista, una guía. Las técnicas de ingeniería industrial usadas fueron: mejora de métodos, estudio de tiempos, evaluación de oficios. Finalmente, los autores llegaron a concluir que en más del 50% de las empresas analizadas, se aplicó la ingeniería de métodos y en casi un 90 % su uso es alto.

Durán (2016) llevó a cabo un trabajo de investigación titulado técnicas del manejo de recursos de organizaciones de servicios hospitalarios. Como objetivo principal el autor determina que el uso de estas técnicas busca lograr una mayor producción con un costo menor. El autor vincula las técnicas con actores durante el proceso productivo de una empresa, considerando al supervisor y los trabajadores como parte de la Ingeniería de Métodos. Finalmente, el autor llegó a concluir que luego de haber implementado la ingeniería de método recomendada, fue posible modificar la distribución del Hospital estudiado y se redefinió la función de los trabajadores duplicando la capacidad de atención de emergencia, pasando de 100 a 200 pacientes al día; gracias a ello se incrementó en \$5,000.00 el valor de consulta.

CURILLO (2014) llevó a cabo un análisis y una propuesta para mejorar la productividad de la fábrica artesanal FACOPA en Cuenca. El autor tuvo como objetivo brindar una propuesta para mejorar la productividad de esta fábrica, optimizando las operaciones, reduciendo los costos y agilizando la producción. El autor concluyó que, mejorando los materiales, estudio de métodos, equipos de mano de

Obra, eliminando aspectos negativos de la empresa, logrando mejorar el trabajo y el ritmo de los trabajadores. Por consiguiente, mediante la aplicación de la metodología de ingeniería de métodos en la empresa FACOPA se incrementó en 10 % su productividad y mejoró la capacitación, señalización y estructura.

En relación a los trabajos considerados como antecedentes nacionales, se han tomado en cuenta los trabajos de Peña (2017), Ulco (2015), Llontop (2017).

Peña (2017) llevó a cabo un estudio con el objetivo de conocer la manera en la que un estudio del trabajo puede incrementar la productividad en el área de fabricación de melanina en Rauca Norte S.A. El diseño de la investigación fue del tipo no experimental ya que no se alteró las variables y se consideró como población a los 35 empleados a los que se les aplicaron la entrevistas, encuestas a operarios; se utilizó también la tabulación y el cronómetro para el proceso de observación y se tomaron apuntes de tiempos utilizados para llevar a cabo trabajos. Finalmente, el autor desarrolló como resultado que se produjo una mejora de productividad pasando de 17 planchas de melanina a 25 planchas fabricadas / horas - hombre. Llegando a concluir que la productividad de la empresa se benefició de manera considerable ya que se llevaron a cabo los procedimientos con tiempos estandarizados.

Ulco (2015) llevó a cabo un proceso en el que aplicó la ingeniería de métodos en el proceso de producción de cajas de zapatos para incrementar la productividad de la mano de obra de Industrias Art Print. La investigación fue del tipo aplicada, ya que se aplican fundamentos teóricos sobre el estudio de movimientos, tiempos y la productividad. Fue una investigación de diseño pre experimental, porque se trabajó de manera colectiva y se explicó un impulso logrando dar a conocer el efecto ocasionado en la variable aplicando un estudio del antes y después, determinado luego las comparaciones de ambas situaciones. El objetivo general del trabajo, fue la aplicación del estudio de movimientos y métodos en el área de producción de la empresa, para mejorar los tiempos y movimientos del proceso. Finalmente se llegó a concluir que mediante este método se mejoró la productividad de calzados en un 19% respecto a la situación inicial y se logró una mejora en los

tiempos un nuevo de 377.98 minutos/millar, logrando una disminución de 29.58 min/mil y una productividad de 194 cajas/hora de calzado, logrando una productividad de 23.7%.

Llontop (2017) desarrolló una investigación mediante la cual pretendía instaurar un plan de Gestión de Inventarios para incrementar la productividad en el área de distribución de carnes CENCOSUD Retail Perú 2017. La población considerada fueron los despachos realizados desde la central durante el plazo de 30 días, se aplicó un estudio de diseño cuasi experimental, además de un enfoque cuantitativo, y fue una investigación de nivel explicativo y aplicada. Se identificó que la productividad se encontraba por debajo de la meta planteada por la empresa, debido a que se identificaron una serie de tiempos muertos en los procesos de recepción, el picking y el etiquetado. Habiendo elaborado un DAP antes y luego de la implementación se determinó que luego de la aplicación de la propuesta, los resultados son positivos y los tiempos de entrega se han disminuido. Se determinó la normalidad de la muestra con Shapiro–Wilk, y la T- student para demostrar la hipótesis determinando que se obtuvo un grado menor de 0.05, demostrando la hipótesis, la puesta en marcha de la gestión de inventarios mejoró la productividad del área de distribución de carnes de CENCOSUD Retail Perú 2017.

Con respecto a las teorías relacionadas a las variables tomadas en consideración para el desarrollo de este trabajo de investigación, sobre seguridad y salud ocupacional; se han considerado los autores Asfahl (2000), BSI (2007), (D.S. 005-2012-TR, 2012), el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2014), Hernández (2005), Menéndez (2009), Cortés (2007) y (BSI, 2008). Estas teorías son sustentadas en la normativa peruana, la Ley 29783 y su reglamento en el decreto supremo DS 005-2012-TR, y la Norma ISO 45001.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es la institución referente sobre las Normas Internacionales, cada una de las reglas determina las definiciones de los productos, artículos, servicios y buenas prácticas, ayudando a que las compañías sean más eficaces y eficientes, generando así una mejor rentabilidad.

Por su parte La Madrid (2008) define que la “Ocupacional Health and Safety Assessment Series (OSHAS) son los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SGSSO), y determinan una serie de especificaciones que incluyen la norma OSHAS 18001-2007 se enmarca en los requerimientos del SGSSO, proponiendo a las compañías a medir sus peligros y riesgos laborales y así poder optimizar el rendimiento en SSO. La SSO no define los principios de rendimiento, no detalla las especificaciones de un modelo de Sistema de Gestión, sin embargo, esta norma ayuda a que las empresas gestionen, identifiquen y den prioridad a la SSO como una cultura empresarial. El fin de esta norma es que la compañía se asegure de minimizar o eliminar la mayor cantidad de riesgos para los empleados en todos los ambientes y las áreas de la compañía. Por otro lado, las normas ISO 14001, ISO 9001 y la norma OSHAS 18001 se basan en el ciclo de planificar, hacer, verificar y actuar (Tudela, 2009).

Según Palacios (2015) la ingeniería de métodos es una técnica que busca el incremento de la productividad mediante la eliminación de despilfarros o mudas que no den un valor, volviéndose tiempo no productivos, esfuerzos sin utilidad; buscando la facilidad de ejecución realizada en las actividades, incrementando la calidad de los productos y haciéndolos más asequibles a los compradores. Por otro lado, se puede decir que la ingeniería de métodos viene a ser una técnica muy importante referente al estudio de trabajo y se basa en la evaluación y registro de manera sistemática de la metodología que ha sido utilizada para desarrollarse un determinado trabajo (Niebel y Freivalds, 2015).

Según Niebel y Freivalds (2009) la ingeniería de métodos es una técnica sumamente importante de estudio del trabajo, basada en el registro y evaluación sistemática de la metodología que existe y es utilizada para desarrollar una operación o trabajo. La aplicación de este método facilitará la evaluación de los tiempos de cada operación, con la finalidad de lograr recopilar una información completa y así poder poner en práctica la ingeniería de métodos. El principal fin perseguido por la ingeniería de métodos es poner en práctica métodos más eficientes y sencillos para así incrementar la productividad de cualquier sistema productivo. El desarrollo del concepto de ingeniería de métodos busca abarcar primero lo general y

luego lo particular; los principales objetivos del conjunto de los métodos estándares del trabajo son:

1. Disminuir costos
2. Incrementar la confianza y la productividad del bien producido
3. Incrementar la calidad y confiabilidad del servicio o producto.
4. Reducir el tiempo necesario para llevar a cabo las actividades.
5. Brindar seguridad y salud en el centro de trabajo.
6. Desarrollar un programa de capacitación de los empleados para crear un clima de conciencia laboral.

Por otro lado, según García (2008), la ingeniería de métodos tiene las siguientes características: (a) Tener un estándar de procedimientos y procesos., (b) Darle prioridad a la mejora de equipos y ambiente de trabajo. (c) Darle prioridad al factor humano, (d) Hacer más óptimo el trabajo, (e) Brindar confianza y seguridad, (f) Disminuir el uso de herramientas, equipos y materiales que no necesiten ser atendidos y (g) Crear una mejora en el trabajo.

Por su parte las teorías relacionadas al estudio de tiempos, López (2020) lo determina como una herramienta para medir el trabajo, y se utiliza desde fines del siglo xix, busca desarrollar una fuente de información para poder llevar una contabilidad de productos, en el transcurso de los años ha ayudado a disminuir costos y a solucionar diferentes problemas de producción. Busca establecer un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, en base a la medición del tipo de trabajo, considerando la fatiga y las demoras personales de los retrasos.

Por otra parte, Melgar (2015) define el estudio de tiempos como la estandarización del tiempo basándose en la información histórica para estimar una técnica adecuada para que el trabajador, considerándolo como un profesional experimentado en las tareas a examinar. Además, determina que un “considerado normal” viene a ser aquel que considera que un empleado competente es capaz de realizar un procedimiento determinado bajo un ritmo normal.

Para medir el estudio de tiempos se considerará la fórmula siguiente:

$$N = O \times \frac{D}{100}$$

Dónde:

N= Tiempo normal

O= Tiempo observado

D= Evaluación del rendimiento del trabajador dado en porcentaje

Según Melgar (2015) el tiempo estándar es la cantidad de unidad de tiempo necesaria para llevar a cabo una tarea determinada mediante el uso de herramientas para calcular la tarea ejecutada por parte de los operarios competentes. Se determina haciendo uso de las holguras propicias al tiempo denominado como normal, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$E = N + N \times H$$

Donde:

E= tiempo estándar

N= tiempo normal

H = Holgura % de suplementos

Melgar (2015) determina que un trabajador competente desarrolla una actividad en particular teniendo conocimientos sobre el tema lo que disminuye la posibilidad de volver a repetir la operación y esto disminuye la probabilidad de incrementar los atrasos buscando alcanzar complacencia.

Con respecto al estudio de movimientos busca estudiar los desplazamientos específicos de diversos movimientos que el trabajador desarrolla durante el procedimiento o la actividad determinada. Este estudio se desarrolla con el objetivo de quitar los desplazamientos inútiles para lograr reducir los tiempos en el proceso.

En ocasiones este estudio puede ocasionar un rediseño en el proceso incrementando la eficiencia en el desarrollo del trabajo.

El estudio de desplazamientos involucra una evaluación visual y se lleva a cabo exámenes llevados a cabo con instrumentos más especiales. En la actualidad se incluye el uso de cámaras filmadoras debido a su utilidad para capturar detalles imperceptibles al ojo humano, además que esta información puede ser revisada más adelante, también se hace uso de micro moción como una técnica utilizada en procesos repetitivos, y es más costosa. El estudio de movimientos determina 17 desplazamientos llamados therbligs, los que combinados conforman los movimientos propios de una labor.

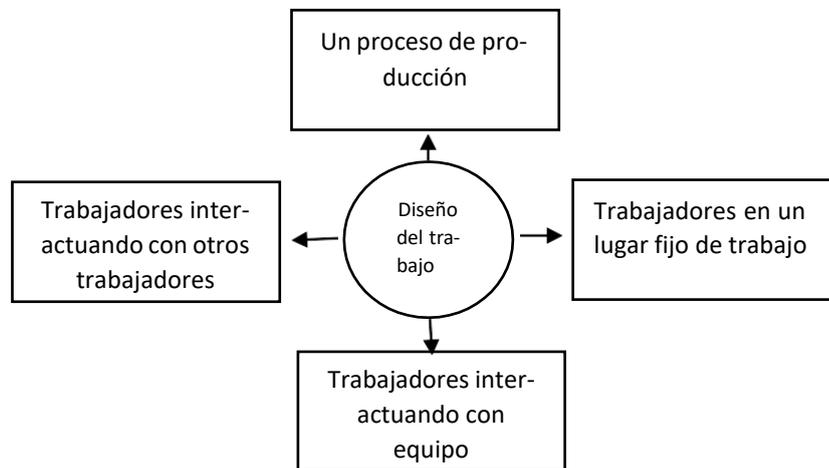


Figura 1: Diseño de trabajo

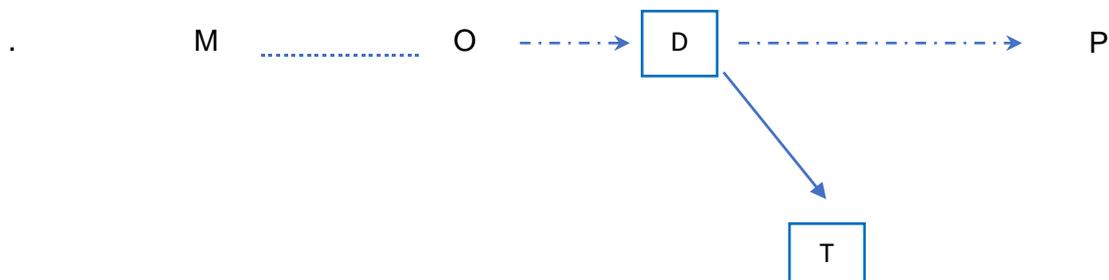
Fuente: Elaboración propia basado en Ingeniería de métodos (2007).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo a Bernal (2016) una investigación, según el propósito, es aplicada cuando identifica estrategias para lograr un determinado propósito. Por lo que afirmamos que la presente investigación pertenece a esta categoría porque se buscó por medio de herramientas de ingeniería controlar situaciones reales en un taller de mecánica automotriz, Piura 2021. De acuerdo al nivel, es una investigación descriptiva debido a que solo se buscó especificar las características del proceso de mantenimiento.

Valderrama (2015) afirmó que una investigación se considera de diseño no experimental cuando no se produce manipulación sobre las variables en estudio (Valderrama, 2015, p.71). El diseño correspondió al tipo descriptivo propositivo porque se realizó un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento (estudio descriptivo) para luego con ayuda de la ingeniería de métodos se elaboró una propuesta de mejora. El esquema empleado se detalla a continuación:



Donde

M: representa el área de mantenimiento,

O: Observación en el área de mantenimiento,

D: el diagnóstico de la situación actual,

T: teoría del estudio de métodos,

P: propuesta Variables, Operacionalización:

3.2. Variables y operacionalización

La investigación efectuada presenta dos variables: la variable representada por la

ingeniería de métodos (donde se midieron los tiempos normales y los tiempos estándares), la variable dependiente representada por la productividad. La operacionalización de explica en el Anexo 1.

3.3. Población y muestra:

La población estuvo conformada por el proceso de mantenimiento. La muestra la constituyeron los 25 trabajadores que laboran en el área correspondiente, los que se distribuyen según Tabla 1.

Tabla 1. Personal del área de mantenimiento

Puesto	Cantidad
Gerente de post venta	1
Asistente de post venta	1
Call center post venta	1
Analista de post venta	1
Instructor	1
Asesor de servicio	3
Jefe de área de repuestos	1
Asesor de repuestos	1
Vendedores	3
Técnicos mecánicos	8
Lavadores	4
Total	25

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entre las técnicas a empleadas en la investigación se tuvieron: la entrevista, la observación, la encuesta y el análisis documental con sus respectivos instrumentos. Entre los instrumentos respectivos se tiene: La guía de entrevista estructurada, el cuestionario con Escala de Likert (con 5 alternativas), la lista de cotejo y la guía de análisis documental. Todos estos instrumentos se muestran en el Anexo 2.

