

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

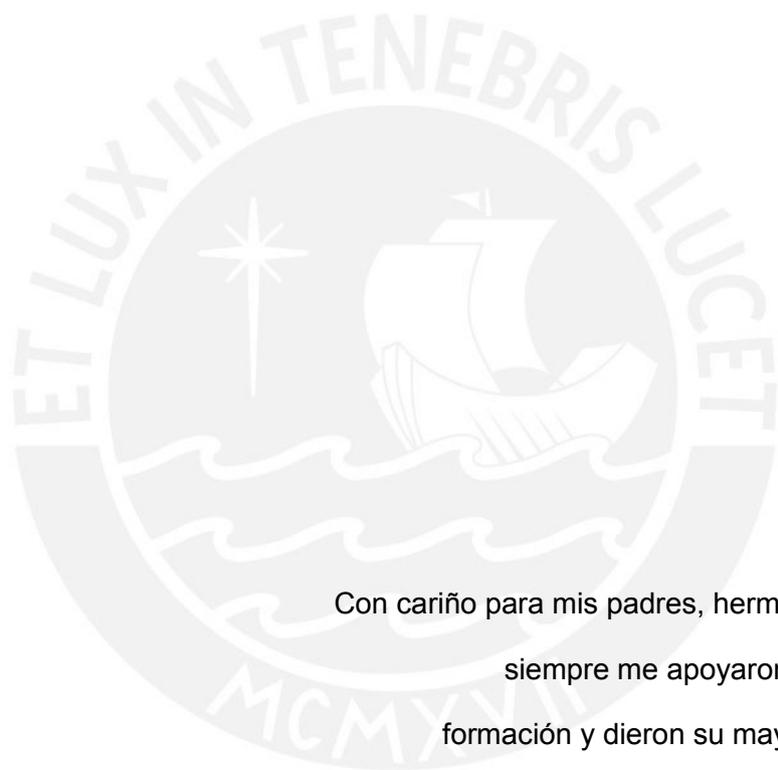
**DIAGNÓSTICO, DISEÑO Y ESTRATEGIA DE  
IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL  
PROCESO DE REPARACIÓN DE CARROCERÍA Y PINTURA  
EN UN TALLER AUTOMOTRÍZ**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Industrial**, que presenta el  
bachiller:

**Luis Fernando Díaz del Olmo Campo**

**ASESOR: Dr. Sandro A. Paz Collado**

Lima, junio de 2018



Con cariño para mis padres, hermano y familia que siempre me apoyaron durante toda mi formación y dieron su mayor esfuerzo para que cumpla todos mis sueños.

## **RESUMEN**

La empresa en estudio realiza servicios de reparaciones automotrices en su red de talleres en todo el Perú. Su servicio de recuperación de carrocería y pintado, abarca desde la recepción y evaluación de daños del vehículo, la reparación, pintado y embellecido, hasta el pago y entrega. Este servicio genera el mayor porcentaje de ingresos de la empresa; sin embargo, presenta la mayor cantidad de reclamos según las encuestas de satisfacción al cliente.

El presente estudio busca mejorar la productividad del taller reduciendo los tiempos muertos en el desarrollo de las actividades, e ineficiencias en la asignación de tareas. Del mismo modo se proyecta incrementar el número de órdenes de trabajo y así aprovechar la capacidad productiva del taller.

Para lograr ello se realiza un diagnóstico del taller para identificar las causas principales de los problemas y así determinar las herramientas más efectivas para solucionarlas. Entre las propuestas de mejora, se diseña un plan 5s para eliminar los desperdicios en el taller, se realiza un modelo de asignación de tareas de reparaciones de carrocería, se mejora la preparación de pintado con un estudio bimanual y se presentan mejoras organizacionales en los puestos de trabajo.

Asimismo, se presenta una evaluación económica que confirma la rentabilidad del proyecto de mejora con un TIR de 37% y un VAN de s/. 132,200.55, los cuales verifican la viabilidad financiera de las optimizaciones diseñadas.

Se concluye que las propuestas de mejora definidas tienen un alto potencial porque mejoran la productividad, generan mayores ingresos por la atención de un mayor número de vehículos e incrementan la satisfacción del cliente final.



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

### TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO : **LUIS FERNANDO DÍAZ DEL OLMO CAMPO**

CÓDIGO : 2010.0215.12

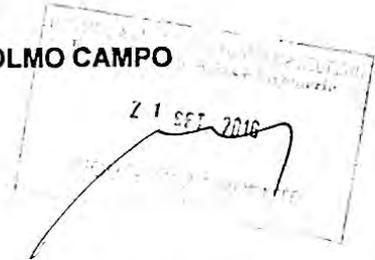
PROPUESTO POR : Dr. Sandro A. Paz Collado

ASESOR : Dr. Sandro A. Paz Collado

TEMA : DIAGNÓSTICO, DISEÑO Y ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE REPARACIÓN DE CARROCERÍA Y PINTURA EN UN TALLER AUTOMOTRÍZ.

Nº TEMA : # 1339

FECHA : San Miguel, 01 de setiembre de 2016



### JUSTIFICACIÓN

La globalización y el dinamismo de los mercados promueven en las empresas de servicios cambios en la forma de organizarse y atender la demanda de los clientes. Es así, que las barreras comerciales se han reducido drásticamente, el portafolio de productos se ha diversificado, y el emprendimiento de empresas jóvenes e innovadoras ha producido una revolución de los servicios.<sup>1</sup>

En ese contexto, el rubro automotriz, impulsado por empresas comercializadoras de vehículos, está ampliando sus servicios para que los clientes no solo compren un vehículo nuevo o usado, sino que además, tengan acceso a servicios de posventa. Dos servicios nacieron a partir de ello: las revisiones periódicas de mantenimiento y las reparaciones de carrocería y pintura por siniestros. El primero tiene una metodología con procesos estandarizados y validados internacionalmente. Sin embargo, el segundo aún es incipiente en los países latinoamericanos y se han identificado varias oportunidades de mejora en sus procesos para incrementar la eficiencia de recursos materiales y humanos.

<sup>1</sup> Business Insider

*THE CUSTOMER SERVICE REPORT: Why great customer service matters even more in the age of e-commerce and the channels that performs best.* Consulta: 13 de julio de 2016.

<http://www.businessinsider.com/customer-service-experiences-are-more-important-than-ever-in-the-age-of-e-commerce-2016-3>



Actualmente el mercado peruano automotriz tiene como líder a TOYOTA con una participación de 19,2% en ventas de vehículos, seguida por HYUNDAI, KIA y NISSAN con 14,7%, 14,3% y 8,5% respectivamente, según el último reporte del 2015 de la Asociación Automotriz del Perú (AAP). En total, en ese año, se vendió alrededor de 158 mil unidades, lo cual muestra que el mercado de servicios automotrices seguirá demandando talleres que satisfagan eficientemente las necesidades de los clientes, con trabajos de calidad en el menor tiempo.<sup>2</sup>

Asimismo, los conductores buscan adquirir seguros vehiculares que les garantice un servicio de calidad en las reparaciones, con repuestos originales ante siniestros y robos. Al cierre del 2015, según cifras de la compañía de seguros Mapfre, se estimó un aproximado de 650 mil vehículos asegurados, los cuales son un potencial mercado para los talleres de reparaciones y mantenimiento automotriz.<sup>3</sup>

En el Perú, la empresa donde se realiza la presente tesis, es representante oficial de dos marcas importantes de vehículos, y actualmente cuenta con 6 talleres a nivel nacional donde se realizan servicios de reparación de carrocería y pintura, y mantenimiento de garantía. El primer servicio representa aproximadamente dos tercios de los ingresos según el reporte anual 2015 de la empresa. Sin embargo, es una de las unidades de negocio que mayor cantidad de quejas registra al año, específicamente por el tiempo de reparación. Su principal taller, donde se realizó el estudio registra un tiempo promedio de reparación de 13.1 días útiles para vehículos con siniestros leves, el cual puede ser mayor en caso el daño sea grave o se deban importar los repuestos.<sup>4</sup>

Por este motivo, se propone realizar un diagnóstico del proceso productivo del taller, el cual permitirá identificar las causas principales de demora y, a partir de ello, generar mejoras en el proceso. Finalmente, se logrará reducir los tiempos de reparación, aumentar la eficiencia de recursos, generar mayor margen de ganancia a la empresa y aumentar la satisfacción de los clientes.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un diagnóstico del proceso productivo del taller automotriz, y estructurar propuestas de mejora para reducir el tiempo promedio de atención e incrementar la capacidad productiva, la eficiencia del uso de recursos y la productividad de la mano de obra, aplicando la metodología Lean Six Sigma.

<sup>2</sup> Asociación Automotriz del Perú  
*AAP: Estadísticas – Reporte 2015*. Consulta: 13 de julio de 2016.  
<http://www.aap.org.pe/estadisticas>.

<sup>3</sup> Diario Gestión  
*Venta de Seguro Vehiculares en Perú*. Consulta: 13 de julio de 2016.  
<http://gestion.pe/suplementos/desaceleracion-arrastra-venta-seguros-vehiculares-peru-2145744>

<sup>4</sup> MAQUINARIAS S.A.  
2015 *Reporte de Indicadores de Producción 2015*. Lima



### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir herramientas y conceptos que permitirán realizar el diagnóstico del proceso y aplicar las propuestas de mejora.
- Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa.
- Desarrollar propuestas de mejora con la aplicación de métodos de identificación de desperdicios, optimización y gestión de recursos.
- Diseñar la estrategia de una propuesta de implementación de las mejoras y establecer un programa de ejecución y control.
- Presentar los resultados del proyecto de mejora y realizar una evaluación beneficio-coste.

### PUNTOS A TRATAR:

**a. Marco teórico.**

Se presentarán los conceptos y definiciones que serán la base teórica sobre la que se sustenta la tesis.

**b. Estudio empírico.**

Se mostrará el caso de estudio en base a la información recolectada, el contexto general del negocio de la empresa, su cadena de valor y descripción del proceso productivo.

**c. Análisis y diagnóstico.**

Se realizará el análisis y diagnóstico del caso en estudio que se basa en la información recogida en el marco teórico junto con el estudio empírico del caso, para identificar luego las deficiencias, problemas y desperdicios del proceso.

**d. Propuestas de Mejora.**

Una vez realizado el diagnóstico del caso de estudio, se desarrollarán las propuestas de mejora del proceso productivo.

**e. Plan de implementación y transformación organizacional**

Se presentarán las estrategias de cambio organizacional y el cronograma de actividades para la implementación de mejoras.

**f. Evaluación económica.**

Se muestra la evaluación de rentabilidad a partir de los ingresos y costos relacionados al proyecto.

**g. Conclusiones y recomendaciones.**

  
\_\_\_\_\_  
ASESOR

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO .....	2
PROCESO.....	2
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA.....	3
METODOLOGÍA DMAIC.....	4
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.....	5
MANUFACTURA ESBELTA .....	6
ESTUDIO DE MÉTODOS – DIAGRAMA BIMANUAL .....	7
GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL – APLICACIÓN 5S.....	8
HERRAMIENTAS DE CALIDAD .....	9
TRANSFORMACIÓN DE NEGOCIOS Y META MANAGEMENT.....	10
MCKINSEY - DIAGNÓSTICO 7S.....	11
ESTRATEGIA DE CAMBIO ORGANIZACIONAL.....	12
CAPITULO 2: ESTUDIO EMPÍRICO.....	13
LA EMPRESA.....	13
PROCESOS DE NEGOCIO Y DE SOPORTE .....	13
POSVENTA Y SERVICIO DE CARROCERÍA Y PINTURA.....	16
PRODUCTO.....	17
CLIENTES .....	17
CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE DAÑO .....	18
PROCESO PRODUCTIVO .....	18
DIAGRAMA DE RECORRIDO .....	21

CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.....	23
INFORMACIÓN GENERAL .....	23
ANÁLISIS DE INDICADOR CLAVE .....	24
DIAGNÓSTICO.....	26
KPIs PRINCIPALES DEL PROCESO .....	33
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA.....	36
SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA .....	36
ASIGNACIÓN DE TRABAJOS.....	38
ESTUDIO DE MÉTODOS.....	43
IMPLEMENTACIÓN DE 5S .....	51
RESULTADOS EN KPI.....	65
CAPÍTULO 5. TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	67
MODELO 7S DE MCKINSEY .....	67
ESTRATEGIAS DE CAMBIO ORGANIZACIONAL .....	71
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	74
CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	80
INGRESO .....	80
EGRESOS.....	80
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1.1. MAPA CONCEPTUAL – LEAN SIX SIGMA.....	3
FIGURA 2.1. CADENA DE VALOR .....	14
FIGURA 2.2. SERVICIO POSVENTA.....	16
FIGURA 2.3. PARTICIPACIÓN POR TIPO DE CLIENTE (2014).....	17
FIGURA 2.4. PARTICIPACIÓN DE CADA TIPO DE DAÑO (2014).....	18
FIGURA 2.5. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE REPARACIÓN .....	19
FIGURA 2.6. ORGANIGRAMA DEL TALLER.....	20
FIGURA 2.7. DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	22
FIGURA 3.1. RESULTADOS ÍNDICE DE SATISF. DEL CLIENTE 2014 .....	24
FIGURA 3.2. RESULTADOS POR TEMA CLAVE .....	25
FIGURA 3.3 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DE ANÁLISIS .....	28
FIGURA 3.4. RESULTADOS TIEMPO DE ESTANCIA (2014).....	34
FIGURA 3.5. RESULTADOS OT ATENDIDAS (2014).....	34
FIGURA 3.6. TIEMPOS EN EL PROCESO ACTUAL (HORAS).....	35
FIGURA 3.7. PORCENTAJE DE TIEMPO - SUBPROCESO.....	35
FIGURA 4.1. PORCENTAJE DE TIEMPO - PREPARACIÓN .....	43
FIGURA 4.2. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL .....	46
FIGURA 4.3. CROQUIS DE LA ESTACIÓN DE PREPARACIÓN .....	46
FIGURA 4.4. ESTUDIO DE MÉTODOS – ANÁLISIS ACTUAL .....	47
FIGURA 4.5. DIAGRAMA BIMANUAL MEJORADO .....	50
FIGURA 4.6. GRÁFICO COMPARATIVO DE DIAGR. BIMANUALES .....	51
FIGURA 4.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE CLASIFICACIÓN .....	53
FIGURA 4.8. TARJETA ROJA.....	53
FIGURA 4.9. HALLAZGO SEITON, CARROCERÍA.....	54
FIGURA 4.10. HALLAZGO SEIRI, PREPARACIÓN .....	54
FIGURA 4.11. HALLAZGO SEIRI, PINTADO .....	55

FIGURA 4.12. HALLAZGO SEIRI, ALMACÉN .....	55
FIGURA 4.13. LAYOUT - ÁREAS A EJECUTAR TRABAJOS .....	56
FIGURA 4.14. ORDEN – SITUACIÓN INICIAL .....	57
FIGURA 4.15. ORDEN – SITUACIÓN FINAL .....	57
FIGURA 4.16. HALLAZGO SEISO, CARROCERÍA .....	59
FIGURA 4.17. HALLAZGO SEISO, PREPARACIÓN .....	59
FIGURA 4.18. HALLAZGO SEISO, ALMACÉN DE PINTURAS Y GENERAL .....	60
FIGURA 4.19. HALLAZGO SEISO, ESTACIONAMIENTOS .....	60
FIGURA 4.20. TACHOS CLASIFICADORES DE DESPERDICIOS .....	61
FIGURA 4.21. MANUAL DE PROCESOS Y TALLERES .....	62
FIGURA 4.22. RESULTADOS 5S - REFERENCIAL .....	63
FIGURA 4.23. GRÁFICO COMPARATIVO DE TIEMPOS .....	66
FIGURA 5.1. GRÁFICO DEL TRABAJO AMPLIADO .....	72
FIGURA 5.2. GRÁFICO DE EQUIPOS AUTODIRIGIDOS .....	73
FIGURA 5.3. DIAGRAMA GANTT DEL PROYECTO .....	75
FIGURA 6.1. RESUMEN FLUJO DE CAJA ECONÓMICO .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SÍMBOLOS DE ESTUDIO DE MÉTODOS.....	7
TABLA 2.1. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE DAÑO .....	18
TABLA 3.1. ENCUESTA - TEMAS CLAVES PARA EL CLIENTE .....	24
TABLA 3.2. CLASIFICACIÓN DE CAUSAS.....	30
TABLA 3.3. TIEMPO DE ESTANCIA Y OTS ATENDIDAS (2014) .....	33
TABLA 3.4. TIEMPOS DE ESPERA Y PROCESO PROMEDIO (HORAS).....	34
TABLA 4.1. MATRIZ DE PROYECTOS .....	37
TABLA 4.2. ASIGNACIÓN – MÉTODO ACTUAL.....	41
TABLA 4.3. PRODUCTIVIDAD HISTÓRICA.....	41
TABLA 4.4. ASIGNACIÓN – MÉTODO OPTIMIZADO.....	42
TABLA 4.5. ACTIVIDADES DEL SUBPROCESO DE PREPARACIÓN .....	43
TABLA 4.6. COMPARACIÓN DE DIAGRAMAS .....	50
TABLA 4.7. LISTA DE REGISTRO DE DESPERDICIOS.....	55
TABLA 4.8. RESUMEN PROYECTO 5S .....	64
TABLA 4.9. CUADRO COMPARATIVO DE TIEMPOS (HORAS) .....	66
TABLA 4.10. RESUMEN DE RESULTADOS.....	66
TABLA 5.2. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES .....	76
TABLA 6.1. INGRESOS POR MANO DE OBRA.....	80
TABLA 6.2. COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA.....	81
TABLA 6.3. COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN .....	81
TABLA 6.4. COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN.....	82
TABLA 6.5. INCENTIVOS.....	82
TABLA 6.6. INVERSIÓN.....	83
TABLA 6.7. FLUJO DE CAJA PROYECTADO .....	85
TABLA 6.8. INDICADORES DE RENTABILIDAD .....	86

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio tiene como objetivo incrementar la capacidad productiva de un taller automotriz mejorando la eficiencia del uso de recursos y la productividad de la mano de obra del proceso de reparaciones de Carrocería y Pintura. Para alcanzar esto, se realiza un diagnóstico del proceso productivo y de la organización, a partir de los cuales se estructurarán propuestas de mejora empleando varias herramientas de Ingeniería Industrial.

En el primer capítulo, se presentan los conceptos y definiciones de las herramientas y modelos que serán empleados en el desarrollo de la tesis. En el segundo capítulo se muestra el contexto general del negocio de la empresa, su cadena de valor y la descripción del proceso productivo. Luego, en el tercer capítulo, se realiza el análisis y diagnóstico del caso de estudio en base a la información recolectada e identificando los problemas en el proceso productivo.

Posteriormente, en el capítulo cuatro, se desarrollan las propuestas de mejora utilizando herramientas de Ingeniería Industrial para lograr alcanzar el objetivo planteado. En el capítulo cinco, se muestran las estrategias que se deben aplicar para alcanzar efectivamente el cambio organizacional. Asimismo, se detalla el cronograma de actividades y responsables. En el capítulo seis, se evalúa la viabilidad financiera del proyecto con el análisis del flujo económico, desarrollado a partir de los ingresos que se generarían por el aumento de la producción y los costos de inversión para la implementación de las mejoras. Finalmente, en el capítulo siete, se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso de estudio.

## CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se muestran los conceptos teóricos y definiciones de las herramientas que serán la base para el desarrollo de la tesis.

### **Proceso**

Un proceso se define como una agrupación de actividades y operaciones que se realizan para generar valor. Buscan satisfacer las necesidades de los clientes externos o internos de la empresa, mediante la transformación de la materia prima o brindando un servicio. Asimismo, para el control y evaluación del desempeño de los procesos se utilizan indicadores clave, *KPI (key performance indicator)*, que permiten dar seguimiento y asegurar el cumplimiento de objetivos, además de tomar medidas preventivas y correctivas a fin de obtener los resultados deseados (Fúquene, 2007).

Según Bonilla y Kleeber (2010), un proceso es una serie continua de actividades que utilizan recursos (*inputs*), que son transformados en bienes o servicios (*outputs*), los cuales pueden ser tangibles o intangibles y destinados para clientes o usuarios finales.

### Clasificación de procesos

De acuerdo con Suñé (2004), los procesos productivos se clasifican según diferentes criterios.

Según el grado de automatización:

- **Manuales:** Son tareas del proceso que requieren que los operarios realicen actividades con la intervención directa de sus manos, usando herramientas o equipos.
- **Automático:** Con el uso de robots o máquinas automatizadas se realizan actividades donde no es necesario la participación de los operarios o la manipulación de piezas.
- **Semiautomático:** Es la combinación de las dos clasificaciones anteriores. Comúnmente es una operación donde el operario realiza parte de la tarea de forma manual y luego una maquina la completa.

Según la naturaleza del flujo productivo:

- Proceso unidad por unidad: El flujo productivo es cíclico, donde el producto se elabora de uno en uno de forma continua. Las células de ensamble o líneas de producción son ejemplos de esta clasificación.
- Procesos por lotes: Los productos finales son obtenidos en grupos (lotes) de forma continua. Este tipo de clasificación es más flexible que la anterior y permite que se puedan trabajar diferentes productos reajustando los parámetros de la máquina.

### Metodología *Lean Six Sigma*

*Lean Six sigma* es una metodología de mejora de procesos, basada en la mejora de la productividad, reducción de variaciones y la eliminación de desperