

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DEL PASO A PASO DE LAS TAREAS
REALIZADAS EN PRODUCCION DEL TALLER
MECANICO AUTOTECH UBICADO EN BARVA
HEREDIA, PARA EL MEJORAMIENTO DE
PROCEDIMIENTOS Y TIEMPOS DURANTE EL
PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
EL GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE:
JONATHAN VARGAS VARGAS

TUTOR:
ING. EDWIN GERARDO VARGAS LEON

HEREDIA, 2023

Agradecimiento

Le agradezco a todas y cada una de las personas que fueron parte de mi crecimiento como profesional y persona; a mis hijas Fiorella y Bianca, a mi esposa Wendy por su tiempo y paciencia en cada momento que debí dejar de prestarles atención para cumplir con este proyecto.

Le agradezco a Dios y a la vida por ayudarme a superar esta etapa, concluirla de manera exitosa y con alto grado de satisfacción por lo realizado y aprendido durante el recorrido.

Y, por último, a las personas del taller AutoTech a Fabricio Abarca y Gabriela Carvajal por brindar el apoyo y abrirme las puertas del taller para poder elaborar este proyecto y estar siempre abiertos a brindar la información necesaria y atención a cada detalle que se necesitó, un agradecimiento total por creer en mí y mis capacidades.

Dedicatoria

Le dedico este proyecto a mi familia, a Wendy que es un pilar fundamental en mi vida y nunca me deja caer, siempre está ahí para mí, para ayudarme, guiarme, dar consejo, gracias a su profesionalismo como ingeniera y como esposa.

A Fiore y Bianca mis hijas, les dedico este proyecto porque son lo más lindo que tengo y por quienes cada día quiero ser mejor, para ser un ejemplo como profesional y padre, que sepan que con esfuerzo, constancia y sacrificio se logra lo que se desea y anhela.

También, a mi abuela Luche, mi madre Elena, demás familiares que siempre están para mí, que me han ayudado desde pequeño a estudiar, trabajar, a ser una persona correcta y con ambición; y en esta etapa especialmente a los que han estado más cerca para dar una palabra de ayuda que siempre son valoradas.

Aprobación del tutor

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 04 de julio de 2023

Destinatario
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Jonathan Vargas Vargas, cédula de identidad número 1 1293 0662, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado DISEÑO DEL PASO A PASO DE LAS TAREAS REALIZADAS EN PRODUCCION DEL TALLER MECANICO AUTOTECH UBICADO EN BARVA DE HEREDIA, PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCEDIMEINTOS Y TIEMPOS, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19
	TOTAL		91

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Edwin
Vargas Leon

Firmado digitalmente
 por Edwin Vargas Leon
 Fecha: 2023.07.04
 11:10:38 -06'00'

Nombre: Ing. Edwin Vargas León
Cédula identidad N. 401670771...
Carné Colegio Profesional N IPI-18468....

Aprobación del lector

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 29 agosto 2023

Destinatario
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

La estudiante **JONATHAN VARGAS VARGAS**, cédula de identidad número 1-1293-0662, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **DISEÑO DEL PASO A PASO DE LAS TAREAS REALIZADAS EN PRODUCCION DEL TALLER MECANICO AUTOTECH UBICADO EN BARVA HEREDIA, PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS Y TIEMPOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Bachillerato**.

En mi calidad de lector, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		90%

Atentamente,
Ing. Luis Pablo Torres González

**Luis Pablo
Torres
Gonzalez**

Firmado
digitalmente por
Luis Pablo Torres
Gonzalez
Fecha: 2023.08.29
11:44:09 -06'00'

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jonathan Gerardo Vargas Vargas, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1293-0662 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DISEÑO DEL PASO A PASO DE LAS TAREAS REALIZADAS EN PRODUCCION DEL TALLER MECANICO AUTOTECH UBICADO EN BARVA HEREDIA, PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS Y TIEMPOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte: artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 4 días del mes de Julio del año dos mil veinte tres.

Jonathan Vargas V.

Firma del estudiante

Cédula 1-1293-0662

Autorización de cesión de derechos para publicar

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 14 de septiembre de 2023

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Jonathan Gerardo Vargas Vargas con número de identificación 1 1293 0662 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO DEL PASO A PASO DE LAS TAREAS REALIZADAS EN PRODUCCION DEL TALLER MECANICO AUTOTECH UBICADO EN BARVA HEREDIA, PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS Y TIEMPOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023 presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de bachillerato en Ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Jonathan Vargas V. 1-1293-0662.
Firma y Documento de Identidad

ÍNDICE

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	14
1.1 Descripción general del proyecto	15
1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto	16
1.2.1 Descripción general de la organización.....	16
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	19
1.3 Planteamiento del problema	19
1.3.1 Definición del problema	19
1.3.2 Justificación del proyecto	20
1.4 Objetivos del proyecto	21
1.4.1 Objetivo general	21
1.4.2 Objetivos específicos.....	21
1.5 Alcances y limitaciones	22
1.5.1 Alcances	22
1.5.2 Limitaciones	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	24
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	30
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	40
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	42
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	45
3.1 Metodología para la definición del problema	46
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	49
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.	51
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	53
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	55
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ	57
4. Diagnóstico del proceso productivo del taller	58

4.1 Observación directa no participativa	58
4.2 Entrevista	59
4.3 Lluvia de ideas	59
4.4 Multivoto	61
4.5 Gráfico de Pareto	64
4.6 Diagrama de flujo de los trabajos analizados	67
4.6.1 Diagrama de flujo Ajuste de frenos	68
4.6.2 Diagrama de flujo Cambio de filtro y aceite del motor	69
4.6.3 Diagrama de flujo Cambio de rol de bocina	70
4.6.4 Diagrama de flujo Revisión para revisión técnica vehicular	71
4.7 Toma de tiempos y análisis a los principales trabajos	73
4.7.1 Toma de tiempos en Ajuste de frenos	73
4.7.2 Toma de tiempos Cambio de filtro y aceite del motor	76
4.7.3 Toma de tiempos Cambio de rol de bocina	78
4.7.4 Toma de tiempos en Revisión para revisión técnica vehicular	81
4.8 Conclusiones de la situación actual	84
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	85
5. Plan de propuesta de mejora	86
5.1 Propuesta de mejora en diagrama de flujo	86
5.1.1 Diagrama de flujo mejorado de Ajuste de frenos	87
5.1.2 Diagrama de flujo mejorado de cambio de filtro y aceite del motor	88
5.1.3 Diagrama de flujo mejorado de Cambio de rol de bocina	90
5.1.4 Diagrama de flujo mejorado de revisión para revisión técnica vehicular	92
5.2 Toma de tiempos mejorado en los trabajos analizados	94
5.2.1 Propuesta de mejora de tiempos en ajuste de frenos	94
5.2.2 Propuesta de mejora de tiempos en cambio de filtro y aceite de motor	96
5.2.3 Propuesta de mejora de tiempos en cambio de rol de bocina	97
5.2.4 Propuesta de mejora de tiempos en la revisión para la revisión técnica vehicular	99
5.3 Diagrama de Gantt. Acciones para el desarrollo de la propuesta de mejora en el taller Autotech	101
5.4 Análisis costo-beneficio del proyecto	104

5.5 Plan de control a desarrollar en el taller Autotech.....	107
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1 Conclusiones.....	111
6.2 Recomendaciones.....	112
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	114
CAPÍTULO VIII: APENDICES	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura organizacional Autotech (organigrama).....	17
Ilustración 2 Instalaciones del taller Autotech.	18
Ilustración 3 Ubicación satelital del taller Autotech.....	18
Ilustración 4 Puntuación Z para nivel de confianza.	28
Ilustración 5 Representación metodología DMAIC.....	32
Ilustración 6 Ejemplo de diagrama de Pareto.....	34
Ilustración 7 Ejemplo Diagrama de Gantt.....	35
Ilustración 8 Simbología de diagrama de flujo.....	38
Ilustración 9 Diagrama de lluvia de ideas, posibles causas de la problemática del taller.	60
Ilustración 10 Grafico de categorías propuestas según multivoto del taller Autotech.....	63
Ilustración 11 Grafico de los trabajos realizados en el taller.	66
Ilustración 12 Diagrama de flujo ajuste de frenos.....	68
Ilustración 13 Diagrama de flujo cambio de filtro y aceite de motor.	69
Ilustración 14 Diagrama de flujo cambio rol de bocina.	71
Ilustración 15 Diagrama de flujo revisión para revisión técnica vehicular.....	72
Ilustración 16 Fórmula de tamaño de muestra en trabajo ajuste de frenos.....	74
Ilustración 17 Resumen y ejemplo de la toma de tiempos en cambio de ajuste de frenos.	75
Ilustración 18 Formula de tamaño de muestra en trabajo cambio de filtro y aceite de motor.	76
Ilustración 19 Resumen y ejemplo de la toma de tiempos en el trabajo cambio de filtro y aceite de motor.....	77
Ilustración 20 Formula de tamaño de muestra en trabajo cambio de rol de bonina.	79
Ilustración 21 Resumen y ejemplo de toma de tiempos en trabajo de cambio de rol de bocina.	80
Ilustración 22 Formula de tamaño de muestra en trabajo de revisión de revisión técnica vehicular.	82
Ilustración 23 Resumen y ejemplo de la toma de tiempo en revisión de revisión técnica vehicular.	83
Ilustración 24 Diagrama de flujo mejorado para trabajo ajuste de frenos.....	87
Ilustración 25 Diagrama de flujo mejorado para trabajo cambio de filtro y aceite del motor.	89
Ilustración 26 Diagrama de flujo mejorado para trabajo cambio de rol de bocina.....	91
Ilustración 27 Diagrama de flujo mejorado para trabajo revisión para revisión técnica vehicular.	93
Ilustración 28 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo ajuste de frenos.	95
Ilustración 29 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo cambio de filtro y aceite de motor.	96
Ilustración 30 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo cambio rol de bocina.....	98
Ilustración 31 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo revisión de revisión técnica vehicular.	100
Ilustración 32 Diagrama de Gantt. Acciones para el desarrollo de la propuesta de mejora en el taller Autotech.....	102
Ilustración 33 Costos de la implementación en taller Autotech.	104
Ilustración 34 Beneficios de implementación en taller Autotech.	106

Ilustración 35 Plantilla para realizar control de los trabajos mejorados en el taller Autotech. ... 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Herramientas para la definición del problema.....	47
Tabla 2 Herramientas para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	50
Tabla 3 Herramientas para la propuesta de mejora	52
Tabla 4 Herramientas para la implementación del proyecto	54
Tabla 5 Herramientas para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	55
Tabla 6 Matriz multivoto para determinar el puntaje y porcentaje para las posibles causas.....	62
Tabla 7 Porcentajes que representan a cada uno de los trabajos realizados en el taller.	65

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto se realizará en el Taller mecánico Auto Tech, situado en Barva de Heredia, su principal problemática es que no posee una estandarización en los trabajos que se realizan en el taller, así como tampoco se conoce si los tiempos para realizarlos son los óptimos y un paso a paso de estos que asegure que se realicen de manera correcta.

Además, después de realizar reuniones con el dueño y mecánico principal del taller con el fin de conocer el estado actual, se define que se requiere conocer si las cargas y tareas de trabajos están bien balanceadas, ya que no hay un orden establecido de los trabajos que se realizan por persona y por día; la afectación al taller son los reprocesos, y el pago de horas extras para cubrir las necesidades de salir con los trabajos.

El proyecto consistirá en revisar los procesos actuales del taller. Se inicia por la inquietud principal, la cual sería establecer tiempos estándar para los principales trabajos que se realizan en el taller mecánico automotriz, se revisará la capacidad del servicio mecánico con el que cuentan, además, se diseñara un paso a paso de los procesos para tener el conocimiento y mejoramiento de los tiempos en relación con el rendimiento actual, de esta manera eliminar todas aquellas actividades que no generan valor al taller.

1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

1.2.1 Descripción general de la organización

El Taller Mecánico automotriz Auto Tech es fundado en el año 2009 por el señor Fabricio Abarca Jimenez mecánico de profesión. Se encuentra en el distrito central del cantón de Barva, Heredia. Cuenta con una oficinista, tres mecánicos fijos, un mecánico outsourcing y su dueño quien también es el mecánico principal del taller se labora con un horario de lunes a viernes de 7 am a 6 pm.

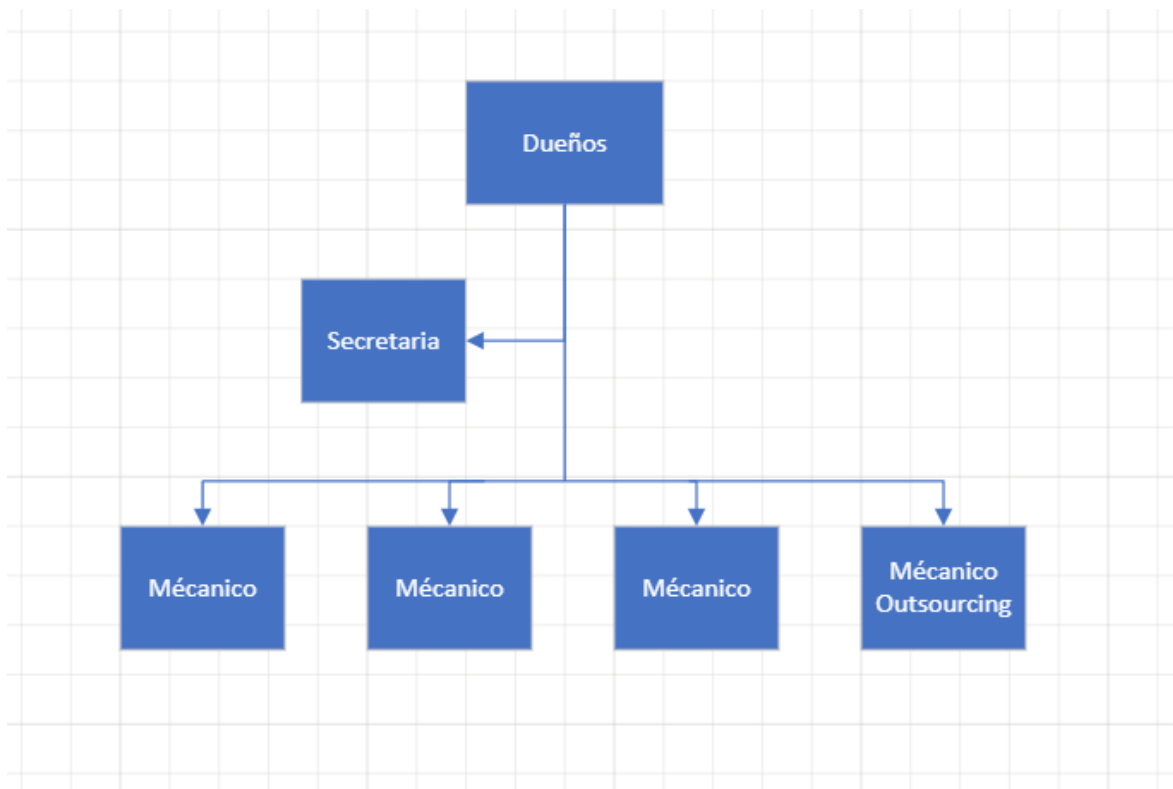
Dado el crecimiento que se da a través del tiempo se da a la tarea de realizar contrataciones para ayudar a cumplir con los trabajos mecánicos que se le solicitan por parte de su clientela siempre bajo la verificación y control de él dueño para asegurar el funcionamiento óptimo de los vehículos.

En el Taller Mecánico Automotriz Auto Tech se han especializado en la revisión y reparación de todo tipo de vehículos y marcas, donde principalmente su mercado se dirige a las marcas Nissan, Toyota, Isuzu, Suzuki, Honda, Hyundai, Mitsubishi, Kia, además de nuevas marcas que se encuentran en el mercado.

Entre las reparaciones que se realizan en taller se encuentran trabajos de mecánica rápida, tales como: ajuste-cambio o revisión de frenos, cambio de aceite, tune up, revisiones generales y preparación para llevar el carro a la revisión técnica. Además, se realizan labores con un mayor grado de complejidad como overhaul, cambio de motor, correcciones en bomba de combustible, reparación de cajas de cambios manuales y todo tipo de trabajo relacionado a mecánica general.

A continuación, se muestra en la Ilustración 1 la estructura organizacional del taller Autotech.

Ilustración 1 Estructura organizacional Autotech (organigrama).



Fuente: Elaboración propia, información de Autotech.

Misión

“Nos enfocamos en la experiencia, satisfacer y cumplir sus necesidades, brindando un servicio profesional y honesto a cada uno de nuestros clientes, un trabajo hecho con responsabilidad pensando en su seguridad”

Visión

“Ser el taller líder en mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos en la zona, al proveer un servicio de alta calidad y tecnología, creando credibilidad y confianza en los clientes”

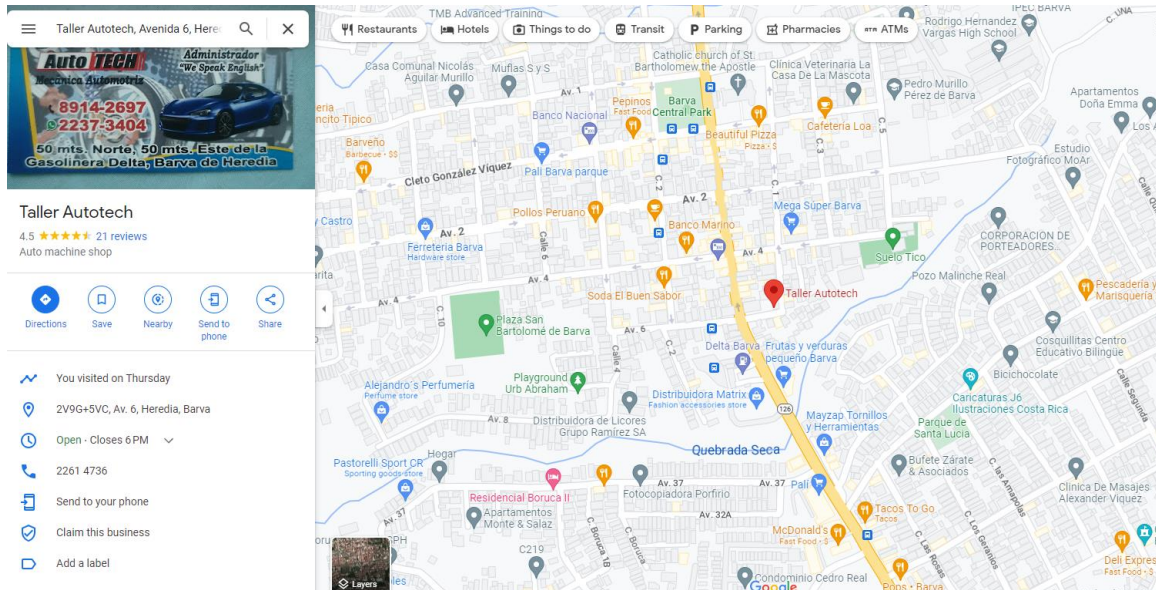
A continuación, para brindar una mejor visualización y del taller, se muestra en la ilustración 2 las instalaciones del taller y la ubicación satelital del mismo en la ilustración 3.

Ilustración 2 Instalaciones del taller Autotech.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 3 Ubicación satelital del taller Autotech.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

<https://goo.gl/maps/TYosJzMmXKVi8GYeA>

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

El taller mecánico Auto Tech desde sus inicios ha brindado trabajos de manera expedita, enfocándose inicialmente en mecánica rápida, con el paso de los años los trabajos aumentaron y también su enfoque, añadiendo otros tipos de trabajos en los que lleva mucho más tiempo, preparación y repuestos. En el último año se ha dado un incremento en los tiempos que se realizan los trabajos en el taller, por lo que ha llevado a tener que pagar horas extras a los colaboradores, esta a su vez ha generado un cansancio abundante en ellos, también, ha generado en el taller mecánico un costo adicional, además, se ha incumplido con la hora de entrega de los trabajos a los clientes lo que ha provocado algún grado de insatisfacción en ellos y el propietario del taller.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición del problema

Actualmente el taller no cuenta con la distribución de tareas, cargas de trabajo y diseño de proceso, no hay un orden establecido en la cantidad de actividades que se pueden desarrollar por persona y por día; la afectación se genera en los tiempos de entrega de los trabajos debido al incremento del tiempo en la duración de tareas y cansancio de empleados al tener que laborar tiempo extra para cumplir con los clientes en la entrega del vehículo reparado. Además, se han notado insatisfacción de los clientes al no poder entregar en algunos momentos el vehículo en los tiempos establecidos. En el proceso se aplicó entrevista con una lluvia de ideas a los técnicos especializados en mecánica automotriz y dueño del taller, posteriormente se aplicó el multivoto, con lo cual se

define que había reproceso, incremento en el tiempo de la ejecución de las tareas y además que había cansancio en los mecánicos debido a tener que trabajar horas extras, lo cual implica al taller un costo aproximadamente de 106537 colones mensuales al pago de los colaboradores del taller como horas extras a 1.5 horas.

Actualmente, esta situación imposibilita el crecimiento del taller, lo que hace que su competencia dentro del mercado se vea perjudicado, de ahí que se considera primordial contrarrestar dicha problemática mediante un análisis y establecer mecanismos para encontrar las soluciones pertinentes. Esta problemática también afecta a los colaboradores, ya que ven limitadas sus opciones de mejoramiento de condiciones laborales dentro del taller.

1.3.2 Justificación del proyecto

El proyecto beneficiará directamente a los propietarios del taller ya que al implementarlo podrán reducir tiempos, así como también la búsqueda en la reducción del pago de horas extras que le generan un costo al taller, lo que daría un aumento en los ingresos, con esto podrían realizar una inversión en mejorar condiciones del taller tales como maquinas más actualizadas que faciliten sus labores diarias; al igual que los clientes del taller que recibirán en un menor tiempo sus vehículos luego de la reparación solicitada lo que generaría satisfacción del cliente.

Les dará a los colaboradores un método de cómo proceder ante el vacío que existe actualmente en las tareas diarias, y se podrá dar al cliente un tiempo aproximado de cuando su reparación esté listo.

Además, con la implementación de este proyecto se obtendrá una optimización del trabajo lo que ayudará para la implementación de una cultura de servicio al cliente eficiente y ayudará a promover la mejora continua en el taller.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el paso a paso de los diferentes procedimientos de trabajo que realiza el taller mecánico Autotech mediante la observación de tareas y recolección de datos para mejorar el procesamiento de cada uno de ellos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar datos históricos de los trabajos realizados de los procesos productivos del Taller Autotech, para definir la muestra de los procesos a mejorar.
- Medir y analizar los tiempos y actividades en los trabajos que se realizan en el taller.
- Estandarizar y mejorar los procesos realizados por los mecánicos diariamente con el fin de mejorar el flujo de trabajo.
- Proponer implementación y métodos de control del proceso de trabajo mejorado en actividades que se realizan con mayor frecuencia.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

La elaboración y ejecución de este proyecto se lleva a cabo en el periodo comprendido de febrero a julio 2023, se realiza en el taller mecánico automotriz Auto Tech, en su única sede que se encuentra en Barva, Heredia. El proyecto involucra el análisis de los trabajos realizados en el taller, estandarización y mejoramiento del paso a paso o método de trabajo de las tareas con mayor frecuencia en el taller.

1.5.2 Limitaciones

A causa de la situación financiera que atraviesa el taller, el presupuesto para mejoras o cambios en el taller deben ser mínimas o de un bajo costo, lo que garantice al taller una inversión pequeña y que ayuden a consolidar los resultados y recomendaciones.

Debido a la inexistencia de un mapeo en el taller Autotech y al periodo de tiempo que abarca el presente proyecto, no se entregaran procedimientos documentados de manera formal, por lo tanto, se entregaran los diagramas de flujo y descripción de estos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene como objetivo la obtención y establecimiento de los conocimientos teóricos, así como también las herramientas ingenieriles para la realización de este proyecto y con estos basar el análisis, planeación, resolución y recomendaciones.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

Ingeniería industrial

La ingeniería tiene muchas divisiones que a lo largo del tiempo se han ido evolucionando, tomando más fuerza y profesionalizando, además de aumentando el uso de la tecnología y conocimiento; la ingeniería industrial la encontramos aplicada en prácticamente todas las áreas que constituyen los bienes y servicios. Para este proyecto nos enfocamos en la Ingeniería Industrial que es la rama de las ingenierías orientada al desarrollo y mejora continua en la producción de bienes y servicios, a través del desarrollo de actividades dirigidas al análisis, diseño, planeación, control y optimización de los procesos involucrados.

“Es una Actividad que usa el método científico para transformar de una manera óptima y ecológica los recursos naturales en formas útiles para el uso del hombre, un ingeniero es un profesional que por medio de conocimientos científicos, su habilidad creadora y su experiencia, desarrolla los planes, métodos y procedimientos para transformar los recursos naturales”(Cordero H.,2005), como lo menciona la cita la ingeniería industrial necesita una persona que aplique de forma razonable y lógica su experiencia y conocimiento para el aprovechamiento de los recursos.

Taller mecánico automotriz

Así como lo menciona (Pérez Porto, J. & Gardey, A.; 2010). el taller mecánico automotriz es un el establecimiento donde se dedican a la reparación de vehículos ya sean eléctricos, gasolina o diésel. En donde ven todo tipo de reparaciones o reemplazo de partes en los vehículos, también puede tener diferente enfoque como por ejemplo marcas, estilos, combustibles, dirección manual o automática, etc.; el taller mecánico automotriz tiene como objetivo primordial la entrega de un servicio profesional integral, donde el precio y calidad se complementen ya que de esto depende el funcionamiento optimo del vehículo y la seguridad de quienes lo utilizan.

Mejora continua (KAIZEN)

Este concepto es bastante antiguo que a lo largo de los tiempos ha tomado fuerza y su significado le da un giro a la forma en que se trabaja y el pensamiento de las compañías, “Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito” (Hernández & Vizán, 2013).

Así como lo vimos Kaizen significa mejoras con bajo costo con eficiencia y calidad implicando a todos, desde los dueños hasta los empleados, y utilizando mucho el sentido común. Según el libro, “control estadístico de la calidad y seis sigma” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013, P415), la mejora continua pretende eliminar los problemas asociados a los residuos inherentes a los procesos, no sólo los siete residuos

tradicionales o Muda, sino también Mura (desnivel) y Muri (sobrecarga). Además, la mejora continua tiene un enfoque claro de los beneficios gracias a su implementación y estos son algunos: el trabajo en equipo, la eficacia, la apropiación o accountability, aparte de un ahorro para la empresa gracias a su disminución de residuos.

Productividad

Según nos cuenta (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013, P7) la productividad en nuestro caso es cada vehículo recibido y la reparación realizada, técnicamente podemos decir que la productividad es la correlación entre vehículos reparados y los recursos utilizados en el proceso, es una medida del uso eficiente de los recursos para cumplir con los indicadores o metas asignadas.

Estandarización o normalización

La estandarización o normalización nos dice que “Implica decidir acciones para asegurar las mejoras mediante cambios en las condiciones y procedimientos del proceso” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R.,2013); consiste en aplicar directrices y pautas a un proceso en el cual se realizan los bienes o servicios de manera estratégica para que sea replicable en otros momentos o circunstancias y no haya cambios, nos da el resultado repetitivamente, al igual establece un orden a los pasos de trabajo para que la calidad sea igual siempre, lo que hace más fácil encontrar oportunidades de mejora, aporta eficiencia y mejora productividad.

Muestra

Según, Roberto Hernández Sampieri, en el libro metodología de la investigación (6ta edición; 2014), nos indica que la muestra permite identificar un número de observaciones a realizar, brindando cierto grado de confiabilidad en los resultados que se obtengan y que será representativo del proceso medido. La muestra es la representación proporcional de una población, que se encuentra en estudio o medición, que se determina a través de un cálculo estadístico. Esta herramienta es de utilidad en los desarrollos de investigaciones que se soportan en datos cuantitativos. Los siguientes 3 conceptos son primordiales para comprender la muestra.

Tamaño de la población: Es la cantidad total de personas en el grupo que deseas estudiar.

Margen de error: Es un porcentaje que te dice en qué medida puedes esperar que los resultados de tu encuesta reflejen la opinión de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca estarás de tener la respuesta correcta con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Es un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu población seleccione una respuesta dentro de un rango determinado.

A continuación, podemos ver la fórmula y descripción de cada uno de los factores que la componen para obtener el tamaño de muestra.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z

La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media.

En la siguiente ilustración 4 podemos observar la puntuación z para cada nivel de confianza.

Ilustración 4 Puntuación Z para nivel de confianza.

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80 %	1.28
85 %	1.44
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Eficiencia

“Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013, P7), la eficiencia es alcanzable gracias a la utilización óptima de los recursos que se tienen, da un equilibrio entre lo producido y lo utilizado para lograr el servicio o producto. Se obtiene el servicio- producto en el tiempo óptimo, logra que tenga una mayor rentabilidad, una mayor cantidad de productos-servicios con la misma cantidad de tiempo. Por esto todo trabajo o actividad debe buscar una eficiencia en la elaboración de sus productos-servicios para mejorar su desempeño y generar una utilidad mayor a la empresa.

Eficacia

Según (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013, P7); la eficacia comprende la utilización correcta del tiempo y los recursos para lograr la meta o resultados pedidos, es decir, lograr cumplir las metas con lo que se da según una lógica de tiempos y disponibilidad de recursos. Y no solo comprende el resultado final sino todos los proyectos y demás actividades realizadas para obtenerlo.

Calidad

“La garantía de alta calidad constituye un pilar extraordinariamente importante en el contexto de Lean manufacturing. La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” y en todas sus áreas para alcanzar la plena satisfacción de los clientes, tanto externos como internos. El esfuerzo continuo

mediante el despliegue de las técnicas de calidad es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas” (Fundación EOI, 2013. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. Madrid)., en el tiempo la definición de calidad a tomado un valor significativamente alto, ya que no solo comprende lo bien que se crea se realizó un bien, servicio o proceso, sino que está abierto a perspectiva y gusto del cliente final. Sin embargo, la más popular se refiere a que ese bien o servicio pueda ser comprado una y otra vez y sea exactamente igual uno a otro; de la misma manera si nos referimos a un proceso de ser realizado exactamente igual y de manera repetitiva para ser valorado como calidad. “En los inicios del año 2000 la calidad ha dejado de ser una prioridad competitiva para convertirse en un requisito para competir en muchos mercados. Es decir, tener calidad no garantiza el éxito, si no que supone una condición previa para competir en el mercado” (Saumeth & Ospino & Afanador, 2012). Como podemos verlo la calidad como una sola no lleva un valor específico, pero es primordial para mejorar y prosperar en el mercado actual.

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

Metodología DMAIC:

Según el libro, “control estadístico de la calidad y seis sigma” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013); DMAIC es el acrónimo en inglés para los cinco pasos de esta metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (Define, Measure, Analyze, Improve y Control). Cada uno de estos pasos debe realizarse en el orden D-M-A-I-C y, si al final del ciclo el resultado esperado no se alcanza, el ciclo se debe reiniciar. Es un

enfoque estructurado, disciplinado y riguroso para el mejoramiento de procesos que consiste en las cinco fases antes mencionadas, donde cada fase se encadena lógicamente con la fase previa, así como con la siguiente. La metodología DMAIC está bien definida y orientada con el fin de contar con un orden estructural del proyecto, cada una de ellas está asociada a herramientas de mejora. Las etapas mencionadas anteriormente se detallan a continuación.

Definir (Define)

El primer paso es definir las oportunidades, el alcance, los objetivos y los participantes. Esta etapa es una de las más importantes y se concentra, principalmente, en la actualidad del proceso y que posteriormente será tomado por las etapas siguientes para su análisis y búsqueda de oportunidades de mejora. Los roles y recursos deben ser clarificados desde esta etapa del proyecto para evitar malentendidos en las etapas posteriores.

Medir (Measure)

El objetivo de este paso es recolectar datos e informaciones para analizar y evaluar el escenario actual, consiste en la caracterización del proceso o sistemas afectados, estudiando su funcionamiento y comportamiento actual para satisfacer los requerimientos para cualquier operación que vaya a analizarse. Durante esta fase deben utilizarse solamente aquellas herramientas que agreguen valor a la investigación, y que su utilización permita dar conclusiones sólidas sobre el proceso en estudio.

Analizar (Analyze)

El objetivo de la etapa de Análisis es identificar las posibles causas raíz para el problema que se está estudiando. Generalmente al analizar un proceso varias posibles causas raíz se identifican, pero la clave para el éxito de este paso es priorizar y validar la causa raíz del problema a tratar.

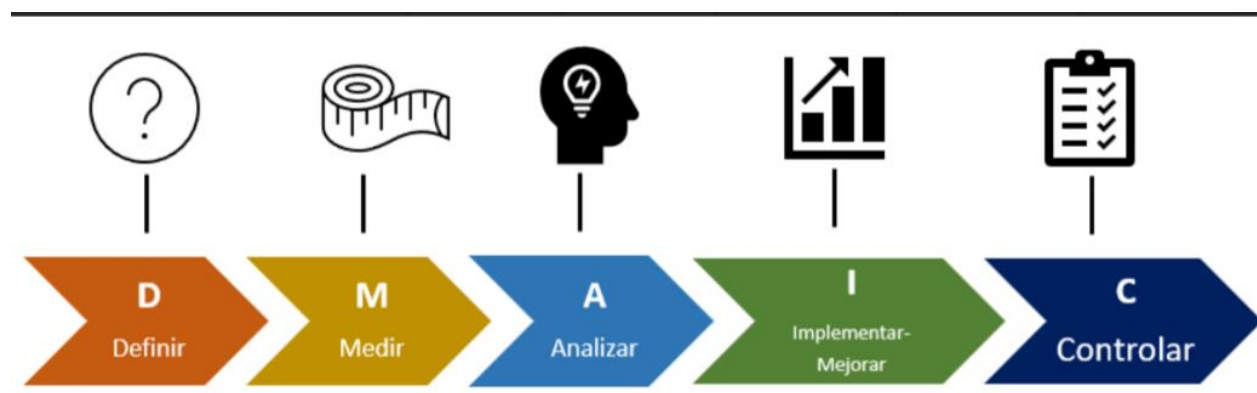
Mejorar (Improve)

Una vez identificadas la causa raíz del problema, se diseñan soluciones y mejoras que ataquen el problema y se llegue a los resultados esperados, realizando pruebas y aplicando nuevas mejoras si es necesario.

Controlar (Control)

El objetivo de este paso es controlar las acciones implementadas para que no se pierdan. Para ello, es fundamental definir criterios de control como, por ejemplo, checklists, metas y estadísticas que sirvan de fuente de información para el monitoreo de las acciones. Se debe verificar el desempeño del plan de acción para asegurar que los resultados deseados se alcancen y que las acciones de mejoras implementadas hayan sido o no eficaces. En la siguiente ilustración, se muestran las etapas de la metodología DMAIC.

Ilustración 5 Representación metodología DMAIC



Fuente: Elaboración propia, 2023

Observación Directa-No Participativa

Este tipo de observación pertenece a las técnicas utilizadas para la recolección de datos, según dice en un artículo de la revista Xihmai: “Para nosotros este es el punto de partida para decir que la observación es un procedimiento que ayuda a la recolección de datos e información y que consiste en utilizar los sentidos y la lógica para tener un análisis más detallado en cuanto a los hechos y las realidades que conforman el objeto de estudio; es decir, se refiere regularmente a las acciones cotidianas que arrojan los datos para el observador”(Campos & Martinez, 2012), la técnica consiste en la observación del investigador en el área productivo que se desea analizar, sin desarrollar una actividad directa dentro del proceso productivo o del servicio, la cual es relevante debido que permite desde una perspectiva externa observar el flujo productivo y entenderlo.

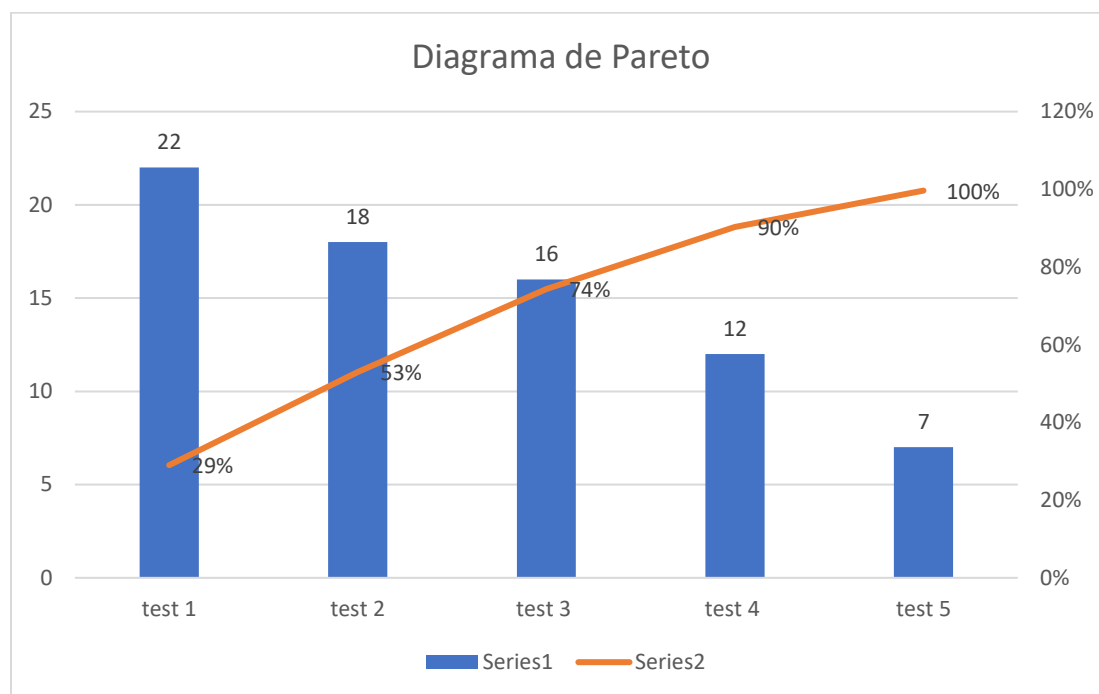
Diagrama de Pareto

Esta técnica desarrollada y creada por el economista Vilfredo Pareto y por quien lleva el título de diagrama de Pareto muestra un gráfico de barras que permite determinar, por ejemplo, qué problemas se deben resolver primero. Por medio de las frecuencias de las ocurrencias, de la mayor a la menor, es posible visualizar que la mayoría de las veces, hay muchos problemas menores ante otros más graves, que representan mayor índice de preocupación y mayores pérdidas para la empresa. El grafico de Pareto es utilizado para sacar adelante los proyectos, por ser una herramienta de gestión administrativa de gran impacto y visibilidad, ayudando a la organización en las tareas que se asignan a la hora de resolver problemas aplicando el principio de racionalización de manera eficaz y

mediante la aplicación del principio 80-20 o de Pareto, el cual plantea que el 20% de las causas genera el 80% de las consecuencias.

En la siguiente ilustración 5 podemos observar un ejemplo de lo que es el diagrama de Pareto.

Ilustración 6 Ejemplo de diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

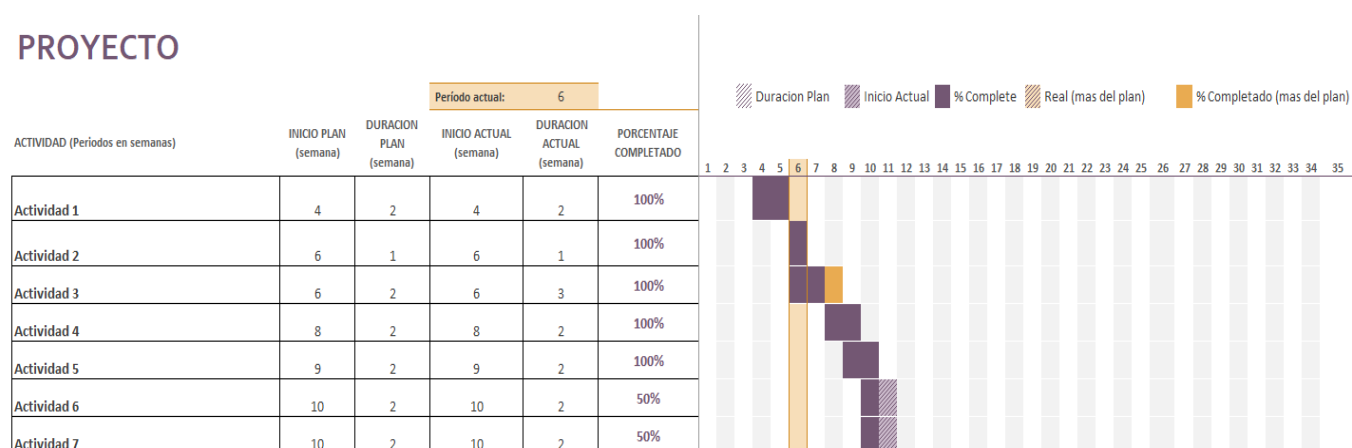
Gantt

“Los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuro resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y

terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo” (Hinojosa, 2003).

Los diagramas de Gantt como se describe como una representación bidimensional en la que en un eje se representa el tiempo y en el otro una lista de tareas. Mediante estos diagramas se puede ver las tareas que requieren más tiempo y las relaciones de dependencia que hay entre ellas, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y se dé también a la persona encargada una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión, podemos observar a continuación en la ilustración 6 un ejemplo del diagrama de Gantt.

Ilustración 7 Ejemplo Diagrama de Gantt.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Entrevista

“La entrevista consiste en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto” (Bravo, 2013); la técnica de la entrevista proporciona datos de primera mano para los fines necesarios ya sean conocimiento de un proceso,

problemática o situación en la que es necesario crear criterio técnico de algún tema en específico, en el caso de este proyecto datos referentes al taller mecánico.

Lluvia de ideas

“Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad.” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R., 2013, P153); como se denota esta técnica da información o ayuda a obtener datos necesarios de colaboradores en un estado libre y que aporten a la mejora que se desea obtener de problemáticas.

Multivoto







Según Acuña, J. A., (2005). Mejoramiento de la calidad. Nos muestra que la técnica de multivoto se utiliza es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración. Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con la multivotación, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas, más apropiadas e importantes. Con este fin, la técnica, opera mediante una serie de votaciones, donde cada una de ellas reduce la lista en una cantidad especificada,

generalmente la tercera parte. Un caso típico de aplicación de la multivotación es tras de una sesión de brainstorming, o de otras técnicas de generación de ideas. La gran cantidad de elementos que se producen requieren de una acción posterior que reduzca su volumen, siendo una excelente alternativa la multivotación.

Diagrama de flujo

El diagrama de flujo se utiliza para representar de manera gráfica el recorrido de un proceso, producto o actividad, esto facilita la interpretación de un proceso al tener un único punto de inicio y un único punto de término. Algunas ventajas del diagrama de flujo son: ayuda al pensamiento lógico y analítico, se ve el comienzo para cualquier proyecto, ya sea para su inicio o modificación, se puede ver lo que realiza el proceso y los pasos que tiene, se identifican fácilmente los procesos, muestra de manera fácil y clara la interacción del proceso en estudio con los procesos con que se relaciona. En la ilustración 8 adjunta podemos ver las definiciones según el libro “introducción a la ingeniería” (Baca, 2013), para cada una de las actividades representadas en el diagrama de flujo.

Ilustración 8 Simbología de diagrama de flujo

Símbolo	Actividad	Definición
	Operación	Operación (también conocido como acciones). Un círculo representa las actividades fundamentales de cualquier proceso, las cuales propician cambios en los materiales u objetos
	Transporte	Una flecha apuntando hacia la derecha indica movimiento; es decir, las personas, materiales y/o equipo son trasladados sin que se les efectúe ningún trabajo adicional.
	Control	Un cuadrado representa las actividades de verificación (ya sea en calidad o en cantidad) de los materiales o productos; también simboliza lecturas de algún tipo de indicador o de información impresa. Este tipo de tarea, por lo general, no añade valor al producto, por lo que se deberá ser muy crítico en su existencia
	Demora	Una figura en forma de "D" semicircular indica la ocurrencia de interferencias en el flujo de las operaciones o en el movimiento de materiales, lo que imposibilita la consecución hacia el siguiente paso del proceso. También representa trabajo en suspenso o abandono momentáneo del mismo
	Almacenamiento	El triángulo invertido representa el depósito del material o producto en algún lugar, idealmente almacenes; aunque es probable que en el método actual se encuentren mercancías almacenadas en pisos o pasillos por error. El almacenaje suele ser de materias primas, producto en proceso de terminarse, producto terminado o inclusive de documentos
	Actividad combinada	Cuando dos de las actividades descritas antes se ejecutan simultáneamente, los símbolos se combinan. El símbolo de actividades combinadas más común es el de operación-inspección

Fuente: elaboración propia, 2023.

Medición o toma de tiempos y movimientos

Los Therbligs, dentro del estudio de tiempos y movimientos según. (Meyers, 2000) nos dice "Frank y Lilian Gilbreth formularon la filosofía básica de los sistemas de tiempos y movimientos predeterminados. Dividieron el trabajo en 17 elementos" (p. 37). Esta filosofía es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal, de un método predeterminado, por esta razón es que se aplica esta herramienta pues la importancia de poder contar con datos reales y confiables del proceso es fundamental para este proyecto. El estudio de tiempos se

realiza al observar y cronometrar un número suficientemente grande de ciclos, tanto del tiempo de proceso como del tiempo manual de una operación para calcular el promedio estándar de trabajo y estimar el ritmo del operador.

Análisis económico de costo-beneficio

Este análisis consta en la identificación de los costos que se estiman necesarios para la implementación de una propuesta de mejora, así como los beneficios que traerá el proyecto en relación con la situación actual. Por lo cual este análisis permitirá evaluar la factibilidad de la propuesta en un período de tiempo definido, tomando a consideración que los beneficios que se esperan justifiquen la inversión de recursos para su implementación. “El análisis coste/beneficio mide la relación entre el coste por unidad producida de un bien o servicio y el beneficio obtenido por su venta” (Vásquez, 2020).

Plan de control

“Se busca trabajar para mejorar o desarrollar nuevos documentos que faciliten el apego a los procedimientos estándar de operación del proceso. La estandarización vía documentación contempla procedimientos bien escritos, videos y hojas de trabajo ilustradas. Otras alternativas para lograr la estandarización de los métodos son: la capacitación, tanto para nuevos trabajadores como para los actuales, así como los sistemas a pruebas de errores” (Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R.,2013); este permite controlar y verificar un proceso normalizado, estandarizado y estructurado, a través de un conjunto de actividades de importancia en el proceso, es un procedimiento que debe ser continuo y estricto para mantener en el tiempo cualquier mejora realizada

en el proceso productivo, este se basa en documentación y análisis de datos para la verificación de resultados.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Cuando se pone en función un proyecto de mejora en un proceso productivo, es de esperar que se quiera tener un beneficio económico sobre lo implementado, es por eso que se debe tener claro los alcances en el corto, mediano y largo plazo, esto sin que por alcanzar resultados acelerados y mal estimados se vaya a sacrificar algún aspecto importante durante la ejecución e implementación de las actividades estipuladas, ya que esto podría convertirse en un enemigo del proyecto en alguna etapa de su puesta en marcha, perdiendo de esta manera el enfoque inicial de preparar un proyecto de calidad que cumpla con las expectativas esperadas; por lo tanto, es importante tener claro todo lo necesario para la realización del proyecto de tal manera que los resultados esperados sean alcanzados y los cronogramas de trabajo establecidos se cumplan.

Impacto a corto plazo: Los principales efectos que se esperaba producir durante las primeras semanas de desarrollo de este proyecto fueron: identificación de las condiciones del departamento de producción donde se encargan de la reparación de vehículos; en este se realizaron visitas para corroborar las condiciones generales del taller, en especial el área de producción. De esta forma, se examinaron las condiciones en las que laboran los colaboradores, como el almacenamiento y el espacio asignado para cada uno de los colaboradores, y se validó si existía herramienta suficiente y condiciones óptimas para el proceso a realizar; también se llevó a cabo la evaluación de

los posibles problemas donde se desarrolló la herramienta del diagrama de causa-efecto, en el cual se estableció un problema central. Dicho problema fue analizado y se usó la técnica de los cinco porqués. Lo anterior sirvió de fundamentación para la posterior propuesta que se presenta en este estudio.

Impacto a mediano plazo para el adelanto de la presente propuesta, se plantea lo siguiente en un tiempo de dos a tres meses, el desarrollo de una propuesta de entrega del producto final al cliente a partir de lo expuesto mediante la toma de datos y el análisis de las diversas herramientas ingenieriles aplicadas, se pretende el desarrollo y la creación de métodos de trabajo mediante diagramas de flujo, la cual mejore la eficiencia y la productividad del taller; además el mejoramiento de la calidad en el proceso de producción a partir de herramientas dirigidos a reducir tiempos improductivos (Tiempos Muertos), problemas de calidad (de existir) y mala utilización de la disponibilidad de los colaboradores. Un elemento central es crear una concientización sobre la existencia de problemas, pues estos solo se pueden resolver si se trabaja al integralmente y con la madurez suficiente, incentivando la cultura del manejo de los datos y la documentación de la mejor manera para el beneficio de la empresa y de sus clientes. Todo lo anterior se debe efectuar a través de la metodología DMAIC en sus primeras etapas: definir, medir y analizar.

Impacto a largo plazo se plantea lo siguiente un aumento de la productividad a partir de la cultura DMAIC en sus etapas de implementar y controlar, se puede generar un progreso en la productividad actual con un control más viable con datos que sirvan para la toma de decisiones. Así es como se obtendrá una reducción en los tiempos de entrega, la mejora en la atención y el orden en el proceso productivo en este caso las reparaciones

de los vehículos con los controles adecuados, mayores oportunidades para mejorar las tareas a realizar ya que al estar estipulados los tiempos y orden de cada una de sus etapas facilita la búsqueda de nuevas alternativas. Se busca el mejoramiento de la planta física y las condiciones del taller, ya que en toda empresa es importante contar con una planta física acorde a las necesidades tanto del cliente como del colaborador. Lo anterior debido a que un empleado insatisfecho y desmotivado posiblemente no realizará su trabajo de la misma forma que uno ubicado en un área limpia, ordenada y que cumpla con los estándares mínimos de seguridad. Además, con una mejora en el entorno laboral se pretende fomentar un sentido de pertenencia, el cual, aunado a un espacio de trabajo más adecuado, limpio y ordenado, logrará una mejora el estado de ánimo de los colaboradores y el servicio brindado al cliente.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Se encuentran antecedentes que generan valor a la elaboración del proyecto para tener una visualización nacional e internacional de problemáticas similares a los encontrados y la utilización de diversas herramientas ingenieriles para lograr los objetivos planteados en cada uno de estos proyectos, algunas de las tesis consultadas fueron:

El proyecto es basado mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz (Collado Carbajal, Maria Alejandra-Rivera Raffo, Juan Miguel) en Lima, Perú 2018. Por lo que agrega un valor significativo al proyecto realizado en el taller Autotech ya que se comparten bastantes puntos a trabajar y mejorar, en la tesis se desarrolla sobre los principales problemas de

la productividad en las operaciones que tiene una empresa en el sector automotriz, donde se implementan mejoras para reducir los tiempos improductivos y aumentar la rentabilidad. El objetivo principal es realizar la mejora basándose en estudios de tiempos en las operaciones. La investigación reduce los tiempos de trabajo del taller mecánico, dando prioridad a la agilización, rapidez y orden del ciclo de trabajo con el objetivo de mejorar la productividad y el servicio al cliente.

Esta tesis se fundamentó en la Implementación de la metodología Lean Service y la mejora en la productividad del servicio de mantenimiento general en un taller mecánico automotriz (Mejia Zurita, Diana Carolina- Santa Cruz Gutierrez, Ariana) en Lima, Perú 2022. La investigación se enfocó dentro de la línea de producción, se basa en la baja productividad, debido a la falta de una estandarización de los procesos y un incremento de tiempos al ejecutar las actividades. En este proyecto se aplicó las metodologías de Lean Service: trabajo estandarizado, rediseño de layout y kaizen. se plantean propuestas de mejoras que se encuentren dentro del alcance de la empresa teniendo como resultado la reducción de reprocesos en un 10%, tiempos de ciclo total en un 1% y el nivel de cumplimiento en un 22%.

La tesis fue elaborada para el mejoramiento de la rentabilidad de taller mecánico automotriz Badilla (Gonzalez Zuñiga, Jorge Nils) en Alajuela, enero 2018. La elaboración del proyecto se enfoca en la falla de los procedimientos, en la facturación, recibimiento y seguimiento de los clientes que van al taller; se realizaron diferentes técnicas ingenieriles tales como Ishikawa, Pareto, gráficos, tomas de tiempos, y otros, con el objetivo de completar lo estipulado en el proyecto, ante la problemática económica del taller las propuestas y recomendaciones le dan una guía de cómo proceder si desean mejorar la

situación, y sabiendo que no manejan un presupuesto para su puesta en marcha, este proyecto de una visualización de los talleres automotrices a nivel país y evidencian la falta de información o históricos para mejorar sus condiciones.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo podemos encontrar como se realizó el trabajo de manera descriptiva, tomando como base la teoría y herramientas vistas en el capítulo anterior, además de llevar un orden secuencial de las herramientas y formas de obtención de datos, además de la explicación del cómo se realizaron para los resultados y para el desarrollo del proyecto, además, la búsqueda de complementar las actividades con los objetivos previamente descritos.

3.1 Metodología para la definición del problema

En la presente etapa tal cual su nombre lo menciona se definió la diferente información relacionada al proyecto y el problema abordado, misma que ayudó a interpretar mejor la situación actual del taller y sus procesos. En esta sección se abordan aspectos del proceso que se está viendo afectado, recaudando la información necesaria para definir de una manera concreta cual es la afectación u oportunidad de mejora que se define para trabajar, el proceso actual que se realiza y como se realiza, que información y que resultados se contemplan actualmente en la gestión del proceso. En la siguiente tabla 1 podemos observar más a detalle lo que constituye las herramientas y descripción para la definición del problema.

Tabla 1 Herramientas para la definición del problema

Objetivo	Actividades Generales	Herramientas	Descripción	Plazo	Responsable
Conocer datos, área productiva, y colaboradores en realización de las tareas diarias y conocer lo que ellos piensan e ideas de los trabajos realizados de los procesos productivos del Taller Autotech, para definir la causa raíz de la problemática del taller y los procesos a mejorar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observar y entender los procesos productivos del taller 2. Realizar reuniones con los expertos del taller para lograr llegar a acuerdos en búsqueda de causas principales a trabajar. 3. Realizar entrevistas y reuniones para conocer los datos históricos del taller. 	<p>Observación No participativa</p> <p>Lluvia de ideas</p> <p>Entrevista</p> <p>Multivoto</p>	<p>Determinar las causas principales que generan la problemática del taller.</p> <p>Conocer el proceso de realización de los trabajos en el área productiva.</p> <p>Observar a detalle a los mecánicos en función de búsqueda de datos para los siguientes pasos.</p>	30 días	Jonathan Vargas

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Las herramientas ingenieriles propuestas en esta etapa conllevan a la combinación del uso de un observación directa no participativa, lluvia de ideas, entrevista y multivoto.

La primera herramienta observación no participativa ayudo a visualizar las actividades que se realizan en el taller e identificar posibles mejoras, se observaron diferentes puntos en los cuales se notó déficit para el abordaje de las actividades realizadas, además, de la no realización de manera óptima. Se realizaron visitas al taller para observar los

diferentes trabajos realizados por los mecánicos y con esto recabar la información necesaria respecto a la oportunidad de mejora del taller.

Como segunda herramienta se utilizó la lluvia de ideas la cual colaboró de manera sistemática a obtener la información necesaria por parte del personal del taller con la finalidad de conseguir de ellos los cuales son los expertos y conocedores del taller y área productiva que pudiesen expresar libremente cualquier tipo de inquietud o idea que tuviesen guardado con el fin de ayudar a mejorar y cambiar la problemática que presenta el taller.

La tercera herramienta utilizada es la entrevista utilizada para obtener en las reuniones pactadas los datos necesarios ligados a la utilización de la lluvia de ideas que juntas hacen que los colaboradores sean parte de las mejoras y participen de manera activa en búsqueda de las causas de la problemática que enfrenta el taller, así también le da validez y peso a cada argumento generado por estos ya que de manera personal dan sus respuestas, opiniones y puntos de vista.

Por último la cuarta herramienta es la técnica de multivoto, en esta encontramos la mejor manera de hallar la respuesta a la decisión de la causa que se cree da la problemática mayor al taller, en esta se utiliza la experiencia de los colaboradores, oficinista y dueño del taller, para que den su peso a las causas que se tuvieron en la lluvia de ideas, estas se ponderan, por lo que complementa la información obtenida en las otras herramientas y nos brinda una respuesta clara de la definición que se busca.

La combinación de estas herramientas da como resultado la correcta definición del panorama actual a trabajar y al ser determinadas las causas en esta etapa, se cuenta con los insumos necesarios para las fases en que se deberá medir y analizar.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

La etapa de medición consiste en la revisión de la información cualitativa recabada en la fase de definición y adicional la elaboración de mediciones cuantitativas relacionadas al rendimiento del proceso que serán el complemento de la información cualitativa.

Esta sección contiene los datos específicos referentes al rendimiento del proceso actual del taller tanto de índole cualitativa como de forma cuantitativa. A continuación, podemos visualizar en la tabla adjunta las herramientas para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.

Tabla 2 Herramientas para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Objetivo	Actividades Generales	Herramientas	Descripción	Plazo	Responsable
Medir y analizar los tiempos y actividades en los trabajos que se realizan en el taller.	1. Crear diagrama de flujo de los procesos productivos actuales. 2. Medir cada una de las actividades realizadas en el proceso productivo del taller sin omisión de ningún detalle. 3. Analizar los trabajos con mayor volumen según el diagrama de Pareto para la estandarización y optimización de los trabajos.	Diagrama de flujo Pareto Toma de tiempos manual. Medición de tiempos y movimientos.	Determinar el 80/20 del área productiva del taller para establecer los trabajos a mejorar. Establecer el tamaño de muestra del estudio de tiempos a realizar. Medición del proceso actual se consigue según muestra obtenida anteriormente y los trabajos descritos gracias a la información suministrada y tabulada.	30 días	Jonathan Vargas Wendy Salas Gabriela Carvajal

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La primera herramienta utilizada brinda una representación gráfica de las diferentes fases del proceso, utilizada en la búsqueda de definir el trabajo hablamos del diagrama de flujo, este es de suma importancia ya que nos da la guía necesaria de las actividades o pasos actuales que se realizan en cada uno de los procesos realizados en el taller, y nos permite identificar puntos de mejora en el proceso, con este pudimos conocer cuales actividades no le generan valor al proceso y poder tomar decisiones al respecto.

La siguiente herramienta utilizada es el diagrama de Pareto, se utilizó para determinar las actividades principales en las que nos enfocamos para la mejora y desarrollo del

proyecto, se completó con la información suministrada por el taller en cuanto a cantidad de trabajos realizados en los últimos 6 meses, una vez tabulada la información se da el desarrollo del gráfico el cual nos brinda como resultado las actividades y de ahí en adelante enfocarnos en ellas para las mejoras necesarias.

Las siguientes herramientas utilizadas para la medición fue la toma de tiempos manual y el análisis de tiempos y movimientos, estas son altamente efectivas y principalmente en un caso como el presentado en el taller en donde no se tienen contempladas la duración para cada tarea o trabajo completo que se realiza, por esto, y después de obtener la información necesaria para conocer en cuales actividades enfocarnos y del desglose de los trabajos para evidenciar el flujo actual, nos lleva a la toma de tiempos manual, la cual se realizó con cronometro y hoja de tiempos, esto con la finalidad de medir el trabajo realizado y obtener un tiempo estándar que nos ayude a optimizar el proceso.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Esta etapa del proyecto es fundamental para el desarrollo correcto del proyecto, ya que conlleva un ordenamiento, revisión y análisis de toda la información recolectada mediciones realizadas en las etapas de medición. Su revisión y desarrollo conecta las dos secciones que amarran el proyecto, específicamente donde se da el conocimiento del proceso actual y se definen los pasos a seguir para una mejora. A continuación, en

la tabla 3 adjunta podemos observar herramientas para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso.

Tabla 3 Herramientas para la propuesta de mejora

Objetivo	Actividades Generales	Herramientas	Descripción	Plazo	Responsable
Estandarizar y mejorar los procesos realizados por los mecánicos diariamente con el fin de mejorar el flujo de trabajo.	Ubicar mudas en el proceso: distracciones, desplazamientos innecesarios, retrabajos con el fin de optimizar el proceso, disminuir el tiempo de ciclo y aumentar eficiencia y eficacia de los mecánicos.	Mapeo y documentación básica de procesos. Mejora continua (KAIZEN)	Se obtiene por medio del análisis de toma de tiempos y movimientos, un diagrama de flujo mejorado donde se eliminan las mudas encontradas y se optimiza el tiempo de ciclo total, todo después de las muestras obtenidas. Se incluye la mejora continua al ser un proceso descriptivo y analítico inexistente en el taller.	30 días	Jonathan Vargas

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se determino el rendimiento, se da el análisis, en esta se utilizó la metodología de mejora continua o Kaizen la cual nos ayuda junto al análisis del proceso y la obtención de los resultados de toma de tiempos y movimientos a la reducción el tiempo de ciclo y remover las mudas, retrabajos y desplazamientos innecesarios para la realización de las actividades que se desarrollan por parte de los mecánicos en el taller. Además, nos guiamos para la ayuda a respaldar el proyecto y validarlo fue el análisis de muestra, con

este lo que se logra es establecer el tamaño de muestra del estudio de tiempos, darnos una limitante en cuanto a cantidad de datos necesarios a obtener y un mínimo para poder guiarnos a realizar de manera correcta el estudio.

La combinación de estas herramientas, dan la posibilidad de seguir un orden específico y poder tener un flujo de trabajo mejorado, además de la optimización del tiempo de ciclo total, partiendo de esta información se gestionan las opciones de mejora o corrección que se podrían realizar y validar para determinar que sean factibles para mejorar la situación actual del proceso.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En esta cuarta etapa del proyecto se realiza la propuesta de la implementación según la metodología DMAIC, es importante recalcar que en este punto ya se conoce y se analizaron todos los datos obtenidos anteriormente, asimismo se realizaron y utilizaron diferentes herramientas ingenieriles para darle validez y aseguramiento a cada paso dado. Los cambios propuestos a ser realizados proyectan la mejora en el proceso, donde se debe evidenciar cual es la mejora estimada que se alcanzaría en cuanto a recursos y tiempo, lo que generaría un beneficio económico al taller. En la tabla 4 anexa se encuentra lo referente a herramientas para la implementación del proyecto.

Tabla 4 Herramientas para la implementación del proyecto

Objetivo	Actividades Generales	Herramientas	Descripción	Plazo	Responsable
Proponer implementación y métodos de control del proceso de trabajo mejorado en actividades que se realizan con mayor frecuencia	Proponer un diagrama Gantt que ayude la implementación y se dé al taller un enfoque de cómo realizar las tareas diarias y asegurar que este sea seguido para obtener los resultados deseados. Además, recaudar datos con el fin de realizar el análisis costo-beneficio.	Gantt Análisis económico de costo-beneficio	Con la herramienta diagrama de Gantt se espera que cada persona sepa que actividad corresponde y el tiempo en que debe generarse, asimismo recaudación de datos necesarios del análisis económico para demostrar el beneficio de este.	30 días	Jonathan Vargas

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la sección de implementación se llevó a cabo la propuesta a implementar, utilizando dos herramientas clásicas y bastante conocidas, empezando por la elaboración de un Gantt para la programación y representación visual de las actividades a ejecutar en la implementación de la mejora, de ese modo se proyectaron las acciones específicas para poner en marcha el plan y con este definir el tiempo y orden para elaborar cada acción. En la siguiente herramienta la cual es análisis económico costo-beneficio se cuantifica la viabilidad de la propuesta, si esta es factible para ser desarrollada por el taller y el valor que generará. En este se recaudaron los datos necesarios para el abordaje del análisis y la definición de los cálculos relacionados. También se da la validación de la propuesta

de mejora en relación con los recursos necesarios para la implementación contra los beneficios esperados.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En esta etapa la cual comprende la última etapa de la metodología, encontramos la verificación, control y seguimiento del rendimiento que se da una vez que el plan de implementación se ha concluido, allí se debe proceder con su seguimiento. En tanto se finalice la implementación de las acciones de mejora, se debe empezar con un plan de control periódico, que permita validar que los beneficios esperados se estén cumpliendo, que las tareas se estén realizando de forma correcta y que el proceso este entregando la información precisa que se espera. En seguida, podemos visualizar la tabla 5 con herramientas para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Tabla 5 Herramientas para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Objetivo	Actividades Generales	Herramientas	Descripción	Plazo	Responsable
Proponer implementación y métodos de control del proceso de trabajo mejorado en actividades que se realizan con mayor frecuencia	Crear un plan de acción el cual permita controlar y prevenir la posible pérdida de tiempo o mudas en el proceso.	Plan de control	Realizar revisiones constantes las cuales den evidencia del trabajo y generen valor a las propuestas diseñadas, asimismo generar conciencia en los colaboradores y evitar que caigan en errores que hagan ruido al proceso.	30 días	Jonathan Vargas

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para esta etapa la cual consta del control y verificación para que los resultados obtenidos se mantengan en el tiempo se desarrolló una propuesta la cual se llevó a cabo en un plan de control como herramienta, en esta se genera un documento el cual queda para que las personas asignadas sean los encargados de realizar tareas de vigilancia y verificación, se definen los puntos a controlar, como la periodicidad con que deben ser controlados y la forma en que lo serán; además, posibilita nuevas oportunidades de mejora.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

4. Diagnóstico del proceso productivo del taller

En este capítulo se muestra todos los datos para fundamentar la causa raíz de la problemática del taller, así como las valoraciones respectivas para la toma de información necesaria para el uso de las herramientas estipuladas en los capítulos anteriores. Con el fin de identificar las causas que generan los retrasos y la insatisfacción de los clientes se utilizaron una serie de herramientas ingenieriles y técnicas que ayudan a dar validez; por medio de la lluvia de ideas obtenida de la información de las entrevistas se logra identificar los factores que afectan al taller, con la herramienta multivoto se priorizaron las diferentes causas encontradas con el fin de trabajar sobre las principales. A continuación, se muestra de manera más detallada las herramientas usadas y los resultados obtenidos con cada una de ellas. Además, el resto de las herramientas que nos ayudan a valorar el estado del taller en búsqueda de la mejora.

4.1 Observación directa no participativa

Como primera etapa se llevó a cabo la conversación con el jefe y dueño del taller con la finalidad de poder tener la libertad de tomar los datos necesarios, además de mostrarnos el taller y sus diferentes espacios para valorar todos los ámbitos necesarios. Por medio de la observación directa no participativa se visualizó a los colaboradores trabajando en los vehículos, desarrollando las tareas diarias por lo que generó gran ayuda para conocer el funcionamiento del taller durante su jornada habitual, de este modo se realizaron diferentes reuniones las cuales fueron pactadas para el primer paso que fue el abordaje de la causa raíz y su obtención.

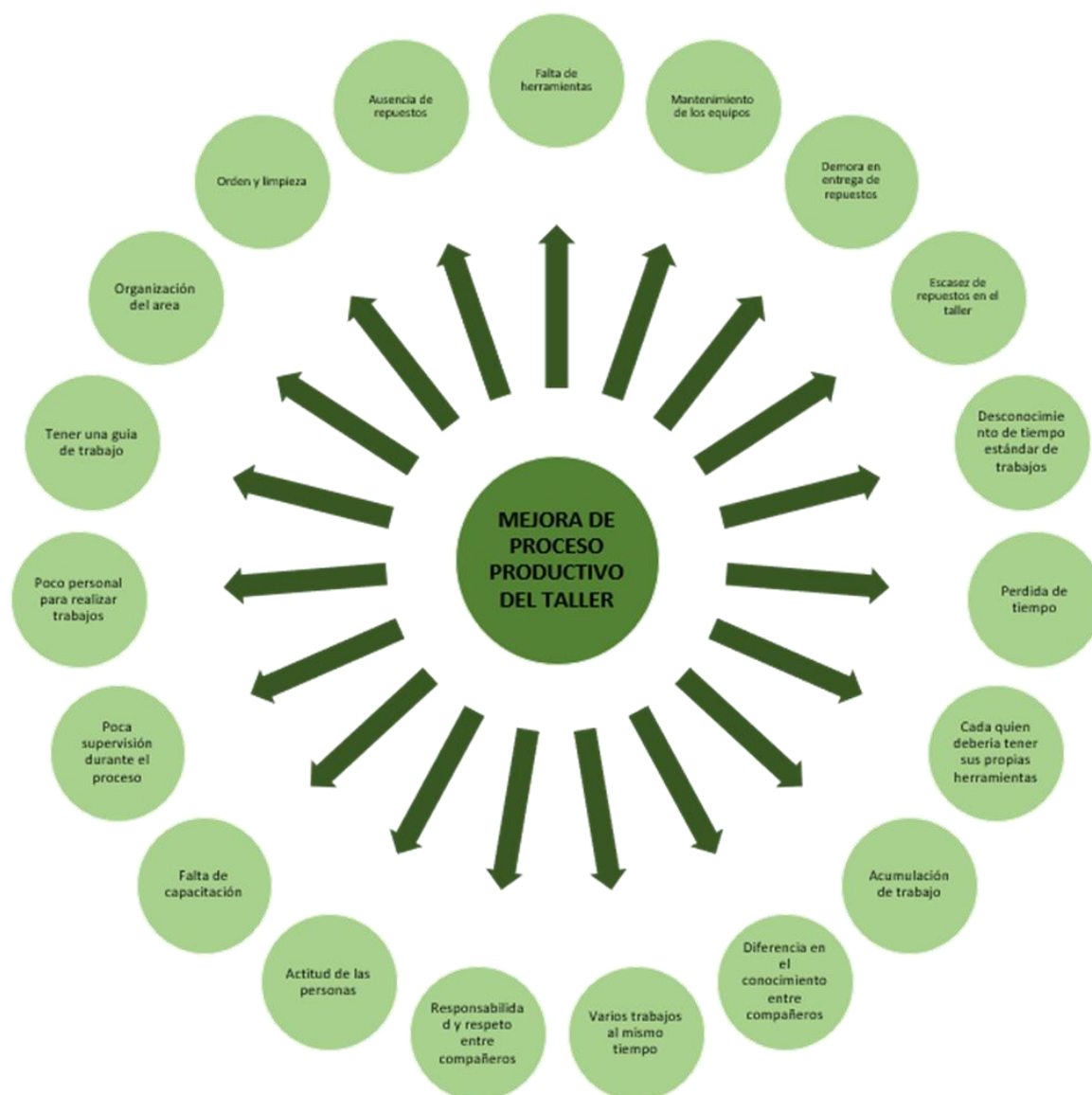
4.2 Entrevista

Con la técnica de la entrevista en el taller Autotech, se realizaron una serie de reuniones y entrevistas con los expertos y dueño, dado que ellos son las personas con mayor conocimiento al desarrollar todos los procedimientos en el área productiva y, por ende, son los calificados para identificar con mayor rapidez cualquier tipo de falla dentro del proceso. Para esto, se desarrollaron entrevistas no estructuradas, con preguntas abiertas hacia los mecánicos y oficinista, con el objetivo de ampliar la información sobre los diferentes factores que puedan estar provocando la problemática actual, además nos brindaron los recursos necesarios para la lluvia de ideas, por lo que para temas de información y análisis no se tiene tabulación, sino que cada una de las ideas es descrita en la lluvia de ideas posteriormente descrita.

4.3 Lluvia de ideas

Mediante la elaboración de una lluvia de ideas junto al dueño y mecánicos del taller Autotech, se logró identificar las posibles causas presentes en el proceso productivo del taller, donde cada uno de ellos tuvo la libertad de aportar el tipo de idea que quisiese sin ningún tipo de señalamiento u obstrucción, todas y cada una de estas son valoradas para recabar la información necesaria y la toma de decisiones. A continuación, podemos observar en la ilustración 9 un diagrama con las ideas tomadas en el taller Autotech para la mejora del proceso productivo.

Ilustración 9 Diagrama de lluvia de ideas, posibles causas de la problemática del taller.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se hace constar en el diagrama se obtuvieron 19 posibles causas que provocan la problemática en el taller y que con su corrección podrían ayudar a mejorar la afectación que posee en cuanto a sus procesos, horas extras y duración de tareas. Por lo que estas se llevan a la siguiente herramienta con la finalidad de tabular la información y que bajo

un criterio de inclusión a los expertos para que ellos colaboren en la búsqueda de la causa principal a trabajar.

4.4 Multivoto

Una vez obtenidas las posibles causas de la problemática del taller, gracias a las sesiones establecidas y a la lluvia de ideas, se da la priorización de estas con el fin de concluir cuáles son las que tienen mayor impacto, se desarrolló la técnica multivoto bajo el criterio de los 4 miembros expertos del equipo, esta se llevó a cabo en una de las sesiones y en donde se le brindó la oportunidad libremente a cada uno de ellos para que ejercieran un valor en cada categoría. Para esto se adjudicó la puntuación según su criterio en donde el valor más bajo significa el de menor importancia y el valor más alto el de mayor importancia. Una vez establecidas esas puntuaciones se lleva a cabo la ponderación de estos, donde la causa con mayor porcentaje de las 10 obtenidas es en la que se enfoca este proyecto para mejorar y se toma como la causa principal del taller. A continuación, en la siguiente tabla 6 se muestran los resultados obtenidos a través de la técnica multivoto.

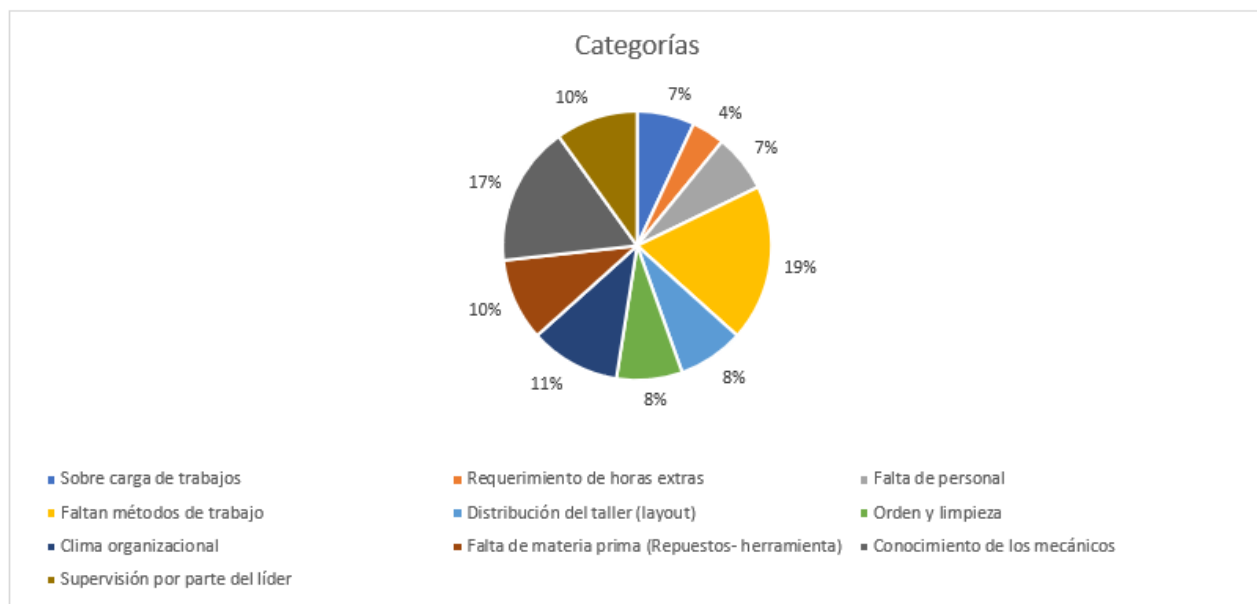
Tabla 6 Matriz multivoto para determinar el puntaje y porcentaje para las posibles causas.

Matriz Multivoto						
Categorías	M1	M2	M3	M4	Total	Ponderado
Sobre carga de trabajos	5	2	3	1	11	7%
Requerimiento de horas extras	2	1	2	2	7	4%
Falta de personal	1	3	4	3	11	7%
Faltan métodos de trabajo	9	7	8	7	31	19%
Distribución del taller (layout)	4	5	3	1	13	8%
Orden y limpieza	3	4	1	5	13	8%
Clima organizacional	3	6	5	4	18	11%
Falta de materia prima (Repuestos- herramienta)	3	4	4	5	16	10%
Conocimiento de los mecánicos	4	8	7	8	27	17%
Supervisión por parte del líder	1	5	6	4	16	10%
					163	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede observar que la causa principal por lo que el taller tiene la problemática actual es por la falta de métodos de trabajo con una puntuación de 31 lo que equivale a un 19% del porcentaje total, por lo que en esta se genera el desarrollo de este proyecto con el fin de cubrir la necesidad del taller y lograr los objetivos propuestos. En la siguiente ilustración 10 podemos observar cada uno de los porcentajes de las categorías propuestas basadas en el criterio y conocimiento del personal del taller Autotech. Cada una de estas pueden ser tomadas en cuenta a futuro para continuar con la mejora y lograr que el taller se encuentre en una mejor posición.

Ilustración 10 Grafico de categorías propuestas según multivoto del taller Autotech.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.5 Gráfico de Pareto

Para la elaboración del gráfico se cuenta con el histórico de trabajos procesados en el taller en el segundo semestre del año 2022, este se obtuvo mediante las ordenes de trabajo tomadas para cada uno de los clientes la cual puede verse un ejemplo al final de este; estas órdenes fueron tabuladas con el objetivo de tener el 20% de las causas identificadas y poder enfocarnos en ellas.

Se observa a continuación la tabla 7 que muestra los trabajos que se realizaron ya tabulados y con su respectiva ponderación para obtener los porcentajes e identificar los principales trabajos en los que nos concentramos.

Seguido de esta tabla y basándonos en ella se puede observar la representación gráfica de Pareto, donde podemos observar los trabajos realizados e identificados de mayor a menor con porcentaje hasta llegar al 100%.

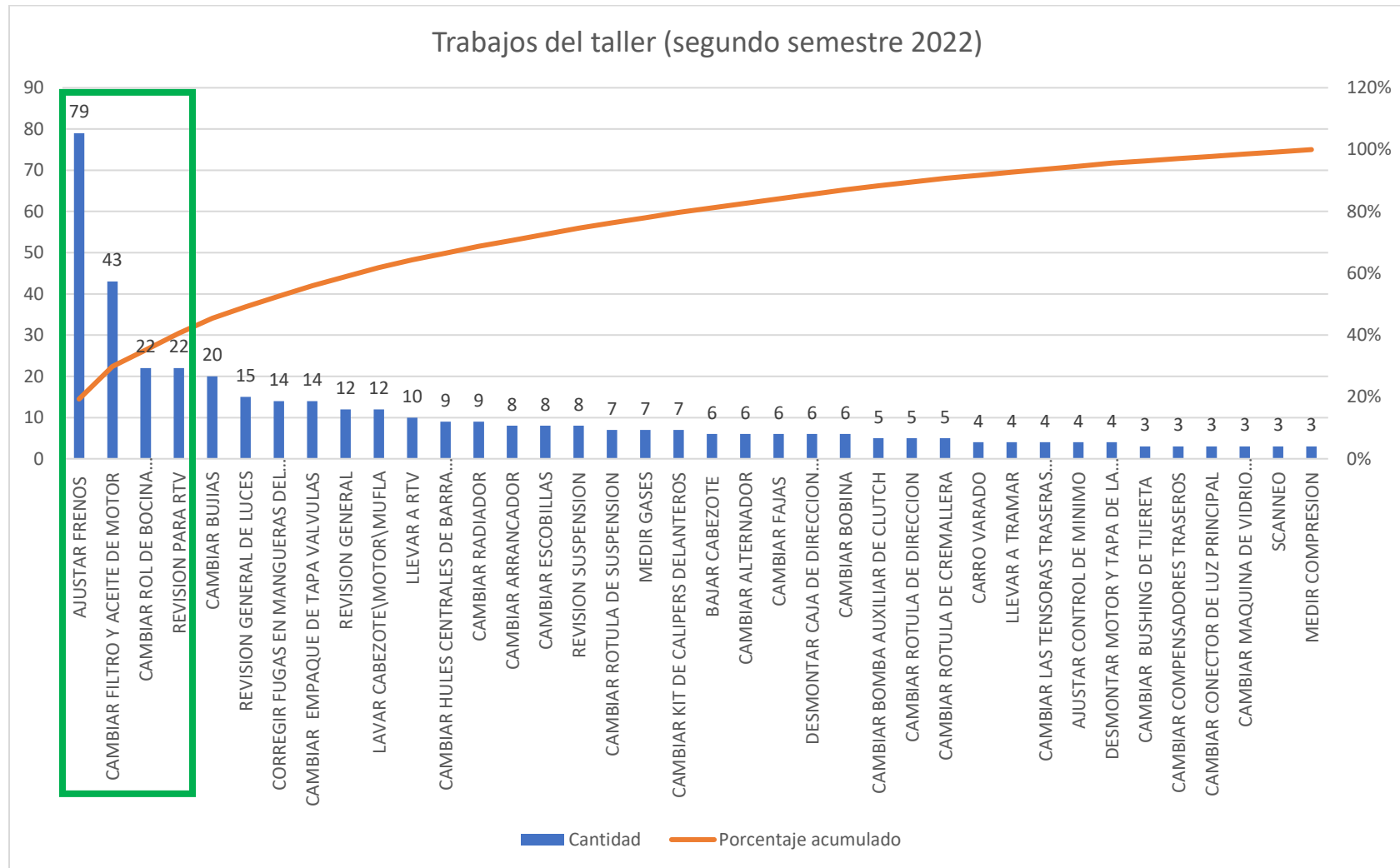
Tabla 7 Porcentajes que representan a cada uno de los trabajos realizados en el taller.

Año	Tipo de reparación	Cantidad	Porcentaje acumulado	Porcentaje
2022	AJUSTAR FRENSOS	79	19%	19%
2022	CAMBIAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR	43	30%	11%
2022	CAMBIAR ROL DE BOCINA DELANTERO Y TRASERO	22	35%	5%
2022	REVISION PARA RTV	22	41%	5%
2022	CAMBIAR BUJIAS	20	45%	5%
2022	REVISION GENERAL DE LUCES	15	49%	4%
2022	CORREGIR FUGAS EN MANGUERAS DEL ACEITE HIDRAULICO	14	53%	3%
2022	CAMBIAR EMPAQUE DE TAPA VALVULAS	14	56%	3%
2022	REVISION GENERAL	12	59%	3%
2022	LAVAR CABEZOTE, MOTOR Y MUFLA	12	62%	3%
2022	LLEVAR A RTV	10	64%	2%
2022	CAMBIAR HULES CENTRALES DE BARRA ESTABILIZADOR	9	67%	2%
2022	CAMBIAR RADIADOR	9	69%	2%
2022	CAMBIAR ARRANCADOR	8	71%	2%
2022	CAMBIAR ESCOBILLAS	8	73%	2%
2022	REVISION SUSPENSION	8	75%	2%
2022	CAMBIAR ROTULA DE SUSPENSION	7	76%	2%
2022	MEDIR GASES	7	78%	2%
2022	CAMBIAR KIT DE CALIPERS DELANTEROS	7	80%	2%
2022	BAJAR CABEZOTE	6	81%	1%
2022	CAMBIAR ALTERNADOR	6	83%	1%
2022	CAMBIAR FAJAS	6	84%	1%
2022	DESMONTAR CAJA DE DIRECCION (CREMALLERA)	6	86%	1%
2022	CAMBIAR BOBINA	6	87%	1%
2022	CAMBIAR BOMBA AUXILIAR DE CLUTCH	5	88%	1%
2022	CAMBIAR ROTULA DE DIRECCION	5	89%	1%
2022	CAMBIAR ROTULA DE CREMALLERA	5	91%	1%
2022	CARRO VARADO	4	92%	1%
2022	LLEVAR A TRAMAR	4	93%	1%
2022	CAMBIAR LAS TENSORAS TRASERAS INFERIORES/SUPERIORES	4	94%	1%
2022	AJUSTAR CONTROL DE MINIMO	4	95%	1%
2022	DESMONTAR MOTOR Y TAPA DE LA DISTRIBUCION	4	96%	1%
2022	CAMBIAR BUSHING DE TIJERETA	3	96%	1%
2022	CAMBIAR COMPENSADORES TRASEROS	3	97%	1%
2022	CAMBIAR CONECTOR DE LUZ PRINCIPAL	3	98%	1%
2022	CAMBIAR MAQUINA DE VIDRIO DELANTERA IZQUIERDA	3	99%	1%
2022	SCANNEO	3	99%	1%
2022	MEDIR COMPRESION	3	100%	1%
	Total	409		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

A continuación, podemos ver en la ilustración 11 la representación gráfica de Pareto, donde podemos observar los trabajos realizados e identificados de mayor a menor con porcentaje hasta llegar al 100%.

Ilustración 11 Grafico de los trabajos realizados en el taller.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Una vez tabulada la información nos da como resultado los trabajos y sus porcentajes respectivos, debido a limitaciones en tiempo y espacio nos enfocamos para este proyecto en los primeros cuatro trabajos que son los más significativos y de mayor peso entre estos, los cuales fueron: ajuste de frenos, cambio de aceite de motor y filtro, cambio de rol de bocina (este se puede visualizar en el apéndice 1) y por último revisión para la revisión técnica vehicular.

Como se puede observar en la tabla se contabilizaron 409 trabajos en total en el taller Autotech, donde se valoró los pocos vitales y muchos triviales para la optimización del tiempo utilizado.

4.6 Diagrama de flujo de los trabajos analizados

Una vez obtenidos los trabajos principales utilizando el diagrama de Pareto y la tabulación de trabajos realizados, se elabora el diagrama de flujo de los 4 principales trabajos como se explicó antes y a estos se les realiza la observación, anotación y demás actividades con el fin de tener el procedimiento actual de estos y poder valorarlos para buscar mudas, movimientos innecesarios, retrabajos y actividades que nos generan bulla dentro de las actividades y que generan gasto de tiempo-recursos para el taller.

4.6.1 Diagrama de flujo Ajuste de frenos

En la siguiente ilustración 12 podemos ver el flujo de tareas que realizan actualmente los colaboradores del taller con respecto a ajuste y cambios de frenos, específicamente lo que se refiere a cambio de pastillas de freno a los vehículos.

Ilustración 12 Diagrama de flujo ajuste de frenos.

Nombre del proceso: Ajuste de frenos		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbología de actividades					
Elaborado por: Jonathan V		■ Operación	➔ Transporte	● Demora	◆ Decision	▼ Almacenaje	◐ Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	●	▼	➔	◐	◆
1	Levantar el carro en las burras	X					
2	Buscar herramienta		X				
3	Sacar la llanta	X					
4	Buscar herramienta		X				
5	Remover tornillos del caliper	X					
6	Sacar las pastillas	X					
7	Empujar el piston para abrir la purga	X					
8	Buscar el repuesto				X		
9	Montar pastillas nuevas	X					
10	Montar caliper y tornillos	X					
11	Montar la llanta	X					
12	Bompear el freno						X
13	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar para el trabajo de ajuste de frenos tenemos 13 actividades, las cuales se identificaron y se enumeraron para poder valorar su función y realización por parte de los mecánicos; pudimos encontrar puntos críticos los cuales se pueden mejorar con el fin de reducir movimientos y tiempos innecesarios, por ejemplo la demora

encontrada en la búsqueda de herramienta para remover los tornillos del caliper, al igual que este se identificó otra demora del mismo tipo la cual es la búsqueda de herramienta para la remoción de la llanta y en la búsqueda del repuesto.

4.6.2 Diagrama de flujo Cambio de filtro y aceite del motor

Las actividades que se refieren a cambio de aceite de motor y filtro lo encontramos en este diagrama y podemos visualizarlos en la siguiente ilustración 13, donde se analiza los movimientos y cada una de las tareas que se necesitan para este trabajo, este es la forma actual en la que los mecánicos proceden.

Ilustración 13 Diagrama de flujo cambio de filtro y aceite de motor.

Nombre del proceso: Cambio de filtro y aceite		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbología de actividades					
		■ Operación	➔ Transporte	● Demora	◆ Decision	▼ Almacenaje	● Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	●	▼	➔	●	◆
1	Montar el carro en las burras en neutro y con freno de mano	X					
2	Colocarse los guantes	X					
3	Ubicar el boton de vaciado y colocar el recogedor de aceite	X					
4	Aflojar el tapon del deposito con la llave inglesa	X					
5	Recolectar el aceite todo el aceite	X					
6	Colocar el tapon con ayuda de la llave inglesa	X					
7	Ubique el filtro y con la llave combinada saquelo	X					
8	Tome el filtro nuevo, lubriquelo	X					
9	Coloque el nuevo filtro con ayuda de la llave combinada	X					
11	Abra la tapa de motor y asegurelo con la varilla	X					
10	Llene el deposito con el aceite nuevo con ayuda del embudo	X					
12	Revise con ayuda de la varilla la cantidad de aceite						X
13	Encienda el motor					X	
14	Colocar sticker del proximo cambio de aceite		X				
15	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para este proceso se contabilizaron 15 actividades las cuales se identificaron y nombraron en búsqueda de mejora y para que se estandarice este trabajo, utilizándolo tipo método para la búsqueda de movimientos que no agregan valor al desempeño de los mecánicos; uno de los puntos clave es el tener que utilizar las gatas para subir los autos a burras cuando se cuenta con una fosa, otro es que en una de los principales actividades que no agregan valor y por el contrario afectan los tiempos es la búsqueda del sticker para la información del próximo cambio de aceite, ya que necesitan movilizarse a la oficina y esperar a que la oficinista le pueda colaborar con la realización del cálculo y el llenado del sticker.

4.6.3 Diagrama de flujo Cambio de rol de bocina

Para este diagrama al igual que los anteriores se basó en la observación del proceso para recabar cada una de las actividades realizadas para el cambio de rol de bocina, ya sea delantero o trasero. En este podemos observar cómo lo realizan los mecánicos actualmente el cambio de este, para el análisis de mejora necesario. Lo podemos ver a continuación en la ilustración 14 lo que representa al diagrama de cambio de rol de bocina.

Ilustración 14 Diagrama de flujo cambio rol de bocina.

Nombre del proceso: Cambiar Rol de bocina		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbología de actividades					
		■ Operación	▶ Transporte	● Demora	▼ Inspección	◻ Almacenaje	◊ Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	▶	●	▼	◻	◊
1	Levantar el carro en las burras	X					
2	Sacar llanta	X					
3	Quitar la muela	X					
4	Quitar rotula de direccion	X					
5	Quitar rotula de suspension	X					
6	Quitar tornillos del compensador	X					
7	Quitar la tuerca de la punta de eje	X					
8	Sacar el nabo de la bocina	X					
9	Llevar a la prensa						X
10	Quitar el seguro del rol y sacarlo	X					
11	Esperar turno en la prensa			X			
12	Buscar el rol nuevo en bodega/esperar a que llegue						X
13	Montar el rol nuevo	X					
14	Colocar el seguro del rol	X					
15	Montar la llanta	X					
16	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En lo que respecta al trabajo de cambio de rol de bocina nos enfocamos en la búsqueda y optimización de este, en este pudimos notar que de los trabajos tomados para este proyecto este es el que mejor dinámica y eficiencia posee, ya que los pasos realizados, así como la secuencia se notaron bastante bien y con la lógica requerida.

4.6.4 Diagrama de flujo Revisión para revisión técnica vehicular

En este caso se realiza el grafico de flujo se realizó según la lista de comprobación con el que cuenta el taller, sin embargo, se observó a los mecánicos en las actividades y en

el orden que ellos creen funcional u optimo, esto entro en el análisis para corroborar que si sea realizado de manera funcional y que brinde los resultados esperados o por el contario necesitara ajustes para tener un resultado más eficaz. A continuación, en la ilustración 15 podemos encontrar el diagrama de flujo revisión para revisión técnica vehicular.

Ilustración 15 Diagrama de flujo revisión para revisión técnica vehicular.

Nombre del proceso: Revision para RTV		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbologia de actividades					
		■ Operación	▶ Transporte	◆ Inspección	▼ Almacenaje	◻ Operación Combinada	
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	▶	▼	▶	◻	◆
1	Levantar el carro en burras	x					
2	Frenos: Rev. todas las bombas/Zapatas/Fibras/Seguros mangueras/Mangueras/Freno de mano	x					
3	Gases: Revisar parametros permitidos/ Ajustar						x
4	Luces: Placas/Frenos/Estado stops/Tercera luz/Direccionales/Alta-Baja/Estado silvines/Tonos/Emergencia	x					
5	Llantas: Estado general/Si se cambia rotula tramar, avisar al cliente si alguna no pasa	x					
6	Cinturones: Que funcionen y esten en buen estado, en asientos delanteros y traseros	x					
7	Rotulas: deben estar en perfecto estado/ revisar cobertores de hule	x					
8	Mufla susp/direccion: revisar fugas y agujeros\ verificar silenciador	x					
9	Aceite motor: revisar nivel y estado						x
10	Botas: revisar botas de eje y cremalleras	x					
11	Fugas aceite: caja diereccion/ motor/C.cambios/ otros	x					
12	Bateria: canasta y bornes/ protectores bornes	x					
13	Placas: revisar estado, informar al cliente	x					
14	Ventanas-Retrovisores: Verificar estado/ Suben/ Bajan/ Retrovisores flojos	x					
15	Tiraaguas: Verificar que funcionen	x					
16	Piso: Que no este oxidado/ Agujereado	x					
17	Asientos: Bien sujetos	x					
18	Reposacabezas: Vehiculos apartir del 2009 que lo tengan en todos los asientos	x					
19	Fajas: Deben estar en buen estado todas	x					
20	Pito: Que funcione	x					
21	Escobillas: Que funcionen	x					
22	Ballestas: En buen estado que no se separen	x					
23	Tanque combustible: Revisar que tanque y mangueras se conecten al motor y esten bien	x					
24	Transmision: Barras de transmision (todas) esten en buen estado/Sin desgaste o juegos	x					
25	Sistema SSECC: Vehiculos nuevos deben tener este sistema	x					
26	Bajar el carro de las burras	x					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En este trabajo es donde se encuentran la mayor cantidad de afectaciones ya que el método utilizado para la revisión no se lleva según los pasos como están establecidos y la lógica debe ser reestructurada para la mejora del mismo, parte de lo encontrado es

que los pasos no tienen lógica para reducir movimientos y tiempos, por ejemplo no se realizan las revisiones internas y con secuencia, sino que los mecánicos realizan por ejemplo la revisión de luces, después llantas y continúa con cinturones, por lo que se entra al vehículo se sale y nuevamente se ingresa de nuevo al vehículo, en general necesita una reestructuración para que el procedimiento del trabajo sea lo eficaz y eficiente posible.

4.7 Toma de tiempos y análisis a los principales trabajos

Una vez diseñado los diagramas de flujo para conocer cada una de las actividades de los trabajos principales en el taller según los análisis establecidos, me di a la tarea de realizar la toma de tiempos para cada uno de estos trabajos para su análisis y búsqueda de optimización considerando todas las variables necesarias, así como también su probabilidad y nivel de confianza.

4.7.1 Toma de tiempos en Ajuste de frenos

En lo que concierne a la toma de tiempos en el ajuste de frenos se refiere a lo que es el cambio de pastillas de frenos, el cual se lleva a cabo de manera constante en el taller y es de vital riesgo ya que una mala manipulación puede acarrear un accidente y provocar daños irreversibles; al igual que todos los trabajos del taller no cuentan con tiempos establecidos por lo que los mecánicos no saben cuánto deberían durar en cada una de las actividades. Para este se tomó una población de 79 trabajos los cuales fueron obtenidos en el histórico del segundo semestre del año 2022, se utilizó un margen de

error del 10% y con un nivel de confianza del 90%, este cálculo arrojo un total de 37 trabajos como muestra, los cuales fueron tomados directamente en el taller y con los mecánicos a una velocidad normal, esto identificado gracias al dueño del taller para no tener irregularidades que nos generen bulla en la toma de los tiempos. La toma de tiempos completa se puede visualizar en el apéndice #2.

A continuación, podemos ver en la ilustración 16 la fórmula que determino el tamaño de la muestra en el trabajo ajuste de frenos.

Ilustración 16 Fórmula de tamaño de muestra en trabajo ajuste de frenos.

MARGEN DE ERROR
TAMAÑO POBLACIÓN
NIVEL DE CONFIANZA

10%
79 *
90% **

Valores Z (valor del nivel de confianza)	90%	95%	97%	98%	99%
Varianza (valor para reemplazar en la fórmula)	1.645	1.960	2.170	2.326	2.576

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)} = 37$$

Fuente: Elaboración propia, 2023.

A continuación, en la ilustración 17 se presenta como se realizó cada uno de la toma de los tiempos por cada actividad, y sus cálculos obtenidos.

Ilustración 17 Resumen y ejemplo de la toma de tiempos en cambio de ajuste de frenos.

Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		29 marzo 2023
Nombre del Mecanico:		Jonathan
Calificacion:		100%
Muestra	37	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	568
2	Buscar herramientas	178
3	Sacar la llanta	190
4	Buscar herramientas	135
5	Remover tornillos del caliper	68
6	Sacar las pastillas	120
7	Empujar el piston para abrir la purga	32
8	Buscar repuesto	377
9	Montar pastillas nuevas	100
10	Montar caliper y tornillos	180
11	Montar la llanta	189
12	Bompear el freno	60
13	Bajar el carro de las burras	400
	Tiempo Total	2597
	Tiempo Minutos	43.28
	Tiempo Normal	43.28
	Plus tolerance	47.61
	Standard Time	52.90
		51.07

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se identifican tiempos que pueden ser valorados con el fin de mejorarse como lo son la búsqueda de herramientas y calibrar para mejorar los tiempos, como también se identifica a cada uno de los mecánicos y se los pone un valor que se asignó según su velocidad para realizar los trabajos, al final de este se tomó un tiempo total en segundos de 2597, el cual se pasó a minutos y se saca el tiempo normal, a este se le añade la tolerancia valorada con el dueño del taller y se consideró el tiempo que debe agregarse por desgaste y demás, una vez tomado el tiempo con la tolerancia se realiza el cálculo del tiempo estándar el cual quedo en 51.07 min.

4.7.2 Toma de tiempos Cambio de filtro y aceite del motor

Para la toma de tiempos se pudo identificar que solamente uno de los mecánicos procede este trabajo por lo que ayuda a que él sea el dueño de la tarea y lo realice siempre de igual manera, sin embargo, se pueden identificar ciertos tiempos fueron altos debido a actividades que pueden ser realizadas de una manera diferente u optimizada para mejorar estos tiempos, tal como el llenado y preparación del sticker del nuevo cambio de aceite. La toma de tiempos completa se puede visualizar en el apéndice #3. En seguida, podemos encontrar en la ilustración 18 la fórmula de tamaño de muestra en trabajo cambio de filtro y aceite de motor.

Ilustración 18 Formula de tamaño de muestra en trabajo cambio de filtro y aceite de motor.

MARGEN DE ERROR
TAMAÑO POBLACIÓN
NIVEL DE CONFIANZA

10%
43 *
90% **

Valores Z (valor del nivel de confianza)	90%	95%	97%	98%	99%
Varianza (valor para reemplazar en la fórmula)	1.645	1.960	2.170	2.326	2.576

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)} = 27$$

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para este proceso se procedió con la realización de la fórmula para encontrar la cantidad de muestra que nos de los números óptimos para el trabajo, en este al igual que los otros

se realiza con un 10% de margen de error, y un nivel de confianza del 90%, tomando en cuenta que la población es de 43 trabajos realizados anteriormente y obtenidos de la información que posee el taller, dio como resultado una muestra de 27. A continuación en la ilustración 19 se encuentra el resumen y ejemplo de la toma de tiempos en el trabajo cambio de filtro y aceite de motor.

Ilustración 19 Resumen y ejemplo de la toma de tiempos en el trabajo cambio de filtro y aceite de motor.

Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		15 Marzo 2023
Nombre del Mecanico:		Maicol
Calificacion:		90%
Muestra:	27	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Montar el carro en las burras en neutro y con freno de mano	480
2	Colocarse los guantes	35
3	Ubicar el boton de vaciado y colocar el recogedor de aceite	25
4	Aflojar el tapon del deposito con la llave inglesa	42
5	Recolectar el aceite todo el aceite	152
6	Colocar el tapon con ayuda de la llave inglesa	38
7	Ubique el filtro y con la llave combinada saquelo	96
8	Tome el filtro nuevo, lubriquelo	96
9	Coloque el nuevo filtro con ayuda de la llave combinada	77
11	Abra la tapa de motor y asegurelo con la varilla	37
10	Llene el deposito con el aceite nuevo con ayuda del embudo	205
12	Revise con ayuda de la varilla la cantidad de aceite	95
13	Encienda el motor	32
14	Colocar sticker del proximo cambio de aceite	720
15	Bajar el carro de las burras	400
	Tiempo Total	2530
	Tiempo Minutos	42.17
	Tiempo Normal	37.95
	Plus tolerance	41.75
	Standard Time	46.38
		49.32

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior encontramos que el tiempo estándar para el cambio de aceite de motor y filtro es de 49.32 minutos, este se obtuvo gracias a la muestra de 27 trabajos realizados en el taller donde el mecánico al ser el único que realiza este baja la velocidad por lo que se calificó con un 90%, además, se registra un total de 2530 segundos que se cambian a minutos y se procede con el tiempo normal el cual nos da 37.95 minutos, una vez con este se agrega la tolerancia la cual de la misma manera a otros trabajos se le coloca un 15%, lo que nos da 41.75 y al final obtener el tiempo estándar.

4.7.3 Toma de tiempos Cambio de rol de bocina

En la toma de tiempos del cambio de rol de bocina, se consideró el histórico de trabajos realizados en el segundo semestre del año 2022, con esta información se obtuvo la cantidad de trabajos la cual fue de 22 en total, con esto logramos obtener la muestra después de realizar los cálculos necesarios, manejamos un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10% por lo que nos dio un total de 17 muestras a obtener. La toma de tiempos completa se puede visualizar en el apéndice #4.

A continuación, podemos visualizar en la ilustración 20 el cálculo para la obtención de la muestra en este trabajo de cambio de rol de bocina.

Ilustración 20 Formula de tamaño de muestra en trabajo cambio de rol de bonina.

MARGEN DE ERROR	10%
TAMAÑO POBLACIÓN	22 *
NIVEL DE CONFIANZA	90% **

Valores Z (valor del nivel de confianza)	90%	95%	97%	98%	99%
Varianza (valor para reemplazar en la fórmula)	1.645	1.960	2.170	2.326	2.576

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)} = 17$$

Fuente: Elaboración propia, 2023.

A continuación, se presenta como se realizó cada uno de la toma de los tiempos por cada actividad, y los cálculos obtenidos, lo podemos visualizar en la ilustración 21.

Ilustración 21 Resumen y ejemplo de toma de tiempos en trabajo de cambio de rol de bocina.

Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		4/3/2023
Nombre del Mecanico:		Fabricio
Calificacion		100%
Muestra:	17	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	512
2	Sacar llanta	195
3	Quitar la muela	241
4	Quitar rotula de direccion	266
5	Quitar rotula de suspension	188
6	Quitar tornillos del compensador	198
7	Quitar la tuerca de la punta de eje	130
8	Sacar el nabo de la bocina	276
9	Llevar a la prensa	212
10	Quitar el seguro del rol y sacarlo	89
11	Esperar turno en la prensa	188
12	Buscar el rol nuevo en bodega/esperar a que llegue	435
13	Montar el rol nuevo	110
14	Montar llanta	195
15	Colocar el seguro del rol	78
16	Bajar el carro de las burras	402
	Tiempo Total	3715
	Tiempo Minutos	61.92
	Tiempo Normal	61.92
	Plus tolerance	68.11
	Standard Time	75.68
		76.09

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Una vez realizadas las 17 muestras se evalúa a cada uno de los mecánicos para dar el valor y se llega a concordancia de otorgar un 100% ya que su velocidad y realización de las actividades no se observaron cambios significativos o lentitud debido a la toma de tiempos al igual que tampoco aumento en la velocidad por lo mismo. Ya realizado la toma de tiempos se realizan los cálculos para obtener el tiempo estándar, empezamos por la

sumatoria de segundos la cual nos dio 3715 segundos, pasados a minutos y cálculos para tener el tiempo normal nos da un total de 61.92, a este le añadimos la tolerancia la cual la manejamos en un 15% para obtener como resultado un tiempo estándar de 75.09 minutos.

4.7.4 Toma de tiempos en Revisión para revisión técnica vehicular

Tal como se indicó anteriormente se llevó a cabo la toma de tiempos de las actividades relacionadas al trabajo de revisión técnica vehicular, lo que significa la revisión completa del vehículo con tal de verificar que cumpla con las indicaciones que solicita el estado para poder transitar, cada uno de los pasos son evaluados por los mecánicos con tal de encontrar problemas o deficiencias en los vehículos antes de ser corregidas, además del visto bueno de los dueños para realizar los cambios necesarios; como se indicó antes de elaborar cualquier corrección primero se realiza esta revisión completa del vehículo, una vez ya finalizada esta, se realizan los ajustes necesarios y aviso al dueño para que dé el visto bueno a estos cambios y al pago extra; o si por el contrario el carro está dentro de los parámetros termina el proceso y se le indica al dueño que está listo para su cita de revisión vehicular.

Para este se tomó una población de 22 trabajos con un margen de error del 10% y con un nivel de confianza del 90%, para mantenernos dentro de los parámetros óptimos y obtener una muestra con un valor significativo, este cálculo arrojó un total de 17 trabajos como muestra. La toma de tiempos completa se puede visualizar en el apéndice #5. En seguida podemos observar en la ilustración 22 la fórmula de tamaño de muestra en trabajo de revisión de revisión técnica vehicular.

Ilustración 22 Fórmula de tamaño de muestra en trabajo de revisión de revisión técnica vehicular.

MARGEN DE ERROR	10%
TAMAÑO POBLACIÓN	22 *
NIVEL DE CONFIANZA	90% **

Valores Z (valor del nivel de confianza)	90%	95%	97%	98%	99%
Varianza (valor para reemplazar en la fórmula)	1.645	1.960	2.170	2.326	2.576

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2} = 17$$

$$1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)$$

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Una vez realizado este cálculo, se procede a realizar las 17 muestras con tal de obtener los tiempos necesarios y poder calcular el valor estándar de este trabajo, para poder alcanzar el tiempo se procedió a dar un valor a los mecánicos que realizan el trabajo calificando con un 100% a mecánicos sin presión ni relajamiento, un 90% a mecánicos relajados y un 110% a mecánicos con presión; esta valoración se realiza con ayuda del jefe del taller.

Se realiza la sumatoria del tiempo total en segundos, seguido se pasa a minutos, una vez obtenido este se calcula el tiempo normal y a este se le agrega la tolerancia, la cual junto con el dueño del taller se determinó el 15% para este, valorando cada una de las aristas en cuanto al trabajo de cada tarea. Una vez ya valorado el tiempo normal y la tolerancia se logra establecer el tiempo estándar para este trabajo el cual se determinó

en 85.89. A continuación, en la ilustración 23 se presenta como se realizó cada uno de la toma de los tiempos por cada actividad, y los cálculos obtenidos.

Ilustración 23 Resumen y ejemplo de la toma de tiempo en revisión de revisión técnica vehicular.

Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		4/3/2023
Nombre del Mecanico:		Fabrizio
Calificacion:		100%
Muestra:	17	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	568
2	Frenos: Rev. todas las bombas/Zapatillas/Fibras/Seguros mangueras/Mangueras/Freno de mano	320
3	Gases: Revisar parametros permitidos/ Ajustar	669
4	Luces: Placas/Frenos/estado stops/Tercera luz/ Direccional/Alta-Baja/Estado silvines/Tonos/Emergencia	97
5	Llantas: Estado general/Rotulas-Tramar/Avisar cliente si alguna no pasa	327
6	Cinturones: Que funcionen y esten en buen estado, en asientos delanteros y traseros	235
7	Rotulas: Deben estar en perfecto estado/ Revisar cobertores de hule	0
8	Mufla:Revisar fugas y agujeros/Verificar silenciador	258
9	Aceite motor: Revisar nivel y estado	102
10	Botas: Revisar botas eje y cremalleras	405
11	Fugas aceite: caja direccion/motor/c.cambios/otros	631
12	Bateria: Canasta y bornes/ Protectores de bornes	59
13	Placas: Revisar estado, informar al cliente	48
14	Ventanas retrovisores: verificar estado/suben/bajan/retrovisores flojos	34
15	Tiraaguas: Verificar que funcionen	9
16	Piso: que no este oxidado/Agujereado	0
17	Asientos: bien sujetos	63
18	Reposacabezas: Vehiculos apartir del 2009 deben tenerlos en todos los asientos	nta
19	Fajas: deben estar en buen estado todas	43
20	Pito: que funcione	7
21	Escobillas: que funcionen	22
22	Ballestas: en buen estado que no se separen	0
23	Tanque combustible: Revisar que tanque y mangueras se conecten al motor y esten bien ajustadas	0
24	Transmicion: Barras de transmicion(todas) esten en buen estado/ Sin desgaste o	0
25	Sistema SECC: Vehiculos nuevos	nta
26	Bajar el carro de las burras	456
	Tiempo Total	4353
	Tiempo Minutos	72.55
	Tiempo Normal	72.55
	Plus tolerance	79.81
	Standard Time	88.67
		85.89

Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.8 Conclusiones de la situación actual

Los principales hallazgos encontrados en el taller Autotech, los cuales son los que dan la base para la toma de decisiones y procedimientos en este proyecto y que fueron descritos en este capítulo.

Estos hallazgos son:

- ❖ Se encontraron diferentes métodos de trabajo por parte de cada mecánico.
- ❖ Se visualizo falta de orden mientras se realizan los trabajos (herramientas, piezas, repuestos, partes de carro).
- ❖ No se sigue el método establecido en el único trabajo que lo tiene.
- ❖ Se encontraron demoras en los procesos.
- ❖ No hay control sobre los trabajos, ni mecánicos.
- ❖ Se realizo toma de tiempos para obtener el tiempo para los principales trabajos del taller.

Gracias a estos podemos basarnos en crear la propuesta de implementación que dará validez e importancia al proyecto, donde se respaldará con ideas y análisis cada mejora que se pueda realizar.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5. Plan de propuesta de mejora

En este apartado del proyecto, se desarrolla una propuesta de mejora, nos enfocamos en lo que serían las etapas de implementar y controlar según la metodología DMAIC, con el propósito de reducir las causas de mayor relevancia que fueron identificadas en el análisis del respectivo capítulo IV. En este sentido, las propuestas que se describen permiten visualizar el plan de implementación viable para la resolución de las causas más importantes. Posteriormente, se muestra las propuestas con una visión costo-beneficio

5.1 Propuesta de mejora en diagrama de flujo

Tal como se describió en el capítulo anterior se halló que la forma en que se realizan los trabajos no se encuentra del todo optimizada y en búsqueda de una optimización y estandarización de los principales trabajos que se realizan en el taller Autotech nos dimos a la tarea de realizar mejoras en estos, así que se analizaron y se removieron analíticamente los pasos que no generaban valor al proceso o que por el contrario agregan tiempo valioso que podría utilizarse en otra reparación, además servirá de guía para la realización de los trabajos y que estos puedan ser controlables.

5.1.1 Diagrama de flujo mejorado de Ajuste de frenos

En esta etapa se presenta la propuesta de lo que son los pasos por realizar en el trabajo de ajuste de frenos, el cual es el trabajo que más se realiza en el taller y por lo tanto su mejora dará un valioso aporte al taller mecánico automotriz Autotech. La propuesta de implementación de este podrá dar sus frutos de inmediato ya que pueden ser medibles y corroborar la mejoría conseguida. A continuación, en la ilustración 24 podemos ver como quedaría el diagrama con los pasos para la realización de este trabajo.

Ilustración 24 Diagrama de flujo mejorado para trabajo ajuste de frenos.

Nombre del proceso: Ajuste de frenos		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbologia de actividades					
Elaborado por: Jonathan V		■ Operación	➔ Transporte	● Demora	◆ Decision	▼ Almacenaje	◐ Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	●	▼	➔	◐	◆
1	Levantar el carro en las burras	X					
2	Buscar herramienta/solicitud repuesto		X				
3	Sacar la llanta	X					
4	Remover tornillos del caliper	X					
5	Sacar las pastillas	X					
6	Empujar el piston para abrir la purga	X					
7	Montar pastillas nuevas	X					
8	Montar caliper y tornillos	X					
9	Montar la llanta	X					
10	Bompear el freno						X
11	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como parte de la mejoras encontradas se realiza la eliminación de un paso el cual consta de buscar herramientas para realizar el trabajo de remover los tornillos del caliper y se

añade este paso a la primera búsqueda de herramientas para quitar la llanta del carro, por lo que se harían la búsqueda de las herramientas en un solo paso, este paso no añade tiempo ya que se plantea acomodar las herramientas de modo que estén a la vista y en un orden necesario para los trabajos, también se elimina el tiempo en la búsqueda de repuesto ya que solicitara inicialmente a la oficinista en la orden para que el mecánico no tenga que desplazarse a la bodega en búsqueda del repuesto y ella sea la que va al mecánico a entregar el repuesto, esto porque se encontró que ella en sus tareas puede realizar este tipo de nuevas actividades.

5.1.2 Diagrama de flujo mejorado de cambio de filtro y aceite del motor

En cuanto a lo que respecta al diagrama de flujo mejorado para el trabajo de cambio de filtro y aceite del motor, se valoraron todas sus actividades, se logró encontrar algunos pasos y otras actividades que pueden ser realizadas de diferente manera y que le otorgarían una disminución en los movimientos, los cuales generarían un cambio importante para el taller, además vale destacar que este es el trabajo que se proyecta para tener un aumento significativo en el tiempo, ya que como pudimos analizar es el segundo trabajo en el taller Autotech pero se espera darle más publicidad a este para generar mayores clientes. En seguida, en la ilustración 25 podemos ver como quedaría el diagrama con los cambios obtenidos.

Ilustración 25 Diagrama de flujo mejorado para trabajo cambio de filtro y aceite del motor.

Nombre del proceso: Cambio de filtro y aceite		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbología de actividades					
		■ Operación	➔ Transporte	◐ Demora	◆ Decision	▼ Almacenaje	◑ Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	◐	▼	➔	◑	◆
1	Carro en fosa con freno de mano y en neutro	X					
2	Colocarse los guantes	X					
3	Ubicar el boton de vaciado y colocar el recogedor de aceite	X					
4	Aflojar el tapon del deposito con la llave inglesa	X					
5	Recolectar el aceite todo el aceite	X					
6	Colocar el tapon con ayuda de la llave inglesa	X					
7	Ubique el filtro y con la llave combinada saquelo	X					
8	Tome el filtro nuevo, lubriquelo	X					
9	Coloque el nuevo filtro con ayuda de la llave combinada	X					
11	Abra la tapa de motor y asegurelo con la varilla	X					
10	Llene el deposito con el aceite nuevo con ayuda del embudo	X					
12	Revise con ayuda de la varilla la cantidad de aceite						X
13	Encienda el motor					X	
14	Colocar sticker del proximo cambio de aceite	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se propone la eliminación del uso de burras con el objetivo de tenerlas en lugares apropiados para disminuir tiempos de otros trabajos, este en particular se puede realizar en la fosa existente (ver apéndice #6), la cual no se utiliza por ningún motivo en particular, solamente uno de los mecánicos realiza este tipo de trabajo por lo que no se tendrá tiempo de espera para otro mecánico y podría darse uso al recurso con el que cuenta el taller, el cual se está desperdiciando. Como parte de los ajustes a realizar también se propone una reducción en el movimiento que se da en la puesta del sticker ya que el mecánico se desplaza a la oficina a indicar el kilometraje del vehículo y esperar a que la

oficinista calcule el nuevo cambio y anote en el sticker, por lo que se propone al inicio cuando se toma la orden de una vez indicar el kilometraje del vehículo junto con el aceite deseado o aconsejado, para poder realizar el sticker en el momento, esto eliminaría la demora existente en el trabajo realizado y dentro de las actividades de la oficinista se añade este paso.

5.1.3 Diagrama de flujo mejorado de Cambio de rol de bocina

En cuanto a lo que respecta el cambio de rol de bocina se encontró que es el más estandarizado de los principales trabajos y que además es el que sistemáticamente se realiza de manera de manera óptima, sin embargo, al igual que todos los procesos siempre hay algo que se puede mejorar para dar mayores rendimientos de los que se está en el momento actual, por lo que podemos ver a continuación en la ilustración 26 lo que representa la propuesta de diagrama de flujo mejorado para el trabajo de cambio de rol de bocina.

Ilustración 26 Diagrama de flujo mejorado para trabajo cambio de rol de bocina.

Nombre del proceso: Cambiar Rol de bocina		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbologia de actividades					
		■ Operación	➔ Transporte				
		● Demora		● Inspección			
		▼ Almacenaje					
			● Operación Combinada				
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	●	▼	➔	●	◆
1	Levantar el carro en las burras	X					
2	Buscar herramienta (solicitar nuevo rol)	X					
3	Sacar llanta	X					
4	Quitar la muela	X					
5	Quitar rotula de direccion	X					
6	Quitar rotula de suspension	X					
7	Quitar tornillos del compensador	X					
8	Quitar la tuerca de la punta de eje	X					
9	Sacar el nabo de la bocina	X					
10	Llevar a la prensa					X	
11	Quitar el seguro del rol y sacarlo	X					
12	Qutar rol de la prensa	X					
13	Montar el rol nuevo	X					
14	Colocar el seguro del rol	X					
15	Montar la llanta	X					
16	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En este proceso como se indicó antes está bastante optimizado, sin embargo, gracias al análisis de cada una de las actividades se definió que tenemos dos puntos importantes en los cuales se pueden modificar con el fin de ayudar a mejorar el proceso, estas son la remoción de la actividad referente a búsqueda de rol nuevo en la bodega o esperar que llegue y además se incluye una etapa inicial en la cual se llevara la búsqueda de las herramientas necesarias para evitar los desplazamientos innecesarios de los mecánicos por olvido de alguna herramienta en cada uno de los pasos tales como quitar rotula de

dirección, suspensión, tuerca de punta de eje. Como segundo punto de mejora en este se va a realizar la búsqueda del repuesto nuevo con la finalidad de adelantar el pedido en caso de no tenerlo y no tener demora por faltante de este.

5.1.4 Diagrama de flujo mejorado de revisión para revisión técnica vehicular

Esta actividad en el taller Autotech es uno de los trabajos con mayor proyección, ya que al empezar de nuevo la revisión técnica vehicular obligatoria el año anterior, provoco que los clientes aumenten por la necesidad de tener sus vehículos en línea con lo solicitado por el estado, por esta razón el taller desde hace algunos años ha tenido un método el cual no se encuentra optimizado y aunque funciona de guía para los mecánicos, al final es simplemente eso una guía y no un paso a paso que le brinde facilidad al mecánico y que sea lo más estandarizado posible con el fin de lograr la eficacia necesaria. Por lo que se genera un nuevo y mejorado diagrama de flujo el cual lo podemos visualizar en la ilustración 27, el cual sirve como propuesta al taller con el fin de mejorar el proceso.

Ilustración 27 Diagrama de flujo mejorado para trabajo revisión para revisión técnica vehicular.

Nombre del proceso: Revisión para RTV		Metodo Actual					
Nombre de la empresa: Taller Auto Tech		Simbología de actividades					
		■ Operación	➔ Transporte	● Demora	◆ Inspección	▼ Almacenaje	◻ Operación Combinada
#	Proceso	Actividades del proceso					
		■	●	▼	➔	◻	◆
1	Levantar el carro en burras	X					
2	Pito: que funcione	X					
3	Tiraaguas: Verificar que funcionen						
4	Escobillas: que funcionen	X					
5	Reposacabezas: Vehiculos apartir del 2009 deben tenerlos en todos los asientos	X					
6	Cinturones: Que funcionen y esten en buen estado, en asientos delanteros y traseros	X					
7	Piso: que no este oxidado/Agujereado	X					
8	Asientos: bien sujetos	X					
9	Ventanas retrovisores: verificar estado/suben/bajan/retrovisores flojos						
10	Luces: Placas/Frenos/estado stops/Tercera luz/ Direccional/Alta-Baja/Estado silvines/Tonos/Emergencia	X					
11	Llantas: Estado general/Rotulas-Tramar/Avisar cliente si alguna no pasa	X					
12	Placas: Revisar estado, informar al cliente	X					
13	Bateria: Canasta y bornes/ Protectores de bornes	X					
14	Aceite motor: Revisar nivel y estado	X					
15	Fugas aceite: caja direccion/motor/c.cambios/otros	X					X
16	Fajas: deben estar en buen estado todas	X					
17	Frenos: Rev. todas las bombas/Zapatas/Fibras/Seguros mangueras/Mangueras/Freno de mano	X					
18	Rotulas: Deben estar en perfecto estado/ Revisar cobertores de hule	X					
19	Botas: Revisar botas eje y cremalleras	X					
20	Mufla:Revisar fugas y agujeros/Verificar silenciador	X					
21	Ballestas: en buen estado que no se separen	X					
22	Tanque combustible: Revisar que tanque y mangueras se conecten al motor y esten bien ajustadas	X					
23	Transmicion: Barras de transmicion(todas) esten en buen estado/ Sin desgaste o juegos	X					
24	Sistema SECC: Vehiculos nuevos	X					
25	Gases: Revisar parametros permitidos/ Ajustar						X
26	Bajar el carro de las burras	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tal como se describe en el diagrama ahora se realiza un nuevo flujo en el proceso el cual es optimizado, ya que lleva una lógica y estrategia analizada, de manera que secuencialmente se vayan realizando las actividades de la revisión para la revisión técnica vehicular, cabe destacar que este cambio es total ya que se reestructuro por completo la forma en que se realiza actualmente y se eliminarían los reprocesos en la secuencia del trabajo que fue lo que más se encontró en este trabajo y que gracias a una estandarización de este se puede obtener grandes beneficios, se genera de forma que

se ejecuten primeramente las revisiones del interior del vehículo, una vez finalizado estos se pasa a una de actividades mixtas donde tiene que entrar y salir del vehículo, una vez finalizadas estas, ya pasa a los pasos que resten por ejecutarse en el exterior del vehículo donde se daría por finalizada la revisión.

5.2 Toma de tiempos mejorado en los trabajos analizados

Como se dio a conocer en capítulos anteriores una de las problemáticas relevantes del taller es la falta de medición de tiempos, por el desorden en el que se labora. Para solucionar la toma de tiempos en los trabajos, se debe organizar la forma en que se realizan las labores en taller.

Primero, se debe organizar cada trabajo y generar la menor cantidad de distracciones posibles entre los mecánicos, el cual fue diseñado en este capítulo en la etapa anterior. Esto permitiría realizar una labor de forma lineal, iniciar el trabajo y finalizarlo con la menor cantidad de distracción, tiempos muertos y reprocesos.

5.2.1 Propuesta de mejora de tiempos en ajuste de frenos

La propuesta para la mejora de tiempos en ajuste de frenos es analizada gracias al nuevo diagrama realizado el cual a su vez da un nuevo enfoque y mejoría en lo que respecta a los tiempos, además, se logran identificar actividades que pueden ser modificadas para que su duración sea menor a la actual. En seguida, en la ilustración 28 podemos observar la propuesta para los nuevos tiempos en lo que sería el tiempo en ajuste de frenos.

Ilustración 28 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo ajuste de frenos.

Proceso mejorado		
Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		6 marzo 2023
Nombre del Mecanico:		Jonathan
Calificacion:		100%
Muestra	37	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	568
2	Buscar herramienta/solicitud de repuesto	180
3	Sacar la llanta	190
4	Remover tornillos del caliper	68
5	Sacar las pastillas	120
6	Empujar el piston para abrir la purga	32
7	Montar pastillas nuevas	100
8	Montar caliper y tornillos	180
9	Montar la llanta	189
10	Bombear el freno	60
11	Bajar el carro de las burras	400
	Tiempo Total	2087
	Tiempo Minutos	34.78
	Tiempo Normal	34.78
	Plus tolerance	38.26
	Standard Time	42.51
		41.84

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para este trabajo la propuesta de implementación en 2 actividades que se pueden modificar una de estas la ubicamos en los pasos de búsqueda de herramientas, ya que los mecánicos hacen 2 traslados para la misma tarea, además se cambia la búsqueda o solicitud del repuesto que hacia el mecánico y se cambia a solicitarlo a la oficinista en el momento de la búsqueda de herramientas ya que en este se demoraba bastante y no genera valor al trabajo final; con estos cambios se puede pasar de un tiempo de 51 min

a 41.84 min lo cual representa un cambio en los tiempos del 18%, lo cual significa una mejoría notable según los datos iniciales.

5.2.2 Propuesta de mejora de tiempos en cambio de filtro y aceite de motor

En este trabajo se identificaron actividades que definitivamente dan un ajuste a los tiempos de las actividades y que mejoran de manera positiva estos para finalizar el trabajo de cambio de filtro y aceite de motor, a continuación, en la ilustración 29 podremos observar cómo quedaría la propuesta de implementación en este proceso que como se mostró un solo mecánico en el taller lo ejecuta.

Ilustración 29 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo cambio de filtro y aceite de motor.

Proceso mejorado		
Tiempo tomado por:	Jonathan	
Fecha:	15 Marzo 2023	
Nombre del Mecanico:	Maicol	
Calificacion:	90%	
Muestra:	27	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Carro en fosa con freno de mano y en neutro	240
2	Colocarse los guantes	35
3	Ubicar el boton de vaciado y colocar el recogedor de aceite	25
4	Aflojar el tapon del deposito con la llave inglesa	42
5	Recolectar el aceite todo el aceite	152
6	Colocar el tapon con ayuda de la llave inglesa	38
7	Ubique el filtro y con la llave combinada saquelo	96
8	Tome el filtro nuevo, lubriquelo	96
9	Coloque el nuevo filtro con ayuda de la llave combinada	77
11	Abra la tapa de motor y asegurelo con la varilla	37
10	Llene el deposito con el aceite nuevo con ayuda del embudo	205
12	Revise con ayuda de la varilla la cantidad de aceite	95
13	Encienda el motor	32
14	Colocar sticker del proximo cambio de aceite	120
	Tiempo Total	1290
	Tiempo Minutos	21.50
	Tiempo Normal	19.35
	Plus tolerance	21.29
	Standard Time	23.65
		24.46

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar en el cuadro con la propuesta de mejora de tiempos en este trabajo se puede pasar de 49.32 min a 24.46 min esto gracias a eliminación del uso de burras y empezar a usar la fosa existente en el taller, esto no genera ningún gasto adicional al taller al estar está en excelente estado pero simplemente no se usa, también dentro de la propuesta se incluye la eliminación del traslado del mecánico a la oficina que está en el segundo piso para pedir el sticker y esperar a que la oficinista se lo entregue después de realizar el cálculo del nuevo cambio de aceite, con esta mejora podemos decir que se logra una mejora en el proceso del 50%, el cual es un porcentaje bastante alto y se puede expresar que hay una disminución de 24.9 min en el tiempo para cada cambio de aceite que se lleve a cabo en el taller Autotech.

5.2.3 Propuesta de mejora de tiempos en cambio de rol de bocina

La propuesta de implementación para los tiempos en el cambio de rol de bocina fue bastante analizada, ya que el trabajo se ejecuta de muy buena manera por parte de los mecánicos, además, los tiempos fueron bastante bien llevados, pero aun así siempre se puede mejorar y gracias a un análisis y observación en cada una de la toma de tiempos se encontró que podemos mejorar en algunos puntos, a continuación, en la ilustración 30 podemos visualizar como quedaría la propuesta planteada.

Ilustración 30 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo cambio rol de bocina.

Proceso mejorado		
Tiempo tomado por:	Jonathan	
Fecha:	4/3/2023	
Nombre del Mecanico:	Fabricio	
Calificacion	100%	
Muestra:	17	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	512
2	Buscar herramienta (solicitar nuevo rol)	180
3	Sacar llanta	195
4	Quitar la muela	241
5	Quitar rotula de direccion	266
6	Quitar rotula de suspension	188
7	Quitar tornillos del compensador	198
8	Quitar la tuerca de la punta de eje	130
9	Sacar el nabo de la bocina	276
10	Llevar a la prensa	212
11	Quitar el seguro del rol y sacarlo	89
12	Quitar rol de la prensa	90
13	Montar el rol nuevo	110
14	Montar llanta	195
15	Colocar el seguro del rol	78
16	Bajar el carro de las burras	402
	Tiempo Total	3362
	Tiempo Minutos	56.03
	Tiempo Normal	56.03
	Plus tolerance	61.64
	Standard Time	68.49

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La propuesta de implementación en el cambio de rol de bocina se argumenta en remover la demora que se encontraba en uno de los pasos el cuál era espera de turno en prensa, este se puede eliminar gracias a que la prensa se utiliza como herramienta de remoción de algunos repuestos los cuales pueden cambiarse con solamente calentar un poco las piezas con un soplete de mano con el cual ya se cuenta en el taller por lo que no genera costos extras a este, por lo que se puede dar solución a una problemática que quitaba tiempo a este y otros trabajos del taller, y como segunda propuesta se da en la exclusión

de la búsqueda del rol nuevo o pedirlo para espera a que llegue y que sea la oficinista la que se encargue de la búsqueda y entrega al mecánico para que no tenga que salir de su línea de trabajo y tener que desplazarse a la bodega y oficina. Con la mejoría en estas actividades podemos asegurar que la implementación da una mejora del 10%, con esto podemos decir que se pasara de un tiempo de 76.09 min a 68.49 min.

5.2.4 Propuesta de mejora de tiempos en la revisión para la revisión técnica vehicular

Este proceso es el que llevo más cambios de los analizados, ya que la forma en que se lleva a cabo no es la más adecuada y por lo tanto nos brinda mejoras identificadas que se optimizaron de modo que se diera unos tiempos nuevos y que demuestren mejoría en el proceso, podemos ver en la siguiente ilustración 31 como queda la propuesta de mejora en los tiempos de revisión para la revisión técnica vehicular.

Ilustración 31 Propuesta de tiempos mejorado para trabajo revisión de revisión técnica vehicular.

Proceso mejorado		
Tiempo tomado por:		Jonathan
Fecha:		4/3/2023
Nombre del Mecanico:		Fabricio
Calificación:		100%
Muestra:	17	
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1
1	Levantar el carro en las burras	568
2	Pito: que funcione	7
3	Tiraaguas: Verificar que funcionen	9
4	Escobillas: que funcionen	22
5	Reposacabezas: Vehiculos apartir del 2009 deben tenerlos en todos los asientos	n/a
6	Cinturones: Que funcionen y esten en buen estado, en asientos delanteros y traseros	235
7	Piso: que no este oxidado/Agujereado	0
8	Asientos: bien sujetos	63
9	Ventanas retrovisores: verificar estado/suben/bajan/retrovisores flojos	34
10	Luces: Placas/Frenos/estado stops/Tercera luz/ Direccional/Alta-Baja/Estado silvines/Tonos/Emergencia	97
11	Llantas: Estado general/Rotulas-Tramar/Avisar cliente si alguna no pasa	327
12	Placas: Revisar estado, informar al cliente	48
13	Bateria: Canasta y bornes/ Protectores de bornes	59
14	Aceite motor: Revisar nivel y estado	102
15	Fugas aceite: caja direccion/motor/c. cambios/otros	631
16	Fajas: deben estar en buen estado todas	43
17	Frenos: Rev. todas las bombas/Zapatas/Fibras/Seguros mangueras/Mangueras/Freno de mano	320
18	Rotulas: Deben estar en perfecto estado/ Revisar cobertores de hule	0
19	Botas: Revisar botas eje y cremalleras	405
20	Mufla: Revisar fugas y agujeros/Verificar silenciador	258
21	Ballestas: en buen estado que no se separen	0
22	Tanque combustible: Revisar que tanque y mangueras se conecten al motor y esten bien ajustadas	0
23	Transmicion: Barras de transmicion(todas) esten en buen estado/ Sin desgaste o	0
24	Sistema SECC: Vehiculos nuevos	n/a
25	Gases: Revisar parametros permitidos/ Ajustar	669
26	Bajar el carro de las burras	456
	Tiempo Total	4041
	Tiempo Minutos	67.35
	Tiempo Normal	67.35
	Plus tolerance	74.09
	Standard Time	82.32
		79.54

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La mejora propuesta para la implementación en los tiempos para la revisión técnica vehicular va vinculada con el cambio total de la forma en la que se hace, anteriormente

se hizo notar que el taller cuenta con un método obsoleto, una vez analizado, se propone realizarlo según lo observado y tomando en cuenta consideraciones importantes, ya que hubo pérdidas de tiempo y reprocesos esto porque los mecánicos salen y entran constantemente del vehículo entre otras consideraciones, por lo tanto se definió crear el nuevo plan empezando con todas las actividades que se deben realizar en el interior, luego pasando a tareas mixtas o sea que se realizan entrando y saliendo, y por ultimo las que se realizan solamente en el exterior, esto permite la eliminación de tiempos innecesarios, dar fluidez y estandarización al proceso. Con estos cambios y según observaciones y tiempos tomados como referencia podemos proponer una mejora y que los tiempos pasarían de 85.89 min a 79.54 min, lo que representa una mejora para el taller de 6 min para este trabajo, además se espera una vez se implemente su mejoría sea aún más significativa.

5.3 Diagrama de Gantt. Acciones para el desarrollo de la propuesta de mejora en el taller Autotech

Con el objetivo de garantizar el cumplimiento de lo desarrollado anteriormente se ha definido la ruta de acciones específicas que se pueden ver ejemplificadas en el siguiente diagrama. Con este podemos dar trazabilidad a la propuesta e ir analizando el desarrollo de las mejoras propuestas y llevar los tiempos meta para cada cambio y los responsables para cada acción necesaria.

A continuación, en la ilustración 32 se puede visualizar el diagrama Gantt con las acciones para el desarrollo de la propuesta de mejora en el taller Autotech.

Ilustración 32 Diagrama de Gantt. Acciones para el desarrollo de la propuesta de mejora en el taller Autotech.

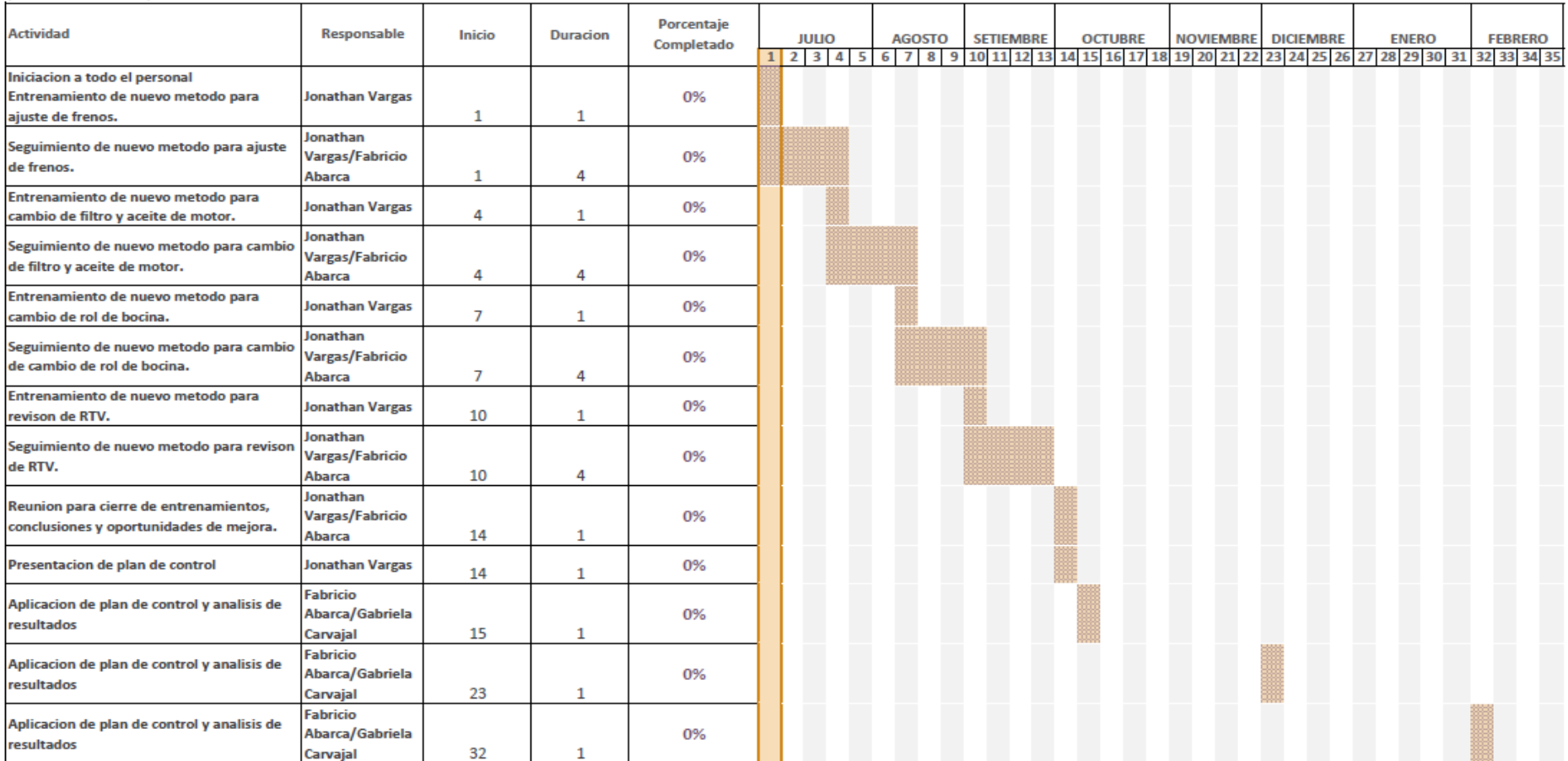
Propuesta de implementacion Autotech.

Mejora en tiempos y metodo para los 4 principales trabajos del taller

Semana actual 1

Duracion % Completado

(Periodos en semanas)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar en el diagrama Gantt podemos tener cuando y quien es el encargado de cada paso para la implementación de la propuesta realizada, dentro de esto se inicia con una reunión de iniciación para los colaboradores del taller Autotech y en esta darles todas las pautas y explicaciones del porque y para que se van a realizar los cambios. También tenemos divididos por semanas lo que serían los entrenamientos donde la primera semana se da los conceptos de cómo se van a realizar los nuevos métodos para los trabajos y el resto de la semana se llevara a cabo el seguimiento de estos, se realizara por un periodo de 4 semanas. Seguido de esto se realiza una o varias reuniones dependiendo los resultados y conclusiones que se obtengan y donde también se les dará una participación extensa a los mecánicos con el objetivo de la búsqueda de oportunidades de mejora y analizar los cambios necesarios encontrados para cada uno de los trabajos.

Para la primer semana de octubre y ya después de haber concluido todas las fases de seguimiento de los trabajos y estandarización, se valorara mantener el plan de control para mantenerlo o ajustarlo según los resultados obtenidos y vistos en semanas anteriores; para la siguiente semana se hará la aplicación del plan de control y además el análisis de los resultados para verificar su cumplimiento y cambios necesarios en procura de mejorar, estos se aconsejan aplicarlos de manera bimensual con el objetivo de poder tener datos en periodos no muy extensos pero si los suficientes para tomar medidas y generar la mejora continua.

5.4 Análisis costo-beneficio del proyecto

El análisis planteado para este proyecto y tomando en cuenta las limitaciones que fueron expresadas al inicio de este, son desarrolladas con la inversión menor posible y que sean realmente significativas para la mejora propuesta; es importante que se conozca el beneficio que se obtendrá gracias a estos cambios y que en el tiempo aumentaran su valía y generaran aún mayores réditos al taller Autotech, como se indicó la mayoría de herramientas para las mejoras ya se encuentran disponibles en el taller y las cuales no son usadas para fines específicos o simplemente a los mecánicos no les gusta usarlas sin saber que el ahorro en tiempo y utilidades puede ser de gran importancia para todos.

Como primer paso para este análisis vamos a representar el análisis de lo que serían los costos de las mejoras propuestas y podemos ver el desglose de estos en la ilustración 33, después vamos a representar lo que son las utilidades, para poder llevar a cabo el análisis, obtener el rendimiento y conocer si es factible la realización de este, según los trabajos que se tomaron en el proyecto.

Ilustración 33 Costos de la implementación en taller Autotech.

Costos (monto en colones)	
Detalle	Monto
Horas hombre	59187
Entrenamiento	150000
Materiales	15000
Total	224187

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla visualizamos un costo total de 224187 colones, podemos observar lo que es el monto de horas hombre, las cuales se valoran en el tiempo de entrenamiento de cada uno de los mecánicos y oficinista, además las sesiones posteriores en las que se necesite estén presentes para las conclusiones, acá se valora el costo por hora para cada uno de ellos que equivale a 1480 colones por hora, en total de horas para cada uno es de 10 horas para completar todo el proceso.

El costo que representa el entrenamiento equivale al monto total de mi persona que dará el entrenamiento y dará todas las pautas que son necesarias para llevar a cabo la implementación y lo acordado, además del acompañamiento ante dudas y seguimiento para cada uno de los pasos; dentro de esto se valora el tiempo utilizado entre llamadas, utilización de vehículo para traslados al taller y otros gastos en los que se incurra.

En cuanto al costo de los materiales este está distribuido en las impresiones de los nuevos métodos, hojas para ideas y oportunidades de mejora, lapiceros, marcador para pizarra acrílica e impresiones que corresponden al plan de control, folder; básicamente son los materiales para las presentaciones en cada una de las sesiones de entrenamiento, para el seguimiento y las sesiones de cierre, además del control siguiente.

A continuación, en la ilustración 34 observamos los beneficios de implementación en el taller Autotech.

Ilustración 34 Beneficios de implementación en taller Autotech.

Beneficios (monto en colones)	
Detalle	Monto
Monto ahorrado por hombre	51919
Monto por trabajos	2243154
Monto horas extras (disminución)	639220
Total	2934292

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los beneficios que se proyectan a conseguir el taller con la implementación del proyecto serían de 2934292 colones, que equivalen a un monto de 489049 colones mensuales. En lo correspondiente a los beneficios del proyecto, se proyectaron a 6 meses y tomando como base el histórico de 6 meses que se obtuvo al inicio del proyecto para fundamentar cada paso realizado, en este podemos encontrar el monto ahorrado por hombre en lo que concierne al tiempo que el taller se ahorraría por no tener que pagar por esas horas para realizar los trabajos, estas son un total de 35 horas lo que equivale a un monto total de 51919 colones basándonos en los 166 trabajos que se realizaron de los 4 trabajos designados para este proyecto. De igual manera, se incluye en este análisis lo correspondiente a la cantidad de horas extras que pueden ser evitadas, y por lo tanto el taller se ahorraría ese monto el cual equivale mensualmente a 106537 colones.

Para el monto que corresponde por trabajos se valoró de igual manera con el histórico obtenido y a proyección de 6 meses; se realizó el cálculo del tiempo que se disminuye con el nuevo método nuevo y en el que tenemos un total de 35 horas que se van a poder realizar en más trabajos en el taller, proyectando en los trabajos realizados podemos

obtener un total 2243154, cuando el costo por un cambio de aceite ronda los 36000, el cambio de frenos 30000, la revisión de RTV 35000 y el rol de bocina 35000 colones; una vez rebajando el costo se obtiene un monto de 2070886 colones.

5.5 Plan de control a desarrollar en el taller Autotech

La propuesta para el plan de control abarca lo que compete a lo desarrollado en el proyecto, el cual ayudara a verificar que cada una de las actividades cambiadas y analizadas puedan mantenerse en el tiempo, con este se puedan de igual manera controlar que se mantenga por parte de los mecánicos los cambios acordados, también ayudara a cambiar lo que sea necesario con tal de seguir en la búsqueda de la mejora continua, este plan incluye: la actividad, persona y tiempo en el que debe ser realizado el control y verificación del trabajo.

El plan de control se llevara a cabo desde el momento en que empieza la implementación, comenzando con un seguimiento justo en el momento que se procede a entrenar los mecánicos, estos cambios en los métodos se dan en la semana 1 y se repetirá con cada uno de los trabajos a los que se le está realizando los ajustes, esto para corroborar que se realicen por parte de los mecánicos, este control se hará con la plantilla del plan, y durante la semana de implementación se hará la verificación a cuantos trabajos se pueda, esto con el fin de poder tener la mayor cantidad de información para las conclusiones y en búsqueda de mejorar o depurar lo que se encuentre, en la reunión de cierre de la implementación se compartirá con todos los resultados.

Para la semana 14 se realiza una sesión con el jefe del taller y la oficinista con el objetivo de calibrar lo visto durante los seguimientos, se detallaran conclusiones u observaciones que se den en la reunión de cierre por parte de mecánicos y las oportunidades de mejora que se encontraron, de igual manera se fijaran los objetivos para los controles futuros, los cuales fueron seteados bimensual, el primero se realizara en semana 15, el segundo en la semana 23 y el tercero en semana 32; en cada una de estas semana se puede dar la oportunidad no solo a las personas propuestos en el plan sino también optar por brindar la oportunidad a los mismos mecánicos de realizar esas revisiones, esto con la finalidad de crear sentido de pertenencia en cada uno de ellos.

Para que la implementación de este plan sea exitosa deber ser continua, por lo tanto, se le hace notar al personal del taller que es de suma importancia que el cambio se adopte y se genere ese cambio en la mentalidad, en la búsqueda de la mejora continua y que es un ciclo que nunca acaba.

Seguido en la ilustración 35 se encuentra la plantilla con la que se realizara el control de los trabajos de este proyecto.

Ilustración 35 Plantilla para realizar control de los trabajos mejorados en el taller Autotech.

Taller mecanico Auto Tech					
Plan de control de tiempos y metodos					
Fecha:					
Inspeccionado por:					
Trabajo Inspeccionado	Nombre del mecanico observado	Hora de inicio	Hora de finalizacion	Cumple con el metodo	Observaciones
Cambio de aceite				SI NO	
Cambio de Rol de bocina				SI NO	
Revision de RTV				SI NO	
Ajuste de frenos				SI NO	
Comentarios:					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar en el plan de control se realizó según la necesidad del taller y lo más amigable posible, para que cualquiera de los colaboradores pueda llenarlo si fuese necesario, en este se debe anotar la fecha y persona que inspecciona, al igual que llenar los datos que se refieren al trabajo auditado o en revisión, en este se escribe el nombre del mecánico, hora de inicio y final del trabajo, con el objetivo de obtener el tiempo total del proceso, valorarlo según los datos analizados y tomar decisiones; al igual si se utiliza el método implementado se marca con un sí o no y las observaciones necesarias del proceso como tal, este es de suma importancia ya que si se obtienen negativas del uso del método se puede optar por medidas disciplinarias; también se agrega un apartado final de comentarios por si hubiese necesidad de algún aporte o algo que debería valorarse para su mejora respectiva.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El desarrollo de este proyecto consideró la aplicación de una serie de herramientas ingenieriles con el objetivo de la obtención de resultados en el diagnóstico, análisis y mejora del problema planteado, utilizando la metodología DMAIC, gracias a y como resultado de este trabajo se plasmaron las siguientes conclusiones:

- Se identificaron las principales causas que provocan la problemática en el taller Autotech, estas se analizaron y se logró identificar los principales trabajos que se realizan en el taller que son el cambio de aceite de motor y filtro, ajuste de frenos, cambio de rol de bocina y la revisión para revisión técnica vehicular.
- Se realizaron visitas al taller con el objetivo de visualizar los trabajos identificados como claves, esto para recabar las oportunidades de mejoras que se presenten y que se evidencien gracias a la observación.
- Se analizan los datos históricos del taller, enfocándose en los últimos 6 meses de los trabajos designados como vitales para la mejora en el taller, una vez analizados se realizan los cálculos necesarios para obtener las muestras de cada uno de ellos.
- Se hace la toma de tiempos con la cantidad de muestra obtenida y con estas se analizan y se realiza la obtención del tiempo estándar el cual era inexistente en el taller, además, se propusieron las mejoras para cada uno de estos trabajos, con lo analizado mientras se realizó la toma de tiempos.
- Se realizó la revisión de cada uno de estos trabajos utilizando herramientas ingenieriles para determinar las demoras y trabajos que provoquen pérdida de tiempo, retrabajos en cada uno de los procesos designados; una vez analizados

se proponen las mejoras para estos y se logra de manera eficaz un nuevo método de trabajo para cada uno de los 4 trabajos.

- Se estandarizan y mejoran los 4 trabajos estipulados en el proyecto, donde se logra mejorar cada uno de ellos en cuanto a tiempos y movimientos, logrando tener un beneficio mayor que el costo por la realización de la implementación, se propone con el proyecto un beneficio de 2070886 colones.

6.2 Recomendaciones

- Las recomendaciones presentadas a continuación van en complemento con las conclusiones señaladas anteriormente con el fin de la obtención del máximo aprovechamiento y valor al proyecto realizado, así como a los recursos utilizados, estas serían las recomendaciones:
- Se recomienda la implementación de este proyecto, ya que el análisis dio resultados positivos y una vez implementado realizar el control necesario para no salirse de lo estipulado.
- Se recomienda en un tiempo determinado aumentar el alcance, con esto incluir nuevos trabajos para ser analizados y medidos de la misma manera que estos, para lograr tener más trabajos con tiempos estándar establecidos y poder tomar decisiones con mayor objetividad.
- Se recomienda implementar 5S en el taller, ya que daría a este un orden y aprovechamiento del espacio de una manera más óptima, esto porque se observó bastante desorden y zonas que se utilizan de manera incorrecta con residuos tipo chatarra, aceites, etc.

- Se recomienda la búsqueda, análisis y utilización de indicadores (KPI) en el taller para lograr metas claras y darle proyección al taller, además de establecerlos para que los mecánicos puedan ser medidos y se establezcan medidas de ser necesarias.
- Se recomienda establecer un programa de producción en el taller de acuerdo con los pedidos y tiempos de entrega indicados por los clientes.
- Se recomienda que la administración del taller implemente un sistema de gestión documental formal con el fin de mantener la capitalización del conocimiento.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

Acuña, J. A. (2005). Mejoramiento de la calidad. Un enfoque a servicios. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Bravo, L. D. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. Ciudad de México: El Sevier

Cruelles, J. A. (2013). *Ingeniería industrial*. Alpha Editorial.

Campos, G. DIALNET. Obtenido de DIALNET: file. *C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-LaObservacionUnMetodoParaElEstudioDeLaRealidad-3979972.pdf*.

Cordero H., Antonio. (2005). Ingeniería industrial capítulo II: Notas de Clase. Ingeniería Industrial y Productividad. UNAM. México.

DMAIC “Las 5 fases para la mejora de los procesos” SPC Consulting Group
<https://spcgroup.com.mx/dmaic-las-5-fases-para-la-mejora-de-los-procesos/>

Gonzalez Zuñiga, Jorge Nils. (2018). Mejoramiento de rentabilidad de taller mecánico automotriz Badilla.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés.

Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI, 178, 978-8415061403.

Hinojosa, M. A. (2003). Producción, procesos y operaciones. Extraído el, 20.

Mejía Zurita, D. C., & Santa Cruz Gutierrez, A. (2022). Implementación de la metodología Lean Service y la mejora en la productividad del servicio de mantenimiento general en un taller mecánico automotriz.

Meyers, F. E. (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. México: Hill interamericana de México.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Onceava ed, 1.

Pérez Porto, J., Gardey, A. (23 de febrero de 2010). Taller - Qué es, en la educación, definición y concepto. Definicion.de. Última actualización el 30 de septiembre de 2021. Recuperado el 25 de agosto de 2023 de <https://definicion.de/taller/>

Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de calidad y seis sigma. McGraw-Hill Interamericana.

Rosasco Cuadros, V. J. (2020). Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de fabricación de resistencias eléctricas industriales, Lima 2020.

Hermes Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baitista Lucio, M. (2014). Metodología de la investigación 6ta edición.

Torres Saumeth, K. M., Solís Ospino, L., & Ruiz Afanador, T. S. (2012). Calidad y su evolución: una revisión.

Vázquez, Burguillo Roberto (2020). “Análisis coste/beneficio”:
<https://economipedia.com/definiciones/analisis-costebeneficio.html>

CAPÍTULO VIII: APENDICES

Apéndice #1. Rol de bocina



Apéndice #2. Toma de tiempos en Ajuste de frenos.

Tiempo tomado por:	Jonathan												
Fecha:	6 marzo 2023												
Nombre del Mecanico:	Jonathan												
Calificacion:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Muestra	37												
	Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4	Trabajo 5	Trabajo 6	Trabajo 7	Trabajo 8	Trabajo 9	Trabajo 10	Trabajo 11	Trabajo 12
1	Levantar el carro en las burras	568	500	498	512	517	505	523	515	512	520	531	511
2	Buscar herramientas	178	155	125	102	131	119	107	111	94	121	118	136
3	Sacar la llanta	190	187	199	191	190	188	195	192	198	195	194	187
4	Buscar herramientas	135	101	115	132	80	106	117	98	124	117	123	134
5	Remover tornillos del caliper	68	56	52	58	66	61	60	52	55	63	61	57
6	Sacar las pastillas	120	122	138	132	118	121	112	118	124	126	119	130
7	Empujar el piston para abrir la purga	32	35	26	33	30	29	33	32	38	29	31	34
8	Buscar repuesto	377	418	395	342	414	383	372	405	411	480	467	387
9	Montar pastillas nuevas	100	105	118	111	105	109	114	102	105	110	105	102
10	Montar caliper y tornillos	180	198	196	188	184	181	194	184	188	191	184	182
11	Montar la llanta	189	187	196	188	190	191	192	199	190	192	195	193
12	Bompear el freno	60	49	55	51	54	59	51	58	60	51	53	52
13	Bajar el carro de las burras	400	398	409	411	421	412	404	408	420	401	414	427
	Tiempo Total	2597	2511	2522	2451	2500	2464	2474	2474	2519	2596	2595	2532
	Tiempo Minutos	43.28	41.85	42.03	40.85	41.67	41.07	41.23	41.23	41.98	43.27	43.25	42.20
	Tiempo Normal	43.28	41.85	42.03	40.85	41.67	41.07	41.23	41.23	41.98	43.27	43.25	42.20
	Plus tolerance	47.61	46.04	46.24	44.94	45.83	45.17	45.36	45.36	46.18	47.59	47.58	46.42
	Standard Time	52.90	51.15	51.37	49.93	50.93	50.19	50.40	50.40	51.31	52.88	52.86	51.58

Fabricio	Maicol	Jonathan	Jonathan	Fabricio	Fabricio	Maicol	Maicol	Fabricio	Fabricio	Fabricio	Fabricio	Jonathan
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Trabajo 13	Trabajo 14	Trabajo 15	Trabajo 16	Trabajo 17	Trabajo 18	Trabajo 19	Trabajo 20	Trabajo 21	Trabajo 22	Trabajo 23	Trabajo 24	Trabajo 25
518	516	514	501	504	510	505	521	516	517	522	499	523
142	131	116	109	93	117	136	109	110	91	97	105	114
189	190	194	191	189	193	192	198	189	195	198	187	194
108	119	111	112	117	122	129	118	130	102	126	97	103
59	54	51	57	62	61	65	58	60	62	66	61	58
128	120	116	127	123	127	124	115	119	128	121	125	124
28	31	33	27	30	31	29	32	30	28	31	32	30
409	396	391	385	377	424	401	379	392	373	416	403	405
112	106	102	114	108	112	116	101	105	102	114	107	111
180	191	196	194	183	181	187	188	193	195	192	196	188
199	189	192	199	196	194	197	191	190	195	188	190	195
51	58	60	54	59	55	54	60	51	55	52	59	57
431	409	402	405	411	422	401	399	406	424	403	409	416
2554	2510	2478	2475	2452	2549	2536	2469	2491	2467	2526	2470	2518
42.57	41.83	41.30	41.25	40.87	42.48	42.27	41.15	41.52	41.12	42.10	41.17	41.97
42.57	41.83	41.30	41.25	40.87	42.48	42.27	41.15	41.52	41.12	42.10	41.17	41.97
46.82	46.02	45.43	45.38	44.95	46.73	46.49	45.27	45.67	45.23	46.31	45.28	46.16
52.03	51.13	50.48	50.42	49.95	51.92	51.66	50.29	50.74	50.25	51.46	50.31	51.29

Jonathan	Jonathan	Jonathan	Fabricio	Jonathan	Fabricio	Maicol	Jonathan	Jonathan	Maicol	Fabricio	Fabricio
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Trabajo 26	Trabajo 27	Trabajo 28	Trabajo 29	Trabajo 30	Trabajo 31	Trabajo 32	Trabajo 33	Trabajo 34	Trabajo 35	Trabajo 36	Trabajo 37
512	515	513	509	501	503	507	512	518	501	505	510
119	121	116	107	97	101	106	116	127	109	116	103
199	188	192	195	190	199	188	199	195	191	194	192
98	102	114	116	122	117	124	112	97	133	124	118
59	66	63	61	64	59	61	64	58	63	61	60
116	119	114	121	126	129	115	123	127	118	128	119
29	28	30	33	31	29	27	30	31	33	28	29
386	362	411	408	379	419	417	433	415	420	413	407
108	102	106	110	108	106	111	104	105	106	108	110
186	182	195	198	182	187	188	182	191	190	189	183
191	198	194	192	189	199	196	189	196	193	191	190
56	59	51	55	58	53	60	49	54	55	58	49
422	402	406	418	408	404	416	417	419	416	404	423
2481	2444	2505	2523	2455	2505	2516	2530	2533	2528	2519	2493
41.35	40.73	41.75	42.05	40.92	41.75	41.93	42.17	42.22	42.13	41.98	41.55
41.35	40.73	41.75	42.05	40.92	41.75	41.93	42.17	42.22	42.13	41.98	41.55
45.49	44.81	45.93	46.26	45.01	45.93	46.13	46.38	46.44	46.35	46.18	45.71
50.54	49.79	51.03	51.39	50.01	51.03	51.25	51.54	51.60	51.50	51.31	50.78

51.07

Apéndice #3. Toma de tiempos en cambio de filtro de aire y aceite de motor.

Tiempo tomado por:		Jonathan	Jonathan	Gaby	Gaby	Jonathan	Wendy	Jonathan	Jonathan	Jonathan	Wendy
Nombre del Mecanico:		Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol
Calificacion:		90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Muestra: 27											
Pasos para realizar el trabajo		Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4	Trabajo 5	Trabajo 6	Trabajo 7	Trabajo 8	Trabajo 9	Trabajo 10
1	Montar el carro en las burras en neutro y con freno de ma	480	600	632	580	589	478	633	498	610	479
2	Colocarse los guantes	35	25	20	20	23	30	20	29	25	35
3	Ubicar el boton de vaciado y colocar el recogedor de aceite	25	43	38	50	58	38	38	38	44	25
4	Aflojar el tapon del deposito con la llave inglesa	42	68	53	60	43	49	53	49	49	40
5	Recolectar el aceite todo el aceite	152	143	126	121	133	180	134	180	136	152
6	Colocar el tapon con ayuda de la llave inglesa	38	40	44	51	55	49	47	47	40	38
7	Ubique el filtro y con la llave combinada saquelo	96	143	99	89	80	90	99	93	121	96
8	Tome el filtro nuevo, lubriquelo	96	120	87	76	87	70	87	70	121	96
9	Coloque el nuevo filtro con ayuda de la llave combinada	77	120	88	87	120	100	89	100	121	110
11	Abra la tapa de motor y asegurelo con la varilla	37	98	44	32	30	45	44	45	101	43
10	Llene el deposito con el aceite nuevo con ayuda del embudo	205	245	218	301	240	231	228	319	246	228
12	Revise con ayuda de la varilla la cantidad de aceite	95	60	68	120	58	73	68	100	61	75
13	Encienda el motor	32	41	39	28	30	23	41	23	66	28
14	Colocar sticker del proximo cambio de aceite	720	680	700	643	789	720	700	821	578	722
15	Bajar el carro de las burras	400	389	489	412	398	358	488	369	383	399
	Tiempo Total	2530	2815	2745	2670	2733	2534	2769	2781	2702	2566
	Tiempo Minutos	42.17	46.92	45.75	44.50	45.55	42.23	46.15	46.35	45.03	42.77
	Tiempo Normal	37.95	42.23	41.18	40.05	41.00	38.01	41.54	41.72	40.53	38.49
	Plus tolerance	41.75	46.45	45.29	44.06	45.09	41.81	45.69	45.89	44.58	42.34
	Standard Time	46.38	51.61	50.33	48.95	50.11	46.46	50.77	50.99	49.54	47.04

Wendy	Gaby	Gaby	Gaby	Gaby	Jonathan	Jonathan	Jonathan	Jonathan	Jonathan
Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol	Maicol
90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Trabajo 11	Trabajo 12	Trabajo 13	Trabajo 14	Trabajo 15	Trabajo 16	Trabajo 17	Trabajo 18	Trabajo 19	Trabajo 20
550	581	532	544	589	516	525	592	577	566
21	32	27	27	25	29	23	24	21	33
49	51	42	39	38	46	41	47	44	39
55	43	58	50	47	41	53	58	47	42
143	138	157	142	141	128	148	140	156	127
32	51	50	43	48	51	55	48	42	49
93	95	88	81	84	94	95	91	82	86
101	77	85	97	90	93	88	83	91	95
102	84	95	91	86	103	82	88	97	93
58	42	33	45	41	38	37	31	47	42
232	245	228	241	229	221	244	241	247	206
61	66	52	59	55	67	55	62	68	66
31	26	30	29	33	31	37	26	28	34
771	690	801	698	743	738	781	793	788	790
391	476	481	452	469	413	432	477	417	431
2690	2697	2759	2638	2718	2609	2696	2801	2752	2699
44.83	44.95	45.98	43.97	45.30	43.48	44.93	46.68	45.87	44.98
40.35	40.46	41.39	39.57	40.77	39.14	40.44	42.02	41.28	40.49
44.39	44.50	45.52	43.53	44.85	43.05	44.48	46.22	45.41	44.53
49.32	49.45	50.58	48.36	49.83	47.83	49.43	51.35	50.45	49.48

Jonathan Maicol 90%	Jonathan Maicol 90%	Jonathan Maicol 90%	Wendy Maicol 90%	Wendy Maicol 90%	Wendy Maicol 90%	Wendy Maicol 90%
Trabajo 21	Trabajo 22	Trabajo 23	Trabajo 24	Trabajo 25	Trabajo 26	Trabajo 27
518	576	541	556	519	577	523
28	22	21	27	31	22	27
29	38	33	37	30	32	36
51	53	49	42	48	45	49
144	152	143	147	141	145	166
54	51	48	44	45	50	55
90	83	97	81	89	98	91
93	114	97	99	107	103	91
115	89	83	93	95	99	107
38	35	54	61	37	45	42
216	235	238	234	213	233	251
61	59	75	60	57	66	61
31	27	26	29	39	31	30
696	721	719	711	741	693	708
475	460	487	399	444	476	456
2639	2715	2711	2620	2636	2715	2693
43.98	45.25	45.18	43.67	43.93	45.25	44.88
39.59	40.73	40.67	39.30	39.54	40.73	40.40
43.54	44.80	44.73	43.23	43.49	44.80	44.43
48.38	49.78	49.70	48.03	48.33	49.78	49.37
						49.32

Apéndice #4. Toma de tiempos en cambio de rol de bocina.

Tiempo tomado por:	Jonathan	Jonathan	Wendy	Jonathan	Wendy	Gaby	Wendy	Jonathan	Gaby	Jonathan
Nombre del Mecanico:	Fabrizio	Jonathan	Maicol	Jonathan	Jonathan	Fabrizio	Jonathan	Maicol	Fabrizio	Jonathan
Calificacion	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Muestra:	17									
Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4	Trabajo 5	Trabajo 6	Trabajo 7	Trabajo 8	Trabajo 9	Trabajo 10
1 Levantar el carro en las burras	512	544	532	521	515	533	501	511	523	541
2 Sacar llanta	195	198	185	190	202	191	188	186	192	197
3 Quitar la muela	241	235	256	238	237	244	241	238	243	239
4 Quitar rotula de direccion	266	256	253	246	252	263	260	249	255	258
5 Quitar rotula de suspension	188	197	185	185	194	195	192	191	193	187
6 Quitar tornillos del compensador	198	195	197	192	190	188	199	191	192	193
7 Quitar la tuerca de la punta de eje	130	133	138	141	138	129	133	136	139	133
8 Sacar el nabo de la bocina	276	272	280	286	277	278	278	272	275	274
9 Llevar a la prensa	212	217	211	215	216	209	212	212	216	211
10 Quitar el seguro del rol y sacarlo	89	82	84	81	89	87	86	83	81	84
11 Esperar turno en la prensa	188	206	216	208	198	224	204	214	192	222
12 Buscar el rol nuevo en bodega/esperar a que llegue	435	438	433	432	438	441	439	433	439	442
13 Montar el rol nuevo	110	108	111	107	108	104	112	116	119	107
14 Montar llanta	195	191	198	194	192	199	190	192	195	
15 Colocar el seguro del rol	78	86	81	84	81	83	81	82	85	82
16 Bajar el carro de las burras	402	401	412	404	412	411	406	405	413	408
Tiempo Total	3715	3759	3772	3724	3739	3779	3722	3711	3752	3578
Tiempo Minutos	61.92	62.65	62.87	62.07	62.32	62.98	62.03	61.85	62.53	59.63
Tiempo Normal	61.92	62.65	62.87	62.07	62.32	62.98	62.03	61.85	62.53	59.63
Plus tolerance	68.11	68.92	69.15	68.27	68.55	69.28	68.24	68.04	68.79	65.60
Standard Time	75.68	76.57	76.84	75.86	76.16	76.98	75.82	75.59	76.43	72.89

Wendy	Jonathan	Jonathan	Gaby	Jonathan	Jonathan	Wendy
Jonathan	Fabricio	Maicol	Jonathan	Fabricio	Maicol	Jonathan
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Trabajo 11	Trabajo 12	Trabajo 13	Trabajo 14	Trabajo 15	Trabajo 16	Trabajo 17
569	543	535	518	541	532	502
193	185	201	196	189	191	202
247	252	240	241	236	248	234
251	266	261	262	253	262	258
197	188	195	189	190	194	182
194	199	188	190	188	197	186
128	134	136	135	135	138	128
282	282	279	271	281	277	272
219	211	217	215	208	211	214
82	80	85	83	88	87	82
203	209	199	201	184	211	238
437	431	441	434	439	440	430
112	106	116	105	114	111	104
189	187	196	188	190	191	192
79	83	83	79	82	79	77
408	402	413	405	411	409	400
3790	3758	3785	3712	3729	3778	3701
63.17	62.63	63.08	61.87	62.15	62.97	61.68
63.17	62.63	63.08	61.87	62.15	62.97	61.68
69.48	68.90	69.39	68.05	68.37	69.26	67.85
77.20	76.55	77.10	75.61	75.96	76.96	75.39

76.09

Apéndice #5. Toma de tiempos en revisión para revisión técnica vehicular.

Nombre del Mecánico:	Jonathan	Jonathan	Wendy	Jonathan	Jonathan	Jonathan	Wendy	Jonathan	Wendy	Jonathan
Calificación:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Muestra:	17									
Pasos para realizar el trabajo	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4	Trabajo 5	Trabajo 6	Trabajo 7	Trabajo 8	Trabajo 9	Trabajo 10
1 Levantar el carro en las burras	568	518	517	501	519	521	531	508	506	524
2 Frenos: Rev. todas las bombas/Zapatillas/Fibras/Seguros mangueras/Mangueras/Freno de mano	320	344	321	334	307	335	331	327	320	335
3 Gases: Revisar parametros permitidos/ Ajustar	669	648	661	678	651	648	641	670	655	649
4 Luces: Placas/Frenos/estado stops/Tercera luz/ Direccional/Alta-Baja/Estado silvines/Tonos/Emergencia	97	81	88	90	81	83	91	93	92	88
5 Llantas: Estado general/Rotulas-Tramar/ Avisar cliente si alguna no pasa	327	308	301	329	316	311	322	331	318	311
6 Cinturones: Que funcionen y esten en buen estado, en asientos delanteros y traseros	235	247	226	234	231	245	241	229	218	237
7 Rotulas: Deben estar en perfecto estado/ Revisar cobertores de hule	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Mufla: Revisar fugas y agujeros/Verificar silenciador	258	231	246	250	251	244	236	239	241	256
9 Aceite motor: Revisar nivel y estado	102	118	91	98	104	112	97	107	96	99
10 Botas: Revisar botas eje y cremalleras	405	380	398	402	391	423	416	411	414	401
11 Fugas aceite: caja direccion/motor/lo. cambios/otros	631	586	595	624	601	623	598	532	617	588
12 Bateria: Canasta y bornes/ Protectores de bornes	59	32	44	49	37	41	47	68	33	37
13 Placas: Revisar estado, informar al cliente	48	53	49	64	61	49	42	56	48	47
14 Ventanas retrovisores: verificar estado/suben/bajan/retrovisores flojos	34	58	48	37	31	50	45	49	51	33
15 Tiraaguas: Verificar que funcionen	9	8	11	7	11	8	7	8	8	7
16 Piso: que no este oxidado/Agujereado	0									
17 Asientos: bien sujetados	63	55	59	68	78	64	61	57	69	61
18 Reposacabezas: Vehiculos apartir del 2009 deben tenerlos en todos los asientos	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
19 Fajas: deben estar en buen estado todas	43	56	49	58	40	38	46	49	41	60
20 Pito: que funcione	7	5	3	6	5	4	4	6	5	4
21 Escobillas: que funcionen	22	38	27	21	30	31	34	27	33	28
22 Ballestas: en buen estado que no se separen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 Tanque combustible: Revisar que tanque y mangueras se conecten al motor y esten bien ajustadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Transmision: Barras de transmision(todas) esten en buen estado/ Sin desgaste o	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 Sistema SECC: Vehiculos nuevos	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
26 Bajar el carro de las burras	456	422	412	404	420	412	417	408	420	425
Tiempo Total	4353	4168	4146	4254	4165	4242	4207	4235	4185	4190
Tiempo Minutos	72.55	69.80	69.10	70.90	69.42	70.70	70.12	70.58	69.75	69.83
Tiempo Normal	72.55	69.80	69.10	70.90	69.42	70.70	70.12	70.58	69.75	69.83
Plus tolerance	73.81	76.78	76.01	77.99	76.36	77.77	77.13	77.64	76.73	76.82
Standard Time	88.67	85.31	84.46	86.66	84.84	86.41	85.70	86.27	85.25	85.35

Wendy	Jonathan	Wendy	Jonathan	Wendy	Jonathan	Jonathan
Jonathan	Maicol	Maicol	Jonathan	Fabricio	Fabricio	Jonathan
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Trabajo 11	Trabajo 12	Trabajo 13	Trabajo 14	Trabajo 15	Trabajo 16	Trabajo 17
518	511	527	528	517	501	508
319	317	311	326	338	321	335
667	645	651	663	639	641	647
89	83	78	79	96	91	94
316	323	326	321	317	312	314
241	218	233	237	212	233	241
0	0	0	0	0	0	0
250	252	247	237	233	238	249
113	122	101	95	112	109	97
416	393	404	396	407	395	421
580	616	591	603	599	593	618
66	61	47	61	59	48	56
54	50	47	53	51	55	50
42	47	51	55	59	37	56
6	5	5	6	8	7	5
58	62	60	55	62	57	53
nta	nta	nta	nta	nta	nta	nta
39	43	47	53	51	55	42
7	4	5	7	6	6	5
21	29	35	24	29	32	33
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
nta	nta	nta	nta	nta	nta	nta
414	409	438	458	432	452	416
4216	4190	4204	4257	4227	4183	4240
70.27	69.83	70.07	70.95	70.45	69.72	70.67
70.27	69.83	70.07	70.95	70.45	69.72	70.67
77.29	76.82	77.07	78.05	77.50	76.69	77.73
85.88	85.35	85.64	86.72	86.11	85.21	86.37

85.89

Apéndice #6. Fosa del taller Autotech.