Los instrumentos, para la recopilación de los datos del estudio fueron validados mediante el juicio de expertos realizado por tres ingenieros industriales de diver-

sas universidades los cuales contaron con el protocolo de revisión y los correspondientes instrumentos.

La confiabilidad, para determinar la consistencia interna del cuestionario, se obtuvo mediante el Alfa de Cronbach donde se alcanzó un valor superior a 0.7.

3.5. Procedimiento

Se aplicó una guía de entrevista al jefe de mantenimiento donde se recogió información sobre sus impresiones del proceso las cuales fueron procesadas posteriormente para su respectivo análisis.

Se realizó la observación directa del proceso de mantenimiento mediante cuatro visitas en el primer mes para recabar la información de cada una de las actividades de proceso y de esta manera se tuvo una idea in situ de las actividades, el instrumento empleado consistió en una lista de cotejo.

Mediante el análisis documental se revisaron los documentos de gestión como el MOF, y el mapa de procesos. Se solicitaron los documentos que contienen la información de los recursos utilizados en el proceso de mantenimiento, así como las especificaciones relacionadas con la planeación y control.

3.6. Método de análisis de datos:

Para el diagnóstico se utilizaron herramientas de ingeniería industrial como el diagrama de Ishikawa, también conocido como espina de pescado, donde la cabeza será la baja productividad y en las espinas las causas que la provocan sustentadas en las 6M y el diagrama de Pareto para ver la frecuencia respecto a la ocurrencia de las mismas e identificar la causa raíz.

Para analizar los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos, tanto al jefe de mantenimiento y a los operarios del área, se ordenaron y

procesaron mediante el programa Microsoft Excel para construir las tablas y los diagramas de barras.

3.7. Aspectos éticos:

Se aplicó el criterio de la originalidad realizando las citas bibliográficas de los autores que servirán de sustento teórico así también como los antecedentes del estudio con la finalidad de evidenciar que no hubo plagio intelectual.

Se usó el principio de la confidencialidad por el cual no se revelan las identidades de los trabajadores quienes brindarán su apoyo con sus respuestas al cuestionario a realizar y que servirá para analizar la problemática en la empresa.

Se empleó la confiabilidad a través de realizar mediciones estadísticas para determinar el grado de consistencia interna de los instrumentos utilizados para la recopilación de los datos presentados.

Se aplicó la validación de los instrumentos, para recopilar los datos, mediante el juicio de expertos.

IV. RESULTADOS

Para evaluar la situación actual de las actividades realizadas en el taller de mecánica se aplicó un cuestionario a los trabajadores del área, así como una entrevista a los supervisores. Después de aplicar el cuestionario al personal de la empresa los resultados obtenidos se resumen en las figuras 1 al 8.

Los resultados a la pregunta: ¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento? Se muestran en la Figura 2.

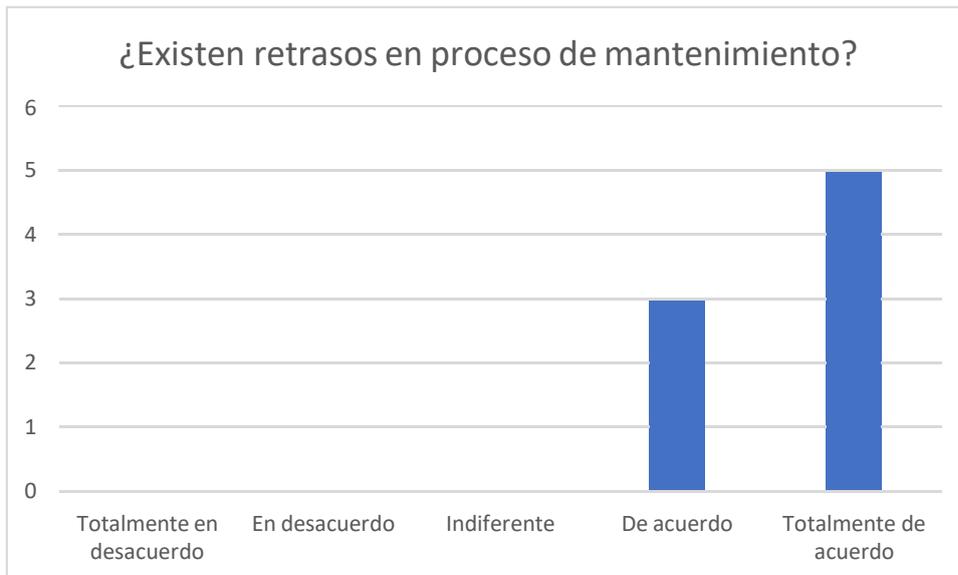


Figura 2: Respuestas a la pregunta: ¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente?

De la figura 2 se aprecia que el 37.5% está de acuerdo sobre la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento y el 62.5% está totalmente de acuerdo con la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento.

Los resultados a la pregunta: ¿El número actual de trabajadores es adecuado? Se representa en la Figura 3.

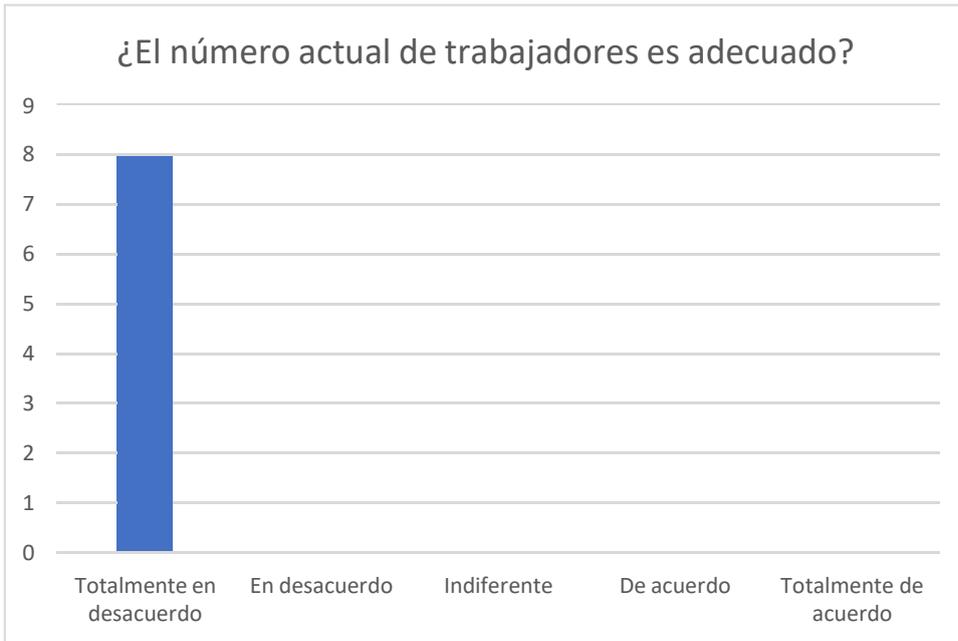


Figura 3: Respuestas a la pregunta ¿El número actual de trabajadores es adecuado?

Se puede apreciar en la Figura 3. Que el 100% de los trabajadores está totalmente en desacuerdo de que el número actual de trabajadores es el adecuado.

Los resultados a la pregunta: ¿Existe fatiga para realizar sus tareas? Se grafican en la Figura 4.



Figura 4: Respuestas a la pregunta ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?

De la Figura 3, el 50% de las respuestas indican que estar de acuerdo con la existencia de fatiga en la realización de las tareas mientras el otro 50% de las respuestas está totalmente de acuerdo.

Las respuestas a la pregunta: ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo? Se presentan en la Figura 5.

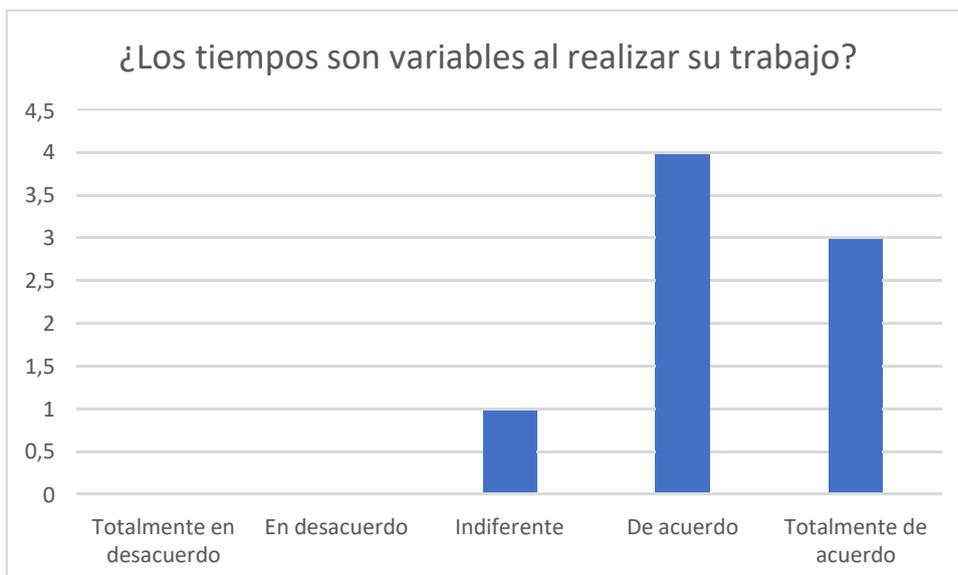


Figura 5: Respuesta a la pregunta ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?

Las respuestas mostradas en la Figura 5 indican que el 50% está de acuerdo de qué los tiempos son variables en la realización del trabajo mientras que el 37.5% está totalmente de acuerdo.

En la Figura 6 se representan gráficamente las respuestas a la pregunta: ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?

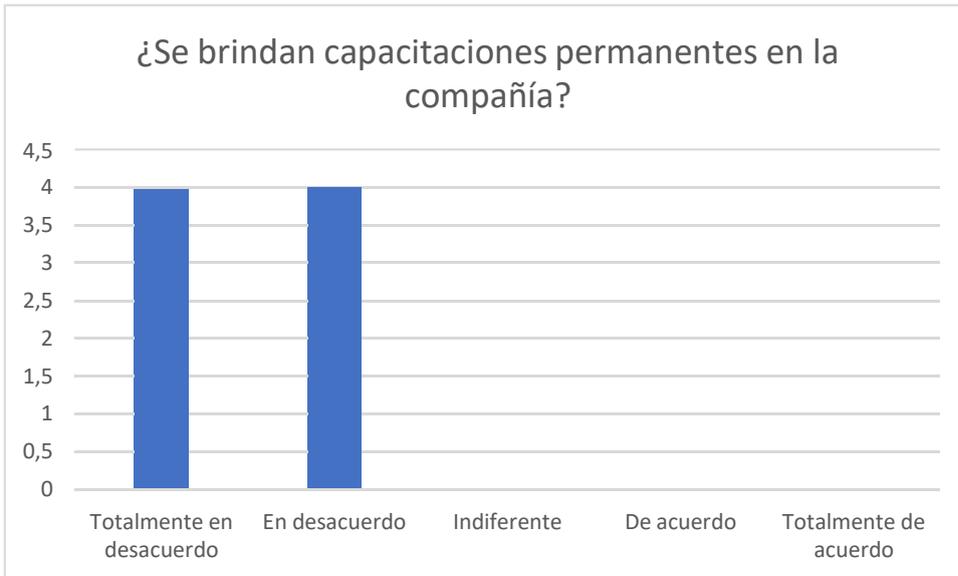


Figura 6: Respuestas a la pregunta ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?

Las respuestas mostradas en la Figura 6 indican que el 50% está de totalmente en desacuerdo y otro 50% manifiesta que está en desacuerdo respecto a que se brindan capacitaciones permanentes en la compañía.

En la Figura 7 se representan gráficamente las respuestas a la pregunta: ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?

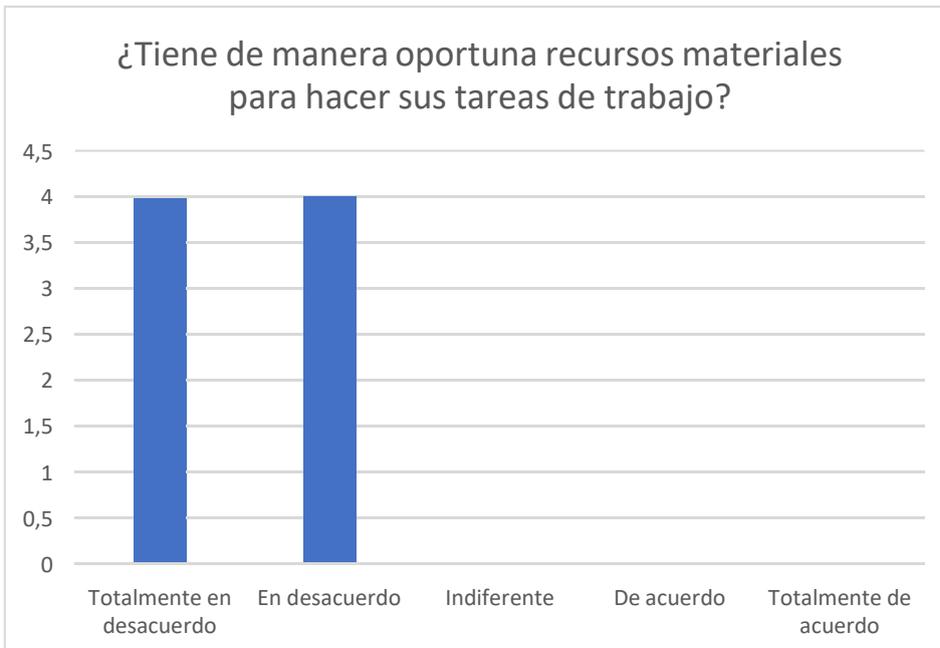


Figura 7: Respuestas a la pregunta ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?

De las respuestas obtenidas respecto a la pregunta ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?, el 50 % manifiesta estar totalmente en desacuerdo y otro 50% responde estar en desacuerdo

En la Figura 8 se representan gráficamente las respuestas a la pregunta: ¿Las actividades están documentadas?

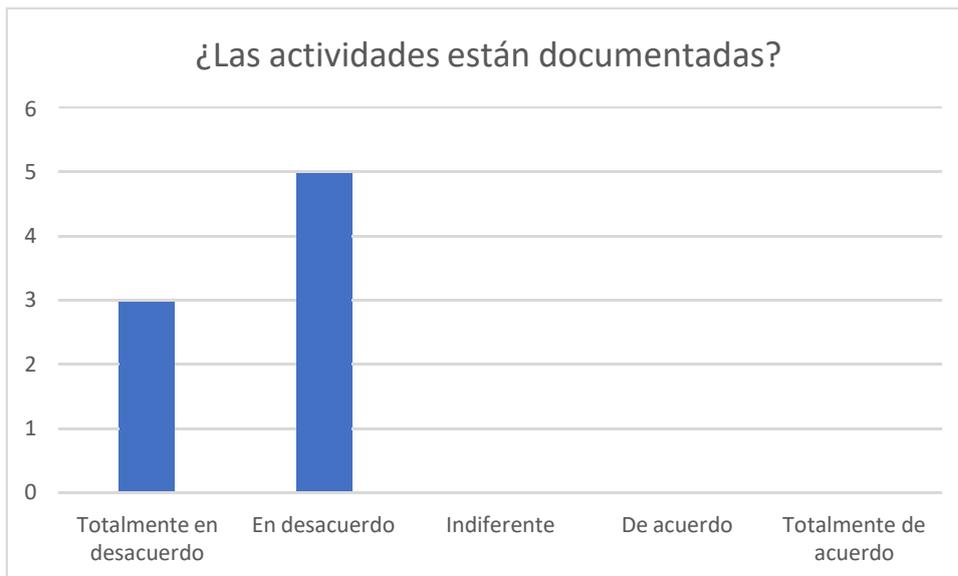


Figura 8: Respuestas a la pregunta ¿Las actividades están documentadas?

Las respuestas a esta pregunta se reparten en totalmente en desacuerdo (37.5%) y en desacuerdo (62.5%).

La Figura 9 se grafica las respuestas a la pregunta: ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?

^



Figura 9: Respuestas a la pregunta ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?

Las respuestas a esta pregunta se reparten en totalmente en desacuerdo (37.5%) y en desacuerdo (62.5%).

Utilizando los resultados de la aplicación del cuestionario y de la entrevista se graficó el diagrama de Ishikawa con las causas potenciales del problema en la Figura 9. Se emplearon las 6M para analizar las causas del problema en el proceso. Las causas potenciales se agruparon en seis bloques principales como lo son, métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

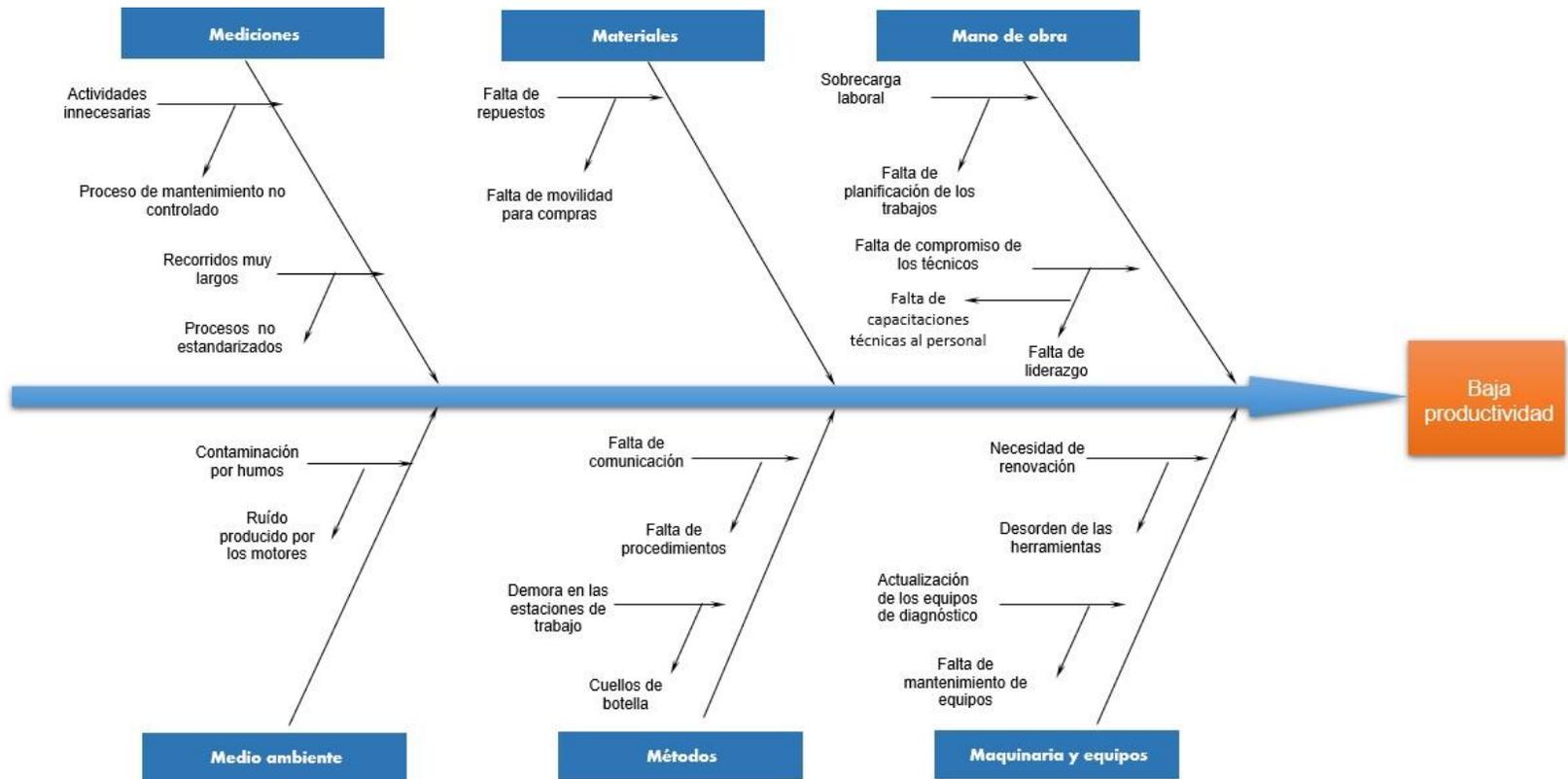


Figura 10:Diagrama de Ishikawa, mostrando las causas principales.

La matriz de Vester es una técnica importante y más utilizada en la priorización de problemas partiendo de un conjunto de ellos. Es necesario la identificación de los problemas a ser analizados mediante otra técnica como el Diagrama de Ishikawa. La Matriz de Vester nos permitirá a determinar que problemas son los prioritarios, sobre los que se tendrá que trabajar. Bajo esta premisa se construyó en primer lugar el diagrama de Ishikawa (Figura 9) para proceder a correlacionar los problemas entre sí. De esta forma, al identificar qué influencia tiene un problema sobre otro. Este grado de influencia deberá cuantificarse. Se utilizó la siguiente escala para determinar la influencia de un problema sobre otro problema:

El problema A no causa a B	0
El problema A causa indirectamente a B	1
El problema A causa moderadamente a B	2
El problema A causa directamente a B	3

Los resultados en la determinación de la incidencia de un problema sobre otro se muestran gráficamente en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de Vester

Situación problemática																								
Baja productividad en taller mecánico																								
Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	Influencias / Activas
P1	Actividades innecesarias	0	1	3	3	1	1	3	1	3	3	0	0	3	1	0	1	1	3	0	0	0	0	28
P2	Proceso de mantenimiento no controlado	3	0	3	3	3	3	3	1	3	3	0	0	3	0	0	0	3	3	1	3	1	2	41
P3	Recorridos muy largos	3	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	2	0	0	2	1	3	0	0	0	0	17
P4	Procesos no estandarizados	3	3	3	0	3	2	2	1	3	3	1	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	53
P5	Falta de repuestos	3	1	2	0	0	0	1	1	3	3	0	0	3	1	0	2	0	3	0	1	0	1	25
P6	No hay movilidad de compras	3	1	1	1	3	0	2	3	3	3	0	0	3	0	0	1	1	3	0	0	0	0	28
P7	No hay planificación de los	3	3	3	1	3	3	0	2	3	3	0	0	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	49
P8	Falta de compromiso de los	3	0	1	0	0	0	2	0	3	3	1	1	3	3	2	1	1	3	2	3	3	2	37
P9	Sobre carga	1	2	0	2	2	3	1	1	0	3	0	0	3	3	3	1	2	3	0	3	1	3	37
P10	Cuello de botella	0	2	0	3	3	1	3	0	3	0	0	2	3	2	0	2	3	3	0	3	2	3	38
P11	Falta de liderazgo	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	0	2	1	0	0	3	2	1	2	0	2	2	42
P12	Falta de capacitaciones técnicas	2	1	2	2	0	0	0	2	3	3	0	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	3	36
P13	Espacios confinados	1	0	3	2	0	0	2	1	3	3	0	0	0	3	3	0	2	3	0	3	0	0	29
P14	Estrés producido por ruidos de los motores	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	2	2	2	1	3	1	2	25
P15	Contaminación por humos	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	1	2	0	0	14
P16	Falta de comunicación	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0	3	3	2	3	3	1	53
P17	Falta de procedimientos	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	0	3	3	2	1	0	0	3	1	3	3	2	49
P18	Demora en las estaciones de trabajos	0	1	0	0	0	0	2	1	3	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	17
P19	Necesidad de renovación de herramientas	3	0	3	1	0	0	0	3	3	3	0	0	3	2	2	0	1	3	0	2	3	0	32
P20	Desorden de herramientas	3	3	3	0	0	0	0	1	2	2	0	0	2	3	0	0	2	3	2	0	0	0	26
P21	Actualización de equipos de diagnostico	3	3	3	2	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	2	1	0	1	39
P22	Falta de mantenimiento de los equipos	2	1	0	1	0	0	0	1	2	2	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	13
DEPENDENCIA / PASIVAS		47	31	37	30	25	21	33	34	60	59	5	13	50	34	17	20	37	58	21	39	28	29	

Con los resultados de la Matriz de Vester se procedió a trazar las coordenadas en el plano cartesiano teniendo en cuenta que a los problemas sobre el eje Y se denominarán "pasivos" y los del eje X "activos". En la parte inferior de cada columna sumamos los valores verticalmente y obtenemos el total de pasivos (suma de los valores sobre el eje Y). Luego, a la derecha de cada fila sumamos los valores horizontalmente (suma de los valores sobre el eje X). Los puntos se representan mediante las coordenadas correspondientes al resultado de sumar X y sumar Y. La clasificación de estos puntos se muestra en el sistema de coordenadas (Figura 10).

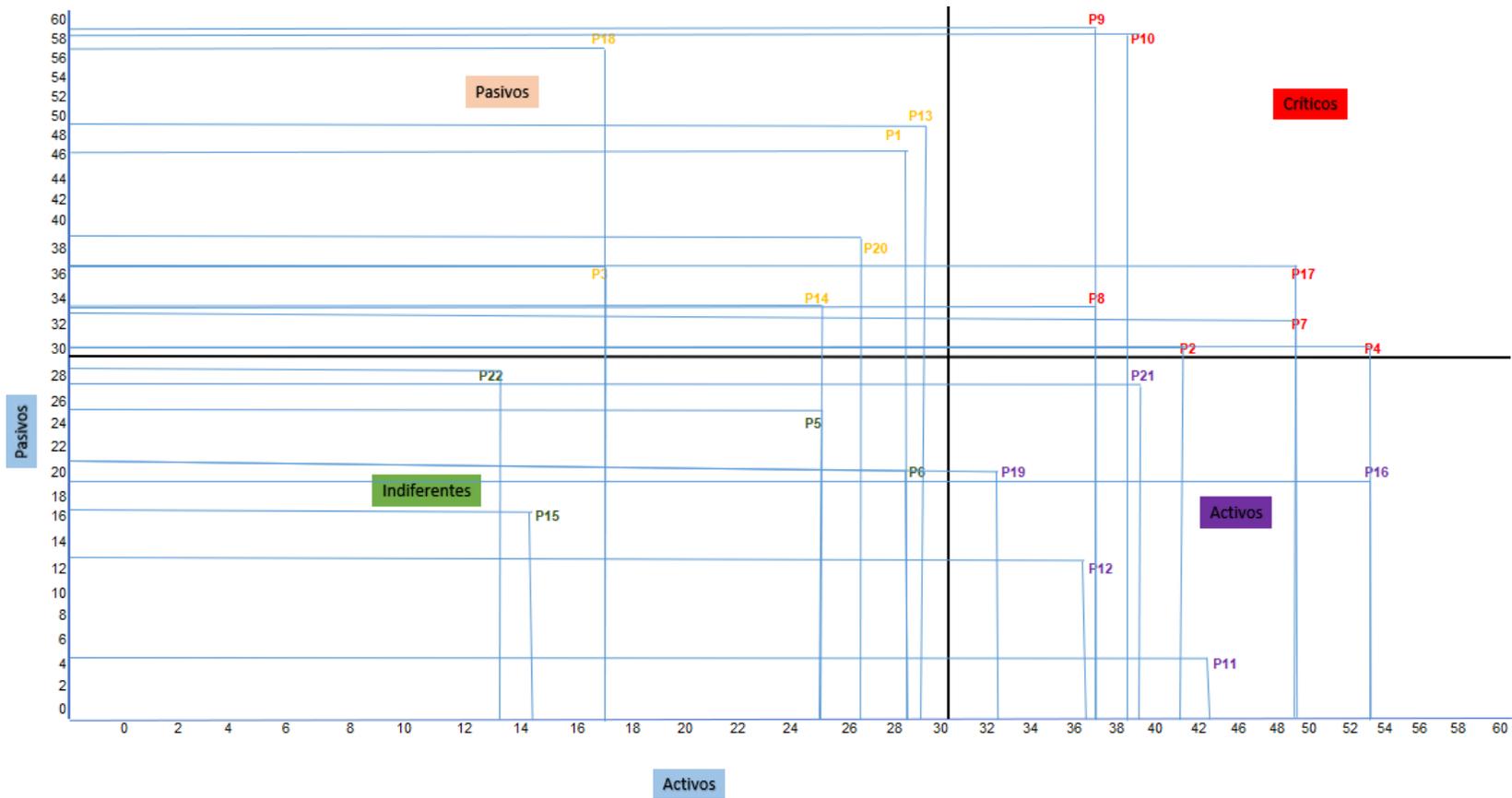


Figura 11: Clasificación de los problemas

En la Figura 11 se identifican las coordenadas de los puntos críticos, activos, pasivos e indiferentes, estos puntos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de los problemas según Vester

Críticos	Proceso de mantenimiento no controlado	P2
	Procesos no estandarizados	P4
	No hay planificación de los trabajos	P7
	Falta de compromiso de los técnicos	P8
	Sobre carga	P9
	Cuello de botella	P10
	Falta de procedimientos	P17
Activos	Falta de liderazgo	P11
	Falta de capacitaciones técnicas	P12
	Falta de comunicación	P16
	Necesidad de renovación de herramienta	P19
	Actualización de equipos de diagnóstico	P21
Pasivos	Actividades innecesarias	P1
	Recorridos muy largos	P3
	Espacios confinados	P13
	Estrés producido por ruidos de los motores	P14
	Demora en las estaciones de trabajos	P18
	Desorden de herramientas	P20
Indiferentes	Falta de repuestos	P5
	No hay movilidad de compras	P6
	Contaminación por humos	P15
	Falta de mantenimiento de los equipos	P22

Como resultado del diagnóstico se identificaron cinco problemas críticos de los cuales dos tienen que ver con el proceso: procesos no estandarizados, sobre carga de los trabajadores y presencia de cuellos de botella, otros dos se deben a problemas de gestión: falta de control en el proceso y falta de compromiso de los técnicos y un tercero relacionados con ergonomía.

Cálculo de la productividad.

La tabla 4, presenta la siguiente información de los reportes de vehículos atendidos, en el taller mecánico, durante los meses de enero a octubre del 2021, datos que determinaron la eficacia, la eficiencia y la productividad del proceso de mantenimiento.

Tabla 4. Reportes de vehículos atendidos.

Fecha	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
1	0	34	28	22	0	30	41	0	39	45
2	0	32	15	35	0	35	36	43	34	48
3	0	35	33	32	35	24	23	31	38	0
4	33	33	35	0	26	33	0	34	23	23
5	34	37	27	39	29	25	31	35	0	42
6	28	24	29	27	31	0	24	38	24	24
7	45	0	0	31	36	34	24	19	36	48
8	19	34	15	25	19	39	38	0	39	0
9	23	32	28	17	0	38	37	43	34	35
10	0	35	26	19	28	31	23	35	43	0
11	21	24	24	0	37	35	0	47	23	37
12	26	30	31	25	31	20	36	36	0	45
13	35	29	37	28	27	0	29	43	44	41
14	32	0	0	29	16	32	35	23	31	42
15	34	34	23	37	15	37	32	0	34	35
16	22	37	32	23	0	34	37	35	43	38
17	0	35	27	17	28	42	22	38	37	0
18	32	23	36	0	39	32	0	45	15	46
19	44	36	23	29	33	19	36	38	0	35
20	31	23	18	39	37	0	32	33	34	40
21	32	0	0	21	28	34	39	28	43	41
22	39	32	36	29	17	38	33	0	37	34
23	15	17	26	36	0	31	37	34	34	47
24	0	25	43	21	19	44	28	43	23	0
25	38	35	32	0	38	38	0	37	43	49
26	41	32	28	28	33	26	27	36	0	48
27	19	31	14	33	25	0	37	41	36	34
28	38	0	0	28	16	42	0	25	32	48
29	36	32	18	18	18	0	0	0	41	42
30	18	22	35	19	0	39	32	0	36	24
31	0	21	17	24	23	0	22	47	32	0
Total vehículos atendidos	735	814	736	731	684	832	791	907	928	991

Tabla 5. Eficacia, eficiencia y productividad.

Fecha	Mantenimientos realizados	mantenimientos programados	eficacia %
1	41	50	82
2	36	50	72
3	23	30	77
4	0	0	0
5	31	50	62
6	24	50	48
7	24	50	48
8	38	50	76
9	37	50	74
10	23	30	77
11	0	0	0
12	36	50	72
13	29	50	58
14	35	50	70
15	32	50	64
16	37	50	74
17	22	30	73
18	0	0	0
19	36	50	72
20	32	50	64
21	39	50	78
22	33	50	66
23	37	50	74
24	28	30	93
25	0	0	0
26	27	50	54
27	37	50	74
28	0	0	0
29	0	0	0
30	32	50	64
31	22	30	73
		Promedio	56
		Eficacia	56%

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{cantidad programada}} * 100$$

Fecha	Horas trabajadas	Horas totales	eficiencia %
1	28	64	44
2	25	64	38
3	16	40	39
4	0	0	0
5	21	64	33
6	16	64	26
7	16	64	26
8	26	64	40
9	25	64	39
10	16	40	39
11	0	0	0
12	25	64	38
13	20	64	31
14	24	64	37
15	22	64	34
16	25	64	39
17	15	40	37
18	0	0	0
19	25	64	38
20	22	64	34
21	27	64	42
22	22	64	35
23	25	64	39
24	19	40	48
25	0	0	0
26	18	64	29
27	25	64	39
28	0	0	0
29	0	0	0
30	22	64	34
31	15	40	37
		Promedio	30
		Eficiencia	30%

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo empleado}} * 100$$

Fecha	Eficiencia %	Eficacia %	Productividad %
1	82	44	36
2	72	38	28
3	77	39	30
4	0	0	0
5	62	33	20
6	48	26	12
7	48	26	12
8	76	40	31
9	74	39	29
10	77	39	30
11	0	0	0
12	72	38	28
13	58	31	18
14	70	37	26
15	64	34	22
16	74	39	29
17	73	37	27
18	0	0	0
19	72	38	28
20	64	34	22
21	78	42	32
22	66	35	23
23	74	39	29
24	93	48	45
25	0	0	0
26	54	29	16
27	74	39	29
28	0	0	0
29	0	0	0
30	64	34	22
31	73	37	27
			21
		Productividad	21%

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Eficacia} * \text{eficiencia}}{100}$$

Para la identificación de las herramientas de la ingeniería de métodos necesarias para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021 se realizó una revisión de literatura. En la Tabla 6 se muestran los resultados del análisis documental.

Tabla 6. Resultados del análisis documental.

Problemas identificados	Referencia
Procesos no estandarizados	Cuando los estándares de producción no están definidos es necesario realizar la medición del tiempo ciclo con un balanceo de línea y definición de tiempo estándar (Camacho, Alba, Hernández, Molina, Ramírez, Zúñiga de León, 2015).
Presencia de cuellos de botella	Si en una actividad se necesita dos veces más tiempo que la actividad siguiente, los operarios de la segunda y su equipo permanecen la mitad de su tiempo ocioso y se presentará lo que se conoce como “cuello de botella”, ya que su capacidad la más baja de todos los centros de trabajo, restringe la del proceso completo; esto resultará demasiado costoso. Este problema suele solucionarse mediante el balanceo de la cadena (Palacios, 2016).

Considerando las fuentes bibliográficas se procederá a utilizar las herramientas del DAP y el estudio de tiempos para mejorar la productividad (Figura 11).

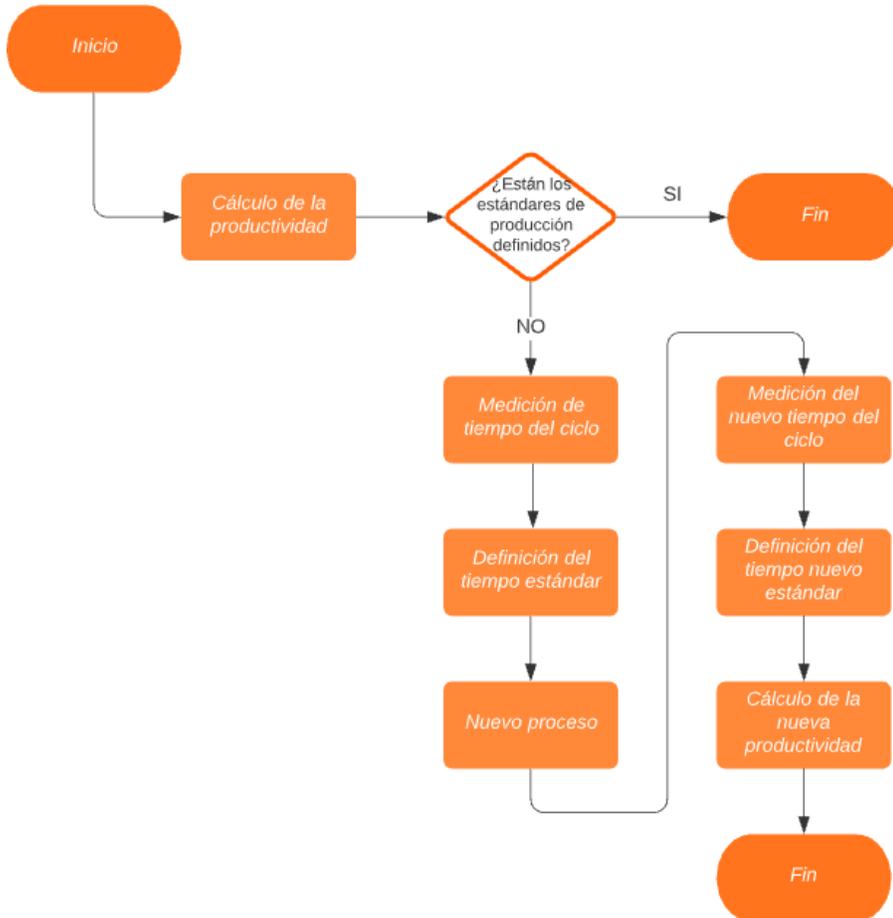


Figura 12: Esquema de la propuesta de implementación del Estudio

La propuesta para la implementación de la ingeniería de métodos, en base a la figura 12, se muestra en el Anexo 7.

Para la evaluación del beneficio – costo se emplearon las tablas 5 y 6.

Tabla 7. Ingresos y egresos sin propuesta

Mes	Egresos por pago de personal del taller	Egresos por pago de sostenimiento del taller	Total vehículos atendidos	Inversión en compras de repuestos	Total de egresos	Ingreso por venta de kit de repuestos	Ingreso por mano de obra	Ingresos totales repuestos y mano de obra	Utilidad
Enero	44,600.00	12,700.00	735	131,197.50	188,497.50	56,227.50	183,750.00	239,977.50	51,480.00
Febrero	44,600.00	12,700.00	814	145,299.00	202,599.00	62,271.00	203,500.00	265,771.00	63,172.00
Marzo	44,600.00	12,700.00	736	131,376.00	188,676.00	56,304.00	184,000.00	240,304.00	51,628.00
Abril	44,600.00	12,700.00	731	130,483.50	187,783.50	55,921.50	182,750.00	238,671.50	50,888.00
Mayo	44,600.00	12,700.00	684	122,094.00	179,394.00	52,326.00	171,000.00	223,326.00	43,932.00
Junio	44,600.00	12,700.00	832	148,512.00	205,812.00	63,648.00	208,000.00	271,648.00	65,836.00
Julio	44,600.00	12,700.00	791	141,193.50	198,493.50	60,511.50	197,750.00	258,261.50	59,768.00

Se realiza una proyección respecto al total de vehículos atendidos considerando 3 servicios más por operador, totalizando 12 servicios más por mes. En la Tabla 13 se muestra este resumen.

Tabla 8. Ingresos y egresos con propuesta

Mes	Egresos por pago de personal del taller	Egresos por pago de sostenimiento del taller	Total vehículos atendidos	Inversión en compras de repuestos	Total de egresos	Ingreso por venta de kit de repuestos	Ingreso por mano de obra	Ingresos totales repuestos y mano de obra	Utilidad
Enero	44,600.00	12,700.00	747	133,339.50	190,639.50	57,145.50	186,750.00	243,895.50	53,256.00
Febrero	44,600.00	12,700.00	826	147,441.00	204,741.00	63,189.00	206,500.00	269,689.00	64,948.00
Marzo	44,600.00	12,700.00	748	133,518.00	190,818.00	57,222.00	187,000.00	244,222.00	53,404.00
Abril	44,600.00	12,700.00	743	132,625.50	189,925.50	56,839.50	185,750.00	242,589.50	52,664.00
Mayo	44,600.00	12,700.00	696	124,236.00	181,536.00	53,244.00	174,000.00	227,244.00	45,708.00
Junio	44,600.00	12,700.00	844	150,654.00	207,954.00	64,566.00	211,000.00	275,566.00	67,612.00
Julio	44,600.00	12,700.00	803	143,335.50	200,635.50	61,429.50	200,750.00	262,179.50	61,544.00
					965,149.50			1,765,385.50	

La relación costo - beneficio se calcula empleando la razón: Ingresos totales netos/Costos totales:

$$\text{Costo - Beneficio} = \frac{\text{Ingresos totales netos}}{\text{Costos totales}} = \frac{1,765,385.50}{965,149.50} = 1.83$$

La propuesta es factible ya que según lo mostrado en la relación por cada sol invertido hay una ganancia de 1.83 soles.

V. DISCUSIÓN

En el primer resultado se evaluó la situación actual de las actividades realizadas en el taller de mecánica aplicando un cuestionario a los trabajadores del área, así como una entrevista a los supervisores, llegando a determinar que se aprecia que el 37.5% está de acuerdo sobre la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento y el 62.5% está totalmente de acuerdo con la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento; además se identificó que el 50% de encuestados está de totalmente en desacuerdo y otro 50% manifiesta que está en desacuerdo respecto a que se brindan capacitaciones permanentes en la compañía.

Utilizando estos resultados se graficó el diagrama de Ishikawa con las causas potenciales del problema en la Figura 9. Se emplearon las 6M para analizar las causas del problema en el proceso. Las causas potenciales se agruparon en seis bloques principales como lo son, métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Determinando como resultado del diagnóstico se identificaron cinco problemas críticos de los cuales dos tienen que ver con el proceso: procesos no estandarizados, sobre carga de los trabajadores y presencia de cuellos de botella, otros dos se deben a problemas de gestión: falta de control en el proceso y falta de compromiso de los técnicos y un tercero relacionados con ergonomía.

Estas determinaciones son homólogas a la determinada por Peña (2017) quién llevó a cabo un estudio para conocer la manera en la que un estudio del trabajo puede incrementar la productividad en el área de fabricación de melanina en Rauca Norte S.A. El autor utilizó las mismas técnicas e instrumentos, entrevistas, encuestas a operarios; se utilizó también la tabulación y el cronómetro para el proceso de observación y se tomaron apuntes de tiempos utilizados para llevar a cabo trabajos. Peña (2017) llegó a determinar problemáticas respecto a la productividad de producción de planchas de melanina identificando una mejora de 17 a 25 planchas fabricadas / horas - hombre. Concluyendo que la productividad de la empresa se benefició de manera considerable ya que se llevaron a cabo los procedimientos con tiempos estandarizados.

Para el segundo resultado se identificaron las herramientas de la ingeniería de métodos necesarias para mejorar la productividad en el taller de mecánica automotriz, Piura 2021 mediante una revisión de literatura, identificando las problemáticas y la propuesta de solución a cada una de ellas mediante los respectivos autores.

Para dar solución a los procesos no estandarizados, se considera a los autores Camacho, Alba, Hernández, Molina, Ramírez, Zúñiga de León, 2015, identificando las teorías de los estándares de producción no están definidos, por lo que es necesario realizar la medición del tiempo ciclo con un balanceo de línea y definición de tiempo estándar. Con respecto a la presencia de cuellos de botella, se propuso la alternativa de solución mediante el balanceo de la cadena del autor Palacios (2016). Si en una actividad se necesita dos veces más tiempo que la actividad siguiente, los operarios de la segunda y su equipo permanecen la mitad de su tiempo ocioso y se presentará lo que se conoce como “cuello de botella”, ya que su capacidad la más baja de todos los centros de trabajo, restringe la del proceso completo; esto resultará demasiado costoso.

De igual manera Ulco (2015) llevó a cabo un proceso en el que aplicó la ingeniería de métodos en el proceso de producción de cajas de zapatos para incrementar la productividad de la mano de obra de Industrias Art Print. El autor desarrolló una investigación alrededor de las teorías sobre la aplicación del estudio de movimientos y métodos en el área de producción, para mejorar los tiempos y movimientos del proceso. El autor consideró al investigador Kanawaty (1998) para establecer los pasos correspondientes al proceso de la aplicación de la ingeniería de métodos tal y para abordar el concepto del Tiempo Estándar (TE) consideró a Niebel (2009), el cual determinó la suma de los tiempos elementales da el estándar en minutos por actividad o unidad con un cronometro de decimas de minuto, o en horas por unidad con un cronometro de horas.

Para efectuar el tercer objetivo se elaboró la ingeniería de métodos basados en las teorías mencionadas y diseñando un organigrama de actividad, el cual inició con el cálculo de la

productividad y determinar si los estándares de producción se encuentran definidos teniendo dos alternativas de solución, si estos están definidos se llega al fin de la intervención, pero de lo contrario, se propuso la medición del tiempo de ciclo para luego definir el tiempo estándar, y elaborar el nuevo proceso, luego se propuso la medición del nuevo tiempo del ciclo, y la definición del tiempo nuevo estándar, para finalmente realizar el cálculo de la nueva productividad. La aplicación de esta metodología es utilizada por diferentes autores para el incremento de la productividad en una determinada empresa como señala Curillo (2014) tuvo como objetivo brindar una propuesta para mejorar la productividad de esta fábrica, optimizando las operaciones, reduciendo los costos y agilizando la producción. Concluyó que, mejorando los materiales, estudio de métodos, equipos de mano de obra, eliminando aspectos negativos de la empresa, logrando mejorar el trabajo y el ritmo de los trabajadores. Por consiguiente, mediante la aplicación de la metodología de ingeniería de métodos en la empresa FACOPA se incrementó en 10 % su productividad y mejoró la capacitación, señalización y estructura.

Según (Criollo (2002) la ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de incrementar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndoles al alcance del mayor número de consumidores.

Para el cuarto objetivo se llevó a cabo un análisis de la relación costo - beneficio calculado empleando la razón: $\text{Ingresos totales netos} / \text{Costos totales}$. El autor llegó a determinar que la propuesta es factible ya que el valor B/C es superior a 1 y según lo mostrado en la relación por cada sol invertido hay una ganancia de 0.83 soles. Esta determinación es considerada como base de viabilidad de diversos autores, tales como Durán (2016) quien concluyó que luego de haber implementado la ingeniería de método recomendada, fue posible modificar la distribución del Hospital estudiado y se redefinió la función de los trabajadores duplicando la capacidad de atención de emergencia, pasando de 100 a 200 pacientes al día; gracias a ello se incrementó en \$5,000.00 el valor de consulta, para determinar su valor costo – beneficio, hizo uso del ingreso adicional del valor de la consulta por sobre los costos de la implementación del estudio de métodos, determinando un valor superior a 1, señalando la viabilidad de la propuesta.

VI. CONCLUSIONES

1. La presente investigación determina el cumplimiento de nuestro primer objetivo conociendo la situación actual del taller de mecánica automotriz, y corrobora que los principales problemas identificados en el taller son: los procesos no estandarizados, sobre carga de los trabajadores y presencia de cuellos de botella, otros dos se deben a problemas de gestión: falta de control en el proceso y falta de compromiso de los técnicos y un tercero relacionados con ergonomía.
2. El 50% de operarios manifiesta que está en desacuerdo respecto a que se brindan capacitaciones permanentes en la compañía.
3. El 37.5% está de acuerdo sobre la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento y el 62.5% está totalmente de acuerdo con la existencia de retrasos en el proceso de mantenimiento.
4. Cumpliendo con nuestro segundo objetivo se determinó, las herramientas de ingeniería de métodos, para mejorar la productividad en el taller de mecánica, determinando la medición del tiempo ciclo de la empresa se puede desarrollar mediante el balanceo de una línea y la definición del tiempo estándar. Y con respecto a la presencia de cuellos de botella, se identificó la alternativa de solución mediante la teoría del balanceo de la cadena.
5. De la presente investigación se ha podido determinar que mediante la aplicación de las teorías de la ingeniería de métodos se propone la mejora de la productividad de un taller de mecánica automotriz, lo que se reflejará en la mejora de los procesos ejecutados en el ciclo de trabajo del taller.

6. Con respecto al estudio y desarrollo de la propuesta, nuestro tercer objetivo, se concluye en una mejora del proceso, definiendo en un aumento de la productividad, pasando de un 21% a un 33%, obteniendo el aumento de la capacidad de atención de 4 a 7 vehículos diarios, por técnico mecánico.

7. En cuanto al costo de nuestra propuesta, se definió la viabilidad, ya que los resultados en la mejora de capacidad de atención, determinan que es factible e importante el pago de 5,324.50 soles.

VII. RECOMENDACIONES

Desarrollar el plan de toma de tiempos y mejora de las actividades, de manera continua y sostenible incorporando las consideraciones de mantenimiento, preventivo y correctivo de la maquinaria.

Desarrollar de manera periódica los estudios de tiempos para optimizar los recursos de la empresa conforme estos varíen en el tiempo.

Llevar a cabo programas de capacitación de los operarios del taller, sobre detalles técnicos en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos.

Contratación de recurso humano especializado en el área de mantenimiento, para llevar a cabo un plan de mantenimiento que optimiza la vida útil de la maquinaria y reduzca el tiempo de paradas, mejorando así la productividad.

REFERENCIAS

AMORES, Olger y VILCA, Luis Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la Panamericana Norte sector Lasso para el periodo 2011-2013. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, 2011.138pp.

ARARAT, Alejandra. Estudio de métodos y tiempos en proceso productivo de la línea de camisas interior de MAKILA CTA. para mejorar la productividad de la empresa. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, de la Ciudad de Cali, 2010. 184 pp. Disponible en: <https://bit.ly/2UjKXqC>

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. Colombia: Pearson Educación 2013, 320pp. ISBN: 9789586991285.

ARNOLD JHONATTAN, Torres Vásquez (2016). Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L Cajamarca para aumentar el nivel de productividad (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú

DEZAR, Manuel. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de costura en la empresa inversiones Geno SAC., San Juan de Lurigancho, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Industrial, 2016.128pp. Disponible en: <https://bit.ly/366PXBf>

DUQUE (2010) en su tesis titulado “diseño de plan estratégico y estudio de métodos de trabajo para estandarizar procesos en la institución registro oficial, para la optimización de recursos, quito”, Tesis de Grado previa la obtención del título de Ingeniero Industrial, Mención Gestión de Procesos de la universidad UNIVERSIDAD TECNO-LÓGICA EQUINOCCIAL.

Fred E Meyers. Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil 2da. Ed. México: Prentice Hall, 2000, 352p. ISBN: 968-444-468-0

Fred E Meyers estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Editor José Luis Vázquez Chavarría 2da edición, México, 2000. 256p. ISBN: 968-484-468-0

FREIVALDS, Andris y Niebel, Benjamín. Ingeniería industrial de Niebel Métodos, Estándares y diseño del trabajo 13 era Ed. México Mc Graw Hill 2014, 736pp. Disponible en: <https://bit.ly/3h8dysa>

GARCIA, Alfonso. Productividad y reducción de costos. Mexico: Pearson Educación 2013, 320pp. ISBN: 9786071707338

GARCIA, Roberto. Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2da Ed. México: Mc Graw Hill, 2005. 459pp. Disponible en: <https://bit.ly/3ylbm6t>

GAVIRIA Sinche, Gian Carlo. Implementación de Tiempos y Movimientos Para Incrementar la Productividad de Activación de Cuentas en el Departamento de Poderes del BANBIF, San Isidro 2015. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Industrial, 2015. 164pp. Disponible en: <https://bit.ly/3dzHNpN>

GUARACA, Segundo. Mejora de la Productividad, en la sección de Prensado de Pastillas, mediante el Estudio de Métodos y la Medición de Trabajo, de la Fábrica de Frenos Automotrices EDGAR S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial, 2015. 123pp. Disponible en: <https://bit.ly/2Uhi6n9>

GUTIERREZ, Rubí. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de soporte técnico de la empresa VMware Sis SAC, San Martín de

Porres, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 183pp. Disponible en: <https://bit.ly/2SFr1Oy>

HEIZER, Jay y RENDER Barry. Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas. 8va. Ed. España: Pearson education, 2007, 616p. ISBN: 978-84-8322-360-4

HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Dirección de la producción y de operaciones 8va Ed. Madrid: Pearson Educación, 2007, 616pp. ISBN: 9788483223604 HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 4ta. Ed. México: Editorial McGraw-Hill, 2006, 736 p. ISBN: 978-970-10-5753-7

HUAMÁN Tomas. La ingeniería de métodos y el incremento de la productividad en el área de control de calidad de una Empresa Manufacturera, Independencia, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 156 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3xc5b4d>

JANANIA, Camilo. Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos. México: Editorial Limusa, S.A, 2014, 168 p. ISBN: 978-968-18-7079-9

JIJON, Klever. Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzados Gabriel. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador. Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización 2013. 224 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3qlthB7>

KANAWALY George INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO 4ta edición

KANAWATY, G. introducción al estudio del trabajo, 4ta. Ed. Ginebra: oficina internacional del trabajo, 1996, 520p. ISBN: 92-2-107-108-9

KEYNES RIVERA, Juan. Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero. Madrid: Planeta, 2012. p. 122. ISBN: 92-2-107-108-9

KOEN, 2009, 18). Method engineering: engineering of information systems development methods and tools. Ed. Leonardo-Campus 1, 48149 Münster, Germany pp.829–835 Disponible en: <https://bit.ly/3jyYPIa>

MONTESDEOCA Edinson. Study of times and movements to improve productivity in the company products of the day dedicated to the manufacture of balanced poultry. Thesis (Industrial Engineer). Ecuador. North Technical University. Faculty of Science Engineering, 2015.178pp. Disponible en: <https://bit.ly/2TqDcPC>

Organización internacional del trabajo (OIT). Introducción del trabajo. 4° ed. Ginebra: Oficina internacional del Trabajo, 1996.521 p. ISBN 92-2-307108-9

PACHECO, Javier en su tesis “Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A”. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. (2007)

RIOFRÍO SABANDO MARIO ISRAEL (2012) en su tesis titulada Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa COFRINA.

BENAVIDES COLON, K. and Castro Pájaro, P. (2010). Diseño e implementación de un programa de 5S en industrias metalmeccánicas san judas LTDA. Universidad de Cartagena, Colombia.

SALVENDY, Gabriel. Engineering Maintenance Management (Industrial Engineer-

ing). Third Edition: Jhon Wiley, 2007. 233. pp.ISBN: ISBN-s: 0585386978

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica 3° Ed. Lima: San Marcos, 2014. 495. p.ISBN 978-612-302-878-7

GONZÁLES, W. (2015). Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/re-dug/16702/1/TESIS%202015%20-%20GONZ%C3%81LEZ%20MOLINA%20WILLIAN%20STEVEN.pdf>

HERNÁNDEZ Sampieri, R (2014) Metodología de la Investigación 6ta edición. DF, México: Mc Graw-Hill Editorial.

ASSUMPCAO, A. (Junio de 2018). Asociación Automotriz del Perú. Obtenido de AAP: <https://aap.org.pe/aladda/aladda-2018/>

COLLADO, M., Rivera, J., & Carhuay, E. (Diciembre de 2018). Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de Repositorio Institucional USIL: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3261>

CALDERON, M., & Peralta, C. (2017). Mejora continua de la productividad de la Empresa MODASA mediante la metodología PHVA. Lima: Universidad de San Martín de Porres - Facultad de ingeniería Industrial.

Alayo, R., & Becerra, A. (2015). "Elaboración e implementación de un plan de mejora continua en el área de producción de Agroindustria Kaizen. Obtenido de https://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20132_1.pdf

VALENCIA Flores, Japhet. Aplicación de la Ingeniería de Métodos y tiempos en el Área de Impresión para Mejorar la Productividad en la Empresa Corporation Editora

Chirre SA, Puente Piedra, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Industrial, 2016.185pp.

ALTAMIRANO, Yosan. Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp. 2016. Chiclayo - Perú. : Tesis (Título Ingeniero Industrial) Universidad Señor de Sipán, 2016.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid. : Ediciones Díaz de Santos. 2003. 299pp. ISBN: 978-84-7978-5482.

ARREATEGUI Ramírez, Gianfranco; ROMERO Vivanco, Deyvi Janpier, Implementación del plan de mejora y su efecto en la productividad del área de producción de una empresa de productos hidrobiológicos – Sullana 2021

JIHONG, Yan. Machinery Prognostics and Prognosis Oriented Maintenance Management. Spain : Wiley, 2015. 286pp. ISBN: 97811-18-63-782.9.

HERRMANN, Norman. Implementation of total productive maintenance: A case of study. Boston. : International journal of production economics. 2004. 75pp. ISBN: 9783832484583

USCATEGUI, Paola. Propuesta de Mejoramiento de Gestión de Mantenimiento para el Departamento de Confiabilidad y Proyectos en la Empresa Petro Santander Colombia (INC). 2014. Bucaramanga-Colombia. : Tesis (Título Ingeniero Industrial) Universidad Nacional de Santander, 2014.

TORRES, A (2016) Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington automotriz E.I.R.L Cajamarca, para aumentar el nivel de productividad, (Tesis de grado) Universidad Privada del norte, Perú.

DULANTO, M. DULANTO, J. RUIZ, E. (2015) Plan estratégico para Toyota de Estados Unidos, periodo 2011-2013, Universidad Pacífico, Perú.

Segunda edición. MEXICO D.F Pearson Educación (2000) Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil.

TASAYCO, G. (2015). Análisis y mejora en la capacidad de atención de servicio de mantenimiento periódico en un concesionario automotriz. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

TRILLO, J. (2009). Evaluación y optimización de la productividad en el taller de servicios de súper autos, Puerto Ordaz C.A, Ciudad de Guayana, en el estado de Bolívar, Venezuela.

ARREDONDO, K. (2013). Implementación de balanceo de líneas y reducción de efecto en una empresa médica. Universidad Autónoma de Baja California, México.

BURGOS, L. (2016). El análisis de procesos de trabajo y propuesta de mejora para un taller mecánico automotriz, Concepción, Paraguay.

NAKAJIMA, S. (1991) Introducción al mantenimiento productivo total, Cambridge, Mass, Productive press.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, revisado por KANAWATY, G. (1998) Introducción al estudio de trabajo cuarta edición. Ginebra, Suiza. Oficina internacional del trabajo. OIT.

CLAUDIO, P. (2011) Diagnóstico y propuesta de mejora de los procesos de un taller mecánico de una empresa comercializadora de maquinaria, Lima, Perú.

CHERRES, S (2008) Metodología para el diseño e implementación de un sistema

ABC, el caso freno S.A, Pontificia universidad Católica del Perú.

FUENTES, W (2012) Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda servicios de revisiones técnicas vehiculares, (Tesis de grado) Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de incrementar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndoles al alcance del mayor número de consumidores" (Criollo, 2002, p33).	$TO = \frac{\sum \text{Tiempos observados}}{N}$	Medición del tiempo	Tiempo observado (TO)	Razón
		$TN = \frac{To * \text{valoración}}{100}$ <p>TN: Tiempo Normal To: Tiempo Promedio observado. V: Valoración Rápido: Valoración > 100 Normal: Valoración = 100 Lento: Valoración < 100</p>		Tiempo Normal (TN)	
		$TS = TN + \text{Suplementos}$		Tiempo Standard (TS)	
		Utilizando el método del interrogatorio y se evaluará la necesidad de realizar los cambios necesarios en cada una de las actividades de las actividades evaluadas determinado el número de actividades eliminadas.	Estudio del método	Número de actividades del proceso	
Productividad	Definimos a la productividad como el uso medido de los recursos a utilizar, Equipos, trabajo, capital, herramientas, energía. Una productividad significativa se obtiene mediante el incremento de la producción utilizando la misma cantidad de recursos, o la obtención de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. (Prokopenko, 1989, p3).	Se calcula la dimensión de la productividad de mano de obra, a través de la revisión de reportes de producción y utilizando el cociente Servicios /costo de mano de obra, se expresa en porcentaje	Mano de obra	Índice de productividad de mano de obra.	Razón
		Se calcula la dimensión de la productividad de maquinaria o equipo, a través de la revisión de reportes de producción y utilizando el cociente Producción /horas maquina	Equipos	Índice de productividad de maquinaria	

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Check List

Instrucciones: Observe si la ejecución de las actividades que se enuncian se lleva a cabo en el Taller de mecánica automotriz y marque con una X el cumplimiento o no en la columna correspondiente, así mismo es importante colocar las observaciones adecuadas

N°	Acciones a evaluar	Si	No	Observaciones
1	¿Existen pérdidas de tiempo al realizar las labores?	X		
2	¿Existen residuos en la zona de labor?	X		
3	¿Existen fatigas en los empleados?	X		
4	¿Están todos los objetos de uso frecuentes ordenados?		X	
5	¿Están todos los objetos de medición correctamente identificados?	X		
6	¿Están todos los elementos de aseo bien identificados y ubicados?	X		
7	¿Están las máquinas identificadas en el trabajo?		X	
8	¿Hay maquinas inutilizadas en la zona de labor?	X		
9	¿Los tiempos están estandarizados?	X		
10	¿Existen desplazamientos innecesarios por parte del personal?	X		

Guía de entrevista para supervisores

Instrucciones: Responda a cada una de las siguientes interrogantes con los detalles más resaltantes posibles

1. ¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente? ¿Por qué?
2. ¿Cuáles son los principales inconvenientes que hay en el área de mantenimiento?
3. ¿Existe un sistema de control de proceso para ubicar las falencias en el proceso?
4. ¿Cree usted que los recursos se están empleando correctamente?
5. ¿Cree usted que se pueden utilizar mejor los recursos disponibles?
6. ¿Conoce alguna herramienta que podría apoyar a mejorar el empleo de los recursos?
7. ¿Considera que los costos concernientes al mantenimiento son los adecuados?
8. ¿Cree usted que es vital minimizar los costos concernientes al mantenimiento?

N°	Ítem	Analista de post venta	Instructor	Asesor de servicio	Jefe de área de repuestos	Vendedores
1	¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente? ¿Por qué?	Como se observan los resultados, creo que aún estamos en proceso, necesitamos implementar una estandarización del proceso y sus requerimientos, creo que así se mantendrá a la empresa trabajando de manera óptima.	No, porque no estamos trabajando correctamente, los resultados son con esfuerzos, nos falta tener las herramientas y la motivación de los líderes.	No, tenemos grandes deficiencias, dependemos mucho del área de repuestos, para ser eficientes.	No, no se está trabajando de manera eficiente, existen muchas quejas por parte de clientes, ya que muchas veces no se cumple con los compromisos.	No, falta un seguimiento y control de stop de repuestos, que abastezca las necesidades de los trabajos en taller.
2	¿Cuáles son los principales inconvenientes que hay en el área de mantenimiento?	El incumplimiento de trabajos por motivos de falta de repuestos, falta un control, poca coordinación, y falta capacitar al personal.	Falta de repuestos, manejo de todos los técnicos de herramientas, actualización de escáner, falta de equipos de diagnóstico.	1. Falta de repuestos 2. Demoras en los técnicos 3. Falta de herramientas 4. Falta de personal capacitado. 5. Espacio.	La falta de un variado stock de repuestos de diferentes marcas, la gran demanda de productos produce un retraso en los despachos, provocando los retrasos de los mantenimientos	Existen repuestos que no se venden muy seguido, y ocupan espacio, también el departamento de repuestos solo compra lo que va a vender, pero ocurren casos que no hay stock para varias marcas.
3	¿Existe un sistema de control de proceso para ubicar las falencias en el proceso?	Aún nos falta aplicar un sistema fijo de control del proceso, donde se mida las dimensiones y se apliquen los métodos.	a veces se monitorea al personal, mas existe una presión, controlan tus avances en los trabajos, pero muchas veces no es culpa de los técnicos, solo buscan culpables.	No existe, cada jefe de área trabaja con su equipo, y este supervisa los avances durante el proceso.	No existe, solo controlan que cumplas con las metas.	Debe existir, ya que es necesario, se debe analizar la ventas perdidas , se debe analizar el movimiento de los repuestos más y menos vendidos, se sabe que hoy los ciclos de ventas son más cortos.

4	¿Cree usted que los recursos se están empleando correctamente?	No, tenemos fallos que se están cometiendo y desencadenan esta situación, errores administrativos, o de equipos poco eficientes, pero estamos en proceso de mejora.	Falta que se motive más a todo el personal, que todos vayan a capacitaciones y estén preparados para cualquier tipo de trabajo.	Correctamente no, falta capacitación, y que se trabaje de manera organizada.	No, se debe capacitar al personal, para realice funciones en apoyo a los demás.	No, no se están empleando correctamente, ya que los resultados son la muestra fehaciente.
5	¿Cree usted que se pueden utilizar mejor los recursos disponibles?	Si, es cuestión de identificar y hacer una lista de las situaciones que se pueden mejorar, priorizar y para ello hay que asignar responsables y formar equipos.	Si, se puede, solo falta hacerlo, se hace el pedido, pero no se toman en cuenta.	Claro que sí. En el caso del proceso de mantenimiento podemos mejorar, empeñándonos en realizar las tareas de manera correcta, utilizando las herramientas adecuadas y que el personal colabore	Claro, tenemos que trabajar de manera organizada, desde las carencias principales, el liderazgo es fundamental	Es necesario que se consideren las estadísticas que se generan a diario en área de mantenimiento y en base a eso se realicen las mejoras.
6	¿Conoce alguna herramienta que podría apoyar a mejorar el empleo de los recursos?	Si, me apoyo en software, que me ayudan a tener una mejor visión del panorama, pero creo que aquí se debe aplicar la metodología de un benchmarking, ya que lo que	No	No	Para la compra y venta de accesorios y repuestos automotrices, tenemos herramientas digitales, un software de logística, manuales con códigos de	No

		se pretende es mejoras rápidas en el proceso.			las autopartes, realizamos cálculos en hojas Excel.	
7	¿Cree usted que se puede mejorar la productividad, con los recursos actuales?	Si es cuestión de una mejora en la organización, que ayude a identificar y priorizar los problemas, que permita analizar las causas, y se plantee las soluciones, es necesario hacer cambios, es necesario un plan de mejora continua.	Así como estamos, creo que no, tiene que solucionarse temas de las áreas que dependemos.	Con recursos actuales, no es suficiente, debe ser gradualmente, empezando por cambiar el pensamiento de los líderes de trabajar de manera organizada y en conjunto con las áreas	Es cuestión de un recambio de mentalidad, donde todos se comprometan a trabajar por la organización .	con una mejor organización, si se puede mejorar, pero hay que hacer cambios.
8	¿Para usted, cuáles serían las consecuencias para la empresa, de no corregir los errores de la baja productividad en el proceso de mantenimiento?	La falta de compromiso, influyen en el éxito de la empresa, afectando en la imagen y reputación de esta.	De seguir así, bajarían las ventas, se perderían varios clientes, el despido de personal.	Pues una de las consecuencias, sería la pérdida de confianza de los clientes, como empresa sería perjudicial, y repercutiría en todos nosotros.	Pérdida de clientes, inestabilidad, y bajas ganancias.	No se completan las tareas de rutina, caída de las ventas, estrés, y la pérdida de los clientes.

Cuestionario para el personal de mantenimiento

Instrucciones: Para contestar, lee la pregunta que describe la acción y coloca la respuesta en base a las siguientes alternativas: (1) Totalmente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Indiferente, (4) De acuerdo y (5) Totalmente de acuerdo

Pregunta	Respuestas				
	1	2	3	4	5
1. ¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento?					
2. ¿El número actual de trabajadores es adecuado?					
3. ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?					
4. ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?					
5. ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?					
6. ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?					
7. ¿Las actividades están documentadas?					
8. ¿Se les asigna metas concernientes a los servicios realizados?					

Preguntas	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento?	0	0	0	3	5
¿El número actual de trabajadores es adecuado?	8	0	0	0	0
¿Existe fatiga para realizar sus tareas?	0	0	0	4	4
¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?	0	0	1	4	3
¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?	4	4	0	0	0
¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?	0	0	0	4	4
¿Las actividades están documentadas?	3	5	0	0	0
¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?	4	4	0	0	0

Ficha de Análisis documental

Nombre del área:

Fecha de aplicación:

Documentos de la Asociación revisados:

Documentos	Tiene (*)		Se revisó	

(*) En el caso de No contar con alguno de los documentos de la tabla anterior, no contestar las preguntas que se refieren a ellos posteriormente.

Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister en Docencia Universitaria, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Universidad César Vallejo. en Escuela de Ingeniería Industrial.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos:

Guía de entrevista para supervisores y cuestionario para el personal de mantenimiento

Marcar con una (X) su respuesta.

Guía de entrevista para supervisores							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente? ¿Por qué?	X			X	X		Sí () NO (X)
¿Cuáles son los principales inconvenientes que hay en el área de mantenimiento?	X			X	X		
¿Existe un sistema de control de proceso para ubicar las falencias en el proceso?	X			X	X		
¿Cree usted que los recursos se están empleando correctamente?	X			X	X		
¿Cree usted que se pueden utilizar mejor los recursos disponibles?	X			X	X		
¿Conoce alguna herramienta que podría apoyar a mejorar el empleo de los recursos?	X			X	X		
¿Considera que los costos concernientes al mantenimiento son los adecuados?	X			X	X		

¿Cree usted que es vital minimizar los costos concernientes al mantenimiento?	X			X	X		
---	---	--	--	---	---	--	--

:

Cuestionario para el personal de mantenimiento							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1. ¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento?	X			X	X		Sí () NO (X)
2. ¿El número actual de trabajadores es adecuado?	X			X	X		
3. ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?	X			X	X		
4. ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?	X			X	X		
5. ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?	X			X	X		
6. ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?	X			X	X		
7. ¿Las actividades están documentadas?	X			X	X		
8. ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?	X			X	X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 30 días del mes de junio del 2021.



Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 67114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta
DNI : 03591940
Especialidad : Ingeniero Industrial



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, SEBASTIÁN AUGUSTO FERNÁNDEZ CASTRO con DNI N° 02644859 Magister en ING. AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL, de profesión ING. INDUSTRIAL desempeñándome actualmente como PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD (CON LINKO) en PROBETRIA FERNÁNDEZ PARA ADUETO (PFA)

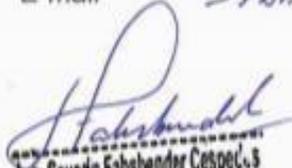
Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos: Guía de entrevista para supervisores y cuestionario para el personal de mantenimiento- Marcar con una (X) su respuesta.

Guía de entrevista para supervisores							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, equívoco?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente? ¿Por qué?	X			X	X		SI () NO (X)
¿Cuáles son los principales inconvenientes que hay en el área de mantenimiento?	X			X	X		
¿Existe un sistema de control de proceso para ubicar las falencias en el proceso?	X			X	X		
¿Cree usted que los recursos se están empleando correctamente?	X			X	X		
¿Cree usted que se pueden utilizar mejor los recursos disponibles?	X			X	X		
¿Conoce alguna herramienta que podría apoyar a mejorar el empleo de los recursos?	X			X	X		
¿Considera que los costos concernientes al mantenimiento son los adecuados?	X			X	X		
¿Cree usted que es vital minimizar los costos concernientes al mantenimiento?	X			X	X		

Cuestionario para el personal de mantenimiento							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. ¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento?	X			X	X		SI () NO (X)
2. ¿El número actual de trabajadores es adecuado?	X			X	X		
3. ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?	X			X	X		
4. ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?	X			X	X		
5. ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?	X			X	X		
6. ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?	X			X	X		
7. ¿Las actividades están documentadas?	X			X	X		
8. ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?	X			X	X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 30 días del mes de junio del 2021.

Mgr. *SEVERIN AUGUSTO FAHSBENDER CESPEDES*
 DNI *02644838*
 Especialidad: *ING. INDUSTRIAL*
 E-mail *SFAHSBEN@HOTMAIL.COM*


 Ing. Severin Fahsbender Cespec.s
 CIP N° 32559

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Néstor Javier Zapata Palacios con DNI N° 02667267 Magister en Ingeniería ambiental, de profesión Ingeniero industrial, desempeñándome actualmente como docente asociado en Universidad César Vallejo, Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos: Guía de entrevista para supervisores y cuestionario para el personal de mantenimiento- Marcar con una (X) su respuesta.

Guía de entrevista para supervisores							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se realiza de forma eficiente? ¿Por qué?	X			X	X		SI () NO (X)
¿Cuáles son los principales inconvenientes que hay en el área de mantenimiento?	X			X	X		
¿Existe un sistema de control de proceso para ubicar las falencias en el proceso?	X			X	X		
¿Cree usted que los recursos se están empleando correctamente?	X			X	X		
¿Cree usted que se pueden utilizar mejor los recursos disponibles?	X			X	X		
¿Conoce alguna herramienta que podría apoyar a mejorar el empleo de los recursos?	X			X	X		
¿Considera que los costos concernientes al mantenimiento son los adecuados?	X			X	X		
¿Cree usted que es vital minimizar los costos concernientes al mantenimiento?	X			X	X		

Cuestionario para el personal de mantenimiento							
Preguntas	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. ¿Existen retrasos en proceso de mantenimiento?	X			X	X		Si () NO (X)
2. ¿El número actual de trabajadores es adecuado?	X			X	X		
3. ¿Existe fatiga para realizar sus tareas?	X			X	X		
4. ¿Los tiempos son variables al realizar su trabajo?	X			X	X		
5. ¿Se brindan capacitaciones permanentes en la compañía?	X			X	X		
6. ¿Tiene de manera oportuna recursos materiales para hacer sus tareas de trabajo?	X			X	X		
7. ¿Las actividades están documentadas?	X			X	X		
8. ¿Se le asigna metas concernientes a los servicios realizados?	X			X	X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 30 días del mes de junio del 2021.

Mgtr. : Néstor Javier Zapata Palacios
DNI : 02667267
Especialidad : Ingeniería Industrial
E-mail : nzapatap@ucvvirtual.edu.pe



Ing. Néstor J. Zapata Palacios

CIP. 35038

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 70 de N	
		Piura - Perú	

Índice de contenido

1. Objetivos
 - 1.1. Objetivo general
 - 1.2. Objetivos específicos
2. Desarrollo de la propuesta
3. Presupuesto de la propuesta
4. Costos de la propuesta

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 71 de N	
		Piura - Perú	

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.

1.2. Objetivos específicos

Calcular el tiempo estándar del proceso actual en el taller de mecánica automotriz Piura 2021.

Modificar el proceso actual para eliminar los cuellos de botella en el proceso del taller de mecánica automotriz Piura 2021.

Calcular el tiempo estándar del nuevo proceso en el taller de mecánica automotriz Piura 2021.

1.3. Desarrollo de la propuesta

1.3.1 Toma de tiempos

En la Tabla 7. Se muestra el cálculo del tiempo promedio del proceso actual, realizado a partir de ocho mediciones.

Tabla 9. Cálculo del tiempo promedio del proceso actual

N° de Actividad	Actividades	Ciclo de observaciones de técnico mecánico (min.)								TP
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	Recepción del vehículo	3.00	8.00	2.00	4.00	6.00	3.00	5.00	4.00	4.38
2	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.00	3.00	2.00	1.57	2.50	3.00	3.10	2.30	2.43
3	Levantar capot	0.30	0.50	0.40	0.20	0.30	0.20	0.40	0.50	0.35
4	Activar elevador (subir)	1.00	3.00	2.00	1.54	1.45	3.00	1.34	2.00	1.92
5	Ubicar herramientas y equipos	3.65	4.80	4.60	5.80	5.30	4.20	5.00	7.00	5.04
6	Colocar el recipiente recolector de aceite	0.60	1.30	2.00	1.30	0.70	0.80	0.60	0.80	1.01
7	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.56	0.55	0.45	0.58	0.48	1.00	1.50	1.20	0.79
8	Retirar tapón de aceite de cárter	1.00	2.00	1.34	0.45	0.47	1.00	0.45	0.53	0.91
9	Aflojar filtro de aceite	1.00	1.20	0.56	1.34	1.20	0.49	0.58	1.40	0.97
10	Retirar filtro de aceite	1.00	1.30	1.60	0.56	0.58	1.34	1.23	0.59	1.03
11	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	5.00	4.00	3.00	5.00	6.00	4.00	3.00	4.00	4.25
12	Ajustar tapón de cárter.	0.56	0.52	0.45	0.56	0.55	0.54	0.48	0.57	0.53
13	Retirar el recolector de aceite lleno	1.00	0.54	1.20	0.43	0.57	0.44	0.58	0.53	0.66
14	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	3.00	2.00	4.00	6.00	4.00	7.00	4.00	5.00	4.38

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 72 de N	
		Piura - Perú	

N° de Actividad	Actividades	Ciclo de observaciones de técnico mecánico (min.)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	TP
15	El técnico se traslada al área de repuestos.	2.00	1.35	1.00	1.40	2.22	1.00	1.20	0.58	1.34
16	Se hace el pedido/ entrega/ e inspección de los materiales a utilizar.	10.00	8.20	7.00	9.00	7.40	9.45	4.50	12.00	8.44
17	Regresa a zona de trabajo.	2.00	1.36	3.00	1.45	1.25	1.38	2.10	1.60	1.77
18	Reemplazar filtro de aceite.	0.50	0.8	1.40	0.80	0.60	0.70	0.50	1.50	0.86
19	Activar elevador y bajar el vehículo.	1.00	0.57	2.00	1.30	0.49	0.44	0.56	1.00	0.92
20	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.50	0.60	0.58	0.70	0.40	0.40	0.50	0.90	0.57
21	Colocar el aceite nuevo.	1.00	1.21	2.00	2.40	1.30	1.60	1.40	2.00	1.67
22	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.50	0.60	0.50	0.40	0.60	0.40	0.30	0.40	0.46
23	Encender el motor.	0.50	0.30	0.60	0.80	0.90	0.50	0.70	1.00	0.66
24	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.50	0.50	0.80	0.90	1.10	0.40	0.50	0.80	0.69
25	Verificar el nivel con la bayoneta.	1.00	0.54	1.45	1.56	2.00	2.70	2.30	1.59	1.64
26	Verificar fugas de aceite	1.00	1.10	1.35	2.00	1.20	3.00	1.24	1.34	1.59
27	Revisión de sistema de luces	2.00	3.00	4.00	3.00	2.00	4.00	2.00	6.00	3.25
28	Revisión y regulación de sistemas de frenos	20.00	26.00	18.00	15.00	17.00	19.00	18.50	17.80	18.91
29	Revisión de nivel de aceite de transmisión	2.00	1.00	1.45	1.49	1.32	2.00	2.30	1.20	1.60
30	Revisión de nivel de refrigerante	1.00	1.40	1.50	1.90	2.00	1.00	1.00	2.00	1.48
31	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	1.00	0.70	0.50	1.40	1.60	0.50	0.80	0.40	0.86
32	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.00	2.00	2.60	3.00	1.80	1.00	0.60	1.00	1.63
33	Revisión de cinturones de seguridad.	1.00	0.90	1.00	2.00	1.80	1.40	2.00	1.00	1.39
34	Lubricación de puertas	2.00	2.60	2.80	1.00	2.00	1.80	1.20	1.00	1.80
35	Revisión de presión de neumáticos	2.00	1.34	1.80	1.00	1.40	1.60	1.00	2.00	1.52
36	Asegurar el capot del auto	0.50	0.40	0.50	0.45	0.55	0.70	0.60	0.45	0.52
37	Registrar próximo cambio	0.50	0.80	0.40	0.70	0.60	0.40	0.50	0.80	0.59
38	Elaborar reporte de trabajo	3.00	0.56	2.00	3.00	6.00	7.00	4.00	4.00	3.70
39	Entrega del vehículo	2.00	1.49	3.00	2.50	4.00	2.00	1.50	3.00	2.57
	Total minutos	82.17	86.08	86.83	88.48	91.63	94.38	79.06	95.78	89.06
	Total en horas	1.37	1.43	1.45	1.47	1.53	1.57	1.32	1.60	1.48

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 73 de N	
		Piura - Perú	

Para el cálculo del tiempo básico antes se utiliza la siguiente equivalencia:

Valorización 0-100%	
Rápido:	Valorización >100
Normal:	Valorización =100
Lento:	Valorización <100

En la Tabla 10 se muestran los valores del tiempo básico.

Tabla 10. Cálculo del tiempo básico antes

N° de Actividad	T. Básico= T. Promedio x Valorización %			
	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio (min.)	Valorización %	Tiempo Básico (min)
1	Recepción del vehículo	4.38	110%	4.81
2	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.43	110%	2.68
3	Levantar capot	0.35	95%	0.33
4	Activar elevador (subir)	1.92	110%	2.11
5	Ubicar herramientas y equipos	5.04	110%	5.55
6	Colocar el recipiente recolector de aceite	1.01	95%	0.96
7	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.79	95%	0.75
8	Retirar tapón de aceite de cárter	0.91	95%	0.86
9	Aflojar filtro de aceite	0.97	95%	0.92
10	Retirar filtro de aceite	1.03	95%	0.97
11	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	4.25	110%	4.68
12	Ajustar tapón de cárter.	0.53	95%	0.50
13	Retirar el recolector de aceite lleno	0.66	95%	0.63
14	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	4.38	110%	4.81
15	El técnico se traslada al área de repuestos.	1.34	95%	1.28
16	Se hace el pedido/ entrega/ e inspección de los materiales a utilizar.	8.44	110%	9.29
17	Regresa a zona de trabajo.	1.77	110%	1.94
18	Reemplazar filtro de aceite.	0.86	95%	0.81
19	Activar elevador y bajar el vehículo.	0.92	95%	0.87
20	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.57	95%	0.54
21	Colocar el aceite nuevo.	1.67	95%	1.59
22	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.46	95%	0.44
23	Encender el motor.	0.66	95%	0.63
24	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.69	95%	0.65

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 74 de N	
		Piura - Perú	

N° de Actividad	T. Básico= T. Promedio x Valoración %			
	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio (min.)	Valorización %	Tiempo Básico (min)
25	Verificar el nivel con la bayoneta.	1.64	95%	1.56
26	Verificar fugas de aceite	1.59	95%	1.51
27	Revisión de sistema de luces	3.25	110%	3.58
28	Revisión y regulación de sistemas de frenos	18.91	110%	20.80
29	Revisión de nivel de aceite de transmisión	1.60	95%	1.52
30	Revisión de nivel de refrigerante	1.48	95%	1.40
31	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	0.86	95%	0.82
32	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.63	95%	1.54
33	Revisión de cinturones de seguridad.	1.39	95%	1.32
34	Lubricación de puertas	1.80	110%	1.98
35	Revisión de presión de neumáticos	1.52	95%	1.44
36	Asegurar el capot del auto	0.52	95%	0.49
37	Registrar próximo cambio	0.59	95%	0.56
38	Elaborar reporte de trabajo	3.70	110%	4.06
39	Entrega del vehículo	2.57	110%	2.83

Para calcular el suplemento o las compensaciones empleamos los valores considerados por la OIT (1998). Se consideran los suplementos por descanso, los cuales son únicos y se aplican al tiempo básico y son tiempos adicionales que se les da al trabajador para que pueda reponerse de efectos fisiológicos. Se pueden utilizar también los suplementos por contingencia, es decir el margen que se incluye al tiempo tipo, para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen en frecuencia regularidad.

Los suplementos están establecidos en una tabla establecida por OIT, los cuales consideran Hombres: 5% por necesidades + 4% por fatiga y mujeres: 7% por necesidades + 4% por fatiga. Los cálculos se muestran en la Tabla 3.

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 75 de N	
		Piura - Perú	

Tabla 11. Cálculo del tiempo tipo

	TIEMPO TIPO= TIEMPO BÁSICO+SUPLEMENTO			
	SUPLEMENTOS= T. BÁSICO X 0,14			
	ACTIVIDADES	Tiempo Básico (Min.)	Suplementos 14%	Tiempo Tipo (Min.)
1.	Recepción del vehículo	4.81	0.67	5.49
2.	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.68	0.37	3.05
3.	Levantar capot	0.33	0.05	0.38
4.	Activar elevador (subir)	2.11	0.30	2.40
5.	Ubicar herramientas y equipos	5.55	0.78	6.32
6.	Colocar el recipiente recolector de aceite	0.96	0.13	1.10
7.	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.75	0.11	0.86
8.	Retirar tapón de aceite de cárter	0.86	0.12	0.98
9.	Aflojar filtro de aceite	0.92	0.13	1.05
10.	Retirar filtro de aceite	0.97	0.14	1.11
11.	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	4.68	0.65	5.33
12.	Ajustar tapón de cárter.	0.50	0.07	0.57
13.	Retirar el recolector de aceite lleno	0.63	0.09	0.72
14.	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	4.81	0.67	5.49
15.	El técnico se traslada al área de repuestos.	1.28	0.18	1.45
16.	Se hace el pedido/ entrega/ e inspección de los materiales a utilizar.	9.29	1.30	10.59
17.	Regresa a zona de trabajo.	1.94	0.27	2.22
18.	Remplazar filtro de aceite.	0.81	0.11	0.93
19.	Activar elevador y bajar el vehículo.	0.87	0.12	1.00
20.	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.54	0.08	0.62
21.	Colocar el aceite nuevo.	1.59	0.22	1.81
22.	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.44	0.06	0.50
23.	Encender el motor.	0.63	0.09	0.72
24.	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.65	0.09	0.74
25.	Verificar el nivel con la bayoneta.	1.56	0.22	1.78
26.	Verificar fugas de aceite	1.51	0.21	1.72
27.	Revisión de sistema de luces	3.58	0.50	4.08
28.	Revisión y regulación de sistemas de frenos	20.80	2.91	23.72
29.	Revisión de nivel de aceite de transmisión	1.52	0.21	1.73
30.	Revisión de nivel de refrigerante	1.40	0.20	1.60
31.	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	0.82	0.11	0.93
32.	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.54	0.22	1.76

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 76 de N	
		Piura - Perú	

	TIEMPO TIPO= TIEMPO BÁSICO+SUPLEMENTO			
	SUPLEMENTOS= T. BÁSICO X 0,14			
	ACTIVIDADES	Tiempo Básico (Min.)	Suplementos 14%	Tiempo Tipo (Min.)
33.	Revisión de cinturones de seguridad.	1.32	0.18	1.50
34.	Lubricación de puertas	1.98	0.28	2.26
35.	Revisión de presión de neumáticos	1.44	0.20	1.64
36.	Asegurar el capot del auto	0.49	0.07	0.56
37.	Registrar próximo cambio	0.56	0.08	0.64
38.	Elaborar reporte de trabajo	4.06	0.57	4.63
39.	Entrega del vehículo	2.83	0.40	3.22

El cálculo del tiempo ciclo se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo del tiempo ciclo.

TIEMPO CICLO= SUMA DE TODOS LOS TIEMPOS TIPOS	
ACTIVIDADES	T. TIPO (Min.)
Recepción del vehículo	5.49
Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	3.05
Levantar capot	0.38
Activar elevador (subir)	2.40
Ubicar herramientas y equipos	6.32
Colocar el recipiente recolector de aceite	1.10
Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.86
Retirar tapón de aceite de cárter	0.98
Aflojar filtro de aceite	1.05
Retirar filtro de aceite	1.11
Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	5.33
Ajustar tapón de cárter.	0.57
Retirar el recolector de aceite lleno	0.72
Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	5.49
El técnico se traslada al área de repuestos.	1.45
Se hace el pedido/ entrega/ e inspección de los materiales a utilizar.	10.59
Regresa a zona de trabajo.	2.22
Reemplazar filtro de aceite.	0.93
Activar elevador y bajar el vehículo.	1.00
Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.62
Colocar el aceite nuevo.	1.81

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 77 de N	
		Piura - Perú	

TIEMPO CICLO= SUMA DE TODOS LOS TIEMPOS TIPOS	
ACTIVIDADES	T. TIPO (Min.)
Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.50
Encender el motor.	0.72
Verificar luz de testigo en el tablero.	0.74
Verificar el nivel con la bayoneta.	1.78
Verificar fugas de aceite	1.72
Revisión de sistema de luces	4.08
Revisión y regulación de sistemas de frenos	23.72
Revisión de nivel de aceite de transmisión	1.73
Revisión de nivel de refrigerante	1.60
Revisión de nivel de hidrolina de dirección	0.93
Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.76
Revisión de cinturones de seguridad.	1.50
Lubricación de puertas	2.26
Revisión de presión de neumáticos	1.64
Asegurar el capot del auto	0.56
Registrar próximo cambio	0.64
Elaborar reporte de trabajo	4.63
Entrega del vehículo	3.22
Tiempo de ciclo (minutos)	107.19
TIEMPO DISPONIBLE = 480MIN/DIA	
PRODUCCIÓN =T. DISPONIBLE/T. CICLO	
PRODUCCIÓN =T. DISPONIBLE/T. CICLO	4

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 78 de N	
		Piura - Perú	

Tabla 13. Cálculo del tiempo promedio del proceso nuevo

N° de Actividad	Actividades	Ciclo de observaciones de técnico mecánico (min.)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	TP
1	Recepción del vehículo	3	4	2	3	4	3	3.2	2.8	3.13
2	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.00	3.00	1.40	1.57	2.50	2.00	2.10	2.60	2.15
3	Levantar capot	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.50	0.30	0.60	0.34
4	Activar elevador (subir)	1.00	2.60	2.4	1.43	1.55	2.40	2.70	2.30	2.00
5	Ubicar herramientas y equipos	1.00	1.40	2.60	4.80	2.00	1.39	2.00	2.00	2.15
6	Colocar el recipiente recolector de aceite	0.60	1.2	1.40	1.80	0.90	0.60	0.80	1.60	1.10
7	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.20	1.20	0.32	0.50	0.28	1.40	1.00	0.50	0.68
8	Retirar tapón de aceite de cárter	1.00	1.30	1.20	1.30	0.50	1.00	0.38	0.42	0.89
9	Aflojar filtro de aceite	1.00	1.60	0.45	1.34	1.00	0.34	0.57	1.50	0.98
10	Retirar filtro de aceite	1.00	1.20	1.30	0.34	0.42	1.20	1.18	0.55	0.90
11	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	5.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	5.00	4.13
12	Ajustar tapón de cárter.	0.20	0.20	0.20	0.40	0.24	0.32	0.20	0.38	0.27
13	Retirar el recolector de aceite lleno	1.00	0.58	1.00	0.57	0.38	0.53	0.54	0.50	0.64
14	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	1.00	1.30	1.80	1.30	2.00	2.10	2.00	1.00	1.56
15	El jefe de playa entrega repuestos al técnico.	2.00	1.35	1.00	1.00	1.52	1.00	1.00	1.00	1.22
16	Remplazar filtro de aceite.	0.50	1.20	1.3	1.34	2.40	1.45	2.50	2.00	1.63
17	Activar elevador y bajar el vehículo.	1.00	2.00	1.4	1.31	1.28	1.00	2.00	2.40	1.57
18	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.50	0.4	1.00	0.60	0.80	0.90	1.00	1.80	0.94
19	Colocar el aceite nuevo.	1.00	0.52	1.56	1.45	0.47	0.43	0.58	1.00	0.88
20	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.50	0.52	0.58	0.70	0.38	0.45	0.56	0.70	0.55
21	Encender el motor.	0.50	1.00	1.45	2.50	1.26	0.80	1.50	2.30	1.41
22	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.50	0.30	0.80	0.20	0.50	0.60	0.40	0.50	0.48
23	Verificar el nivel con la bayoneta.	1.00	2.30	0.80	0.50	0.70	0.47	0.80	1.30	0.98
24	Verificar fugas de aceite	1.00	0.70	0.90	0.40	1.50	0.70	0.80	0.90	0.86
25	Revisión sistema de luces	2.00	0.58	1.20	1.47	2.50	2.10	2.00	1.48	1.67
26	Revisión y regulación sistema de frenos	10.00	9.58	8.57	12.00	10.60	13.00	9.20	8.40	10.17
27	Revisión nivel de aceite de transmisión	2.00	1.20	1.40	2.40	2.10	2.30	3.10	2.50	2.13
28	Revisión de nivel de refrigerante	1.00	1.40	2.60	1.56	1.45	2.30	1.50	1.90	1.71

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 79 de N	
		Piura - Perú	

N° de Actividad	Actividades	Ciclo de observaciones de técnico mecánico (min.)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	TP
29	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	1.00	1.50	1.40	1.00	1.15	1.38	1.25	2.00	1.34
30	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.00	3.00	1.20	1.00	2.00	1.70	1.90	2.00	1.73
31	Revisión de cinturones de seguridad	1.00	2.00	1.30	1.90	1.50	0.54	1.70	0.57	1.31
32	Lubricación de puertas	2.00	1.60	2.00	2.00	1.60	1.40	2.00	1.00	1.70
33	Revisión de presión de neumáticos.	2.00	1.00	1.30	2.40	1.00	1.20	1.30	1.50	1.46
34	Asegurar el capot del auto	0.50	0.80	0.38	0.56	1.00	1.30	0.49	1.00	0.75
35	Registrar próximo mantenimiento	0.50	1.00	0.45	1.00	1.50	1.30	1.00	1.00	0.97
36	Elaborar reporte de trabajo	3.00	2.00	2.30	2.00	1.40	1.30	1.00	0.56	1.70
37	Entrega del vehículo	2.00	1.32	1.00	1.34	2.00	1.46	1.23	1.00	1.42
	Total	54.8	57.2	51.06	63.18	61.68	59.86	58.78	60.56	58.03
										0.97

Para el cálculo del tiempo básico después se utiliza la siguiente equivalencia:

Valorización 0-100%	
Rápido:	Valorización >100
Normal:	Valorización =100
Lento:	Valorización <100

En la Tabla 14 se muestran los valores del tiempo básico después

Tabla 14. Tiempo básico después

	ACTIVIDADES	T. Básico= T. Promedio x Valoración %		
		Tiempo Promedio (min.)	Valorización %	Tiempo Básico (min)
1.	Recepción del vehículo	3.13	110%	3.44
2.	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.15	110%	2.37
3.	Levantar capot	0.34	95%	0.32
4.	Activar elevador (subir)	2.00	110%	2.20
5.	Ubicar herramientas y equipos	2.15	110%	2.37
6.	Colocar el recipiente recolector de aceite	1.10	95%	1.05
7.	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.68	95%	0.65

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 80 de N	
		Piura - Perú	

	T. Básico= T. Promedio x Valoración %			
	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio (min.)	Valorización %	Tiempo Básico (min)
8.	Retirar tapón de aceite de cárter	0.89	95%	0.85
9.	Aflojar filtro de aceite	0.98	95%	0.93
10.	Retirar filtro de aceite	0.90	95%	0.86
11.	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	4.13	110%	4.54
12.	Ajustar tapón de cárter.	0.27	95%	0.26
13.	Retirar el recolector de aceite lleno	0.64	95%	0.61
14.	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	1.56	95%	1.48
15.	El jefe de playa entrega repuestos al técnico.	1.22	95%	1.16
16.	Reemplazar filtro de aceite.	1.63	95%	1.55
17.	Activar elevador y bajar el vehículo.	1.57	95%	1.49
18.	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.94	95%	0.89
19.	Colocar el aceite nuevo.	0.88	95%	0.84
20.	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.55	95%	0.52
21.	Encender el motor.	1.41	95%	1.34
22.	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.48	95%	0.46
23.	Verificar el nivel con la bayoneta.	0.98	95%	0.93
24.	Verificar fugas de aceite	0.86	95%	0.82
25.	Revisión sistema de luces	1.67	95%	1.59
26.	Revisión y regulación sistema de frenos	10.17	110%	11.19
27.	Revisión nivel de aceite de transmisión	2.13	110%	2.34
28.	Revisión de nivel de refrigerante	1.71	95%	1.62
29.	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	1.34	95%	1.27
30.	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.73	110%	1.90
31.	Revisión de cinturones de seguridad	1.31	95%	1.24
32.	Lubricación de puertas	1.70	110%	1.87
33.	Revisión de presión de neumáticos.	1.46	95%	1.39
34.	Asegurar el capot del auto	0.75	95%	0.71
35.	Registrar próximo mantenimiento	0.97	95%	0.92
36.	Elaborar reporte de trabajo	1.70	110%	1.87

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 81 de N	
		Piura - Perú	

T. Básico= T. Promedio x Valoración %				
	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio (min.)	Valorización %	Tiempo Básico (min)
37.	Entrega del vehículo	1.42	95%	1.35

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 82 de N	
		Piura - Perú	

Tabla 15. Cálculo del tiempo tipo

TIEMPO TIPO= TIEMPO BÁSICO+SUPLEMENTO				
SUPLEMENTOS= T. BÁSICO X 0,14				
	ACTIVIDADES	Tiempo Básico (Min.)	Su-plemen-tos 14%	Tiempo Tipo (Min.)
1.	Recepción del vehículo	3.44	0.48	3.92
2.	Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.37	0.33	2.70
3.	Levantar capot	0.32	0.04	0.36
4.	Activar elevador (subir)	2.2	0.31	2.51
5.	Ubicar herramientas y equipos	2.37	0.33	2.70
6.	Colocar el recipiente recolector de aceite	1.05	0.15	1.20
7.	Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.65	0.09	0.74
8.	Retirar tapón de aceite de cárter	0.85	0.12	0.97
9.	Aflojar filtro de aceite	0.93	0.13	1.06
10.	Retirar filtro de aceite	0.86	0.12	0.98
11.	Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	4.54	0.64	5.18
12.	Ajustar tapón de cárter.	0.26	0.04	0.30
13.	Retirar el recolector de aceite lleno	0.61	0.09	0.70
14.	Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	1.48	0.21	1.69
15.	El jefe de playa entrega repuestos al técnico.	1.16	0.16	1.32
16.	Reemplazar filtro de aceite.	1.55	0.22	1.77
17.	Activar elevador y bajar el vehículo.	1.49	0.21	1.70
18.	Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	0.89	0.12	1.01
19.	Colocar el aceite nuevo.	0.84	0.12	0.96
20.	Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.52	0.07	0.59
21.	Encender el motor.	1.34	0.19	1.53

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 83 de N	
		Piura - Perú	

22.	Verificar luz de testigo en el tablero.	0.46	0.06	0.52
23.	Verificar el nivel con la bayoneta.	0.93	0.13	1.06
24.	Verificar fugas de aceite	0.82	0.11	0.93
25.	Revisión sistema de luces	1.59	0.22	1.81
26.	Revisión y regulación sistema de frenos	11.19	1.57	12.76
27.	Revisión nivel de aceite de transmisión	2.34	0.33	2.67
28.	Revisión de nivel de refrigerante	1.62	0.23	1.85
29.	Revisión de nivel de hidrolina de dirección	1.27	0.18	1.45
30.	Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	1.9	0.27	2.17
31.	Revisión de cinturones de seguridad	1.24	0.17	1.41
32.	Lubricación de puertas	1.87	0.26	2.13
33.	Revisión de presión de neumáticos.	1.39	0.19	1.58
34.	Asegurar el capot del auto	0.71	0.10	0.81
35.	Registrar próximo mantenimiento	0.92	0.13	1.05
36.	Elaborar reporte de trabajo	1.87	0.26	2.13
37.	Entrega del vehículo	1.35	0.19	1.54

Tabla 16. Cálculo del tiempo ciclo

TIEMPO CICLO= SUMA DE TODOS LOS TIEMPOS TIPOS	
ACTIVIDADES	T. TIPO (SEG)
Recepción del vehículo	3.92
Trasladar el vehículo a la zona de trabajo	2.7
Levantar capot	0.36
Activar elevador (subir)	2.51
Ubicar herramientas y equipos	2.7
Colocar el recipiente recolector de aceite	1.2
Aflojar tapón de aceite de cárter.	0.74
Retirar tapón de aceite de cárter	0.97
Aflojar filtro de aceite	1.06
Retirar filtro de aceite	0.98

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 84 de N	
		Piura - Perú	

TIEMPO CICLO= SUMA DE TODOS LOS TIEMPOS TIPOS	
ACTIVIDADES	T. TIPO (SEG)
Esperar que el aceite drene al recipiente recolector.	5.18
Ajustar tapón de cárter.	0.3
Retirar el recolector de aceite lleno	0.7
Llevar el aceite quemado al depósito principal de aceites usados.	1.69
El jefe de playa entrega repuestos al técnico.	1.32
Reemplazar filtro de aceite.	1.77
Activar elevador y bajar el vehículo.	1.7
Retirar la tapa de llenado de aceite de motor.	1.01
Colocar el aceite nuevo.	0.96
Ajustar tapa de llenado de aceite de motor.	0.59
Encender el motor.	1.53
Verificar luz de testigo en el tablero.	0.52
Verificar el nivel con la bayoneta.	1.06
Verificar fugas de aceite	0.93
Revisión sistema de luces	1.81
Revisión y regulación sistema de frenos	12.76
Revisión nivel de aceite de transmisión	2.67
Revisión de nivel de refrigerante	1.85
Revisión de nivel de hidrolina de dirección	1.45
Revisión de nivel de líquido limpia parabrisas	2.17
Revisión de cinturones de seguridad	1.41
Lubricación de puertas	2.13
Revisión de presión de neumáticos.	1.58
Asegurar el capot del auto	0.81
Registrar próximo mantenimiento	1.05
Elaborar reporte de trabajo	2.13
Entrega del vehículo	1.54
Tiempo ciclo (minutos)	69.76

TIEMPO DISPONIBLE = 480MIN/DIA	
PRODUCCIÓN =T. DISPONIBLE/T. CICLO	
PRODUCCIÓN =T. DISPONIBLE/T. CICLO	7

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 86 de N	
		Piura - Perú	

Tabla 18. Herramientas, equipos, materiales para la propuesta

Cantidad	Imagen	Herramientas, equipos, materiales	Observación	Precio unitario	Total
5		Kit de herramientas marca Stanley	Actualmente los técnicos requieren de la renovación de juego de dados y llaves para trabajos de mantenimiento.	S/ 149.90	S/ 749.50
5		Juego de saca filtros universales	Los actuales son de correa, y están malogrados.	S/ 140.00	S/ 700.00

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 87 de N	
		Piura - Perú	

Canti- dad	Imagen	Herramientas, equipos, mate- riales	Observación	Precio unitario	Total
5		Pistola neumática de encastre 1/2"	Permitirá el des- ajuste y ajuste de los pernos de ma- nera más rápida.	S/ 250.00	S/ 1,250.00
2		Drenadoras de aceite	Solo se cuenta con 3 drenadoras para 5 elevadores	S/ 1,200.00	S/ 2,400.00

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 88 de N	
		Piura - Perú	

Cantidad	Imagen	Herramientas, equipos, materiales	Observación	Precio unitario	Total
25 Me- tros		Manguera de lona (aire)	Permitirá tener equipado cada elevador con su toma rápida de aire.	S/ 9.00	S/ 225.00
5		Cilindros para reciclado de aceite quemado.	Estos serán ubicados de manera estratégica en cada punto de trabajo, para evitar largos traslados, tienen costo 0, se aprovechará este envase ya que su recurso fué vendido. (aceite de motores -Taller pesados).	S/ -	S/ -
			Total	S/ 1,748.90	S/ 5,324.50

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 89 de N	
		Piura - Perú	

Tabla 19. Ingresos y egresos sin propuesta

Mes	Egresos por pago de personal del taller	Egresos por pago de sostenimiento del taller	Total vehículos atendidos	Inversión en compras de repuestos	Total de egresos	Ingreso por venta de kit de repuestos	Ingreso por mano de obra	Ingresos totales repuestos y mano de obra	Utilidad
Enero	44,600.00	12,700.00	735	131,197.50	188,497.50	56,227.50	183,750.00	239,977.50	51,480.00
Febrero	44,600.00	12,700.00	814	145,299.00	202,599.00	62,271.00	203,500.00	265,771.00	63,172.00
Marzo	44,600.00	12,700.00	736	131,376.00	188,676.00	56,304.00	184,000.00	240,304.00	51,628.00
Abril	44,600.00	12,700.00	731	130,483.50	187,783.50	55,921.50	182,750.00	238,671.50	50,888.00
Mayo	44,600.00	12,700.00	684	122,094.00	179,394.00	52,326.00	171,000.00	223,326.00	43,932.00
Junio	44,600.00	12,700.00	832	148,512.00	205,812.00	63,648.00	208,000.00	271,648.00	65,836.00
Julio	44,600.00	12,700.00	791	141,193.50	198,493.50	60,511.50	197,750.00	258,261.50	59,768.00

Taller de Mecánica Automotriz	Anexo 4. Propuesta de aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en un taller de mecánica automotriz Piura, 2021.	Doc. No. FORM-PTX-001-2020	
		Rev. 0	Fecha 11/11/2021
		Página 90 de N	
		Piura - Perú	

Se realiza una proyección respecto al total de vehículos atendidos considerando 3 servicios más por operador, totalizando 12 servicios más por mes. En la Tabla 20 se muestra este resumen.

Tabla 20. Ingresos y egresos con propuesta

Mes	Egresos por pago de personal del taller	Egresos por pago de sostenimiento del taller	Total vehículos atendidos	Inversión en compras de repuestos	Total de egresos	Ingreso por venta de kit de repuestos	Ingreso por mano de obra	Ingresos totales repuestos y mano de obra	Utilidad
Enero	44,600.00	12,700.00	747	133,339.50	190,639.50	57,145.50	186,750.00	243,895.50	53,256.00
Febrero	44,600.00	12,700.00	826	147,441.00	204,741.00	63,189.00	206,500.00	269,689.00	64,948.00
Marzo	44,600.00	12,700.00	748	133,518.00	190,818.00	57,222.00	187,000.00	244,222.00	53,404.00
Abril	44,600.00	12,700.00	743	132,625.50	189,925.50	56,839.50	185,750.00	242,589.50	52,664.00
Mayo	44,600.00	12,700.00	696	124,236.00	181,536.00	53,244.00	174,000.00	227,244.00	45,708.00
Junio	44,600.00	12,700.00	844	150,654.00	207,954.00	64,566.00	211,000.00	275,566.00	67,612.00
Julio	44,600.00	12,700.00	803	143,335.50	200,635.50	61,429.50	200,750.00	262,179.50	61,544.00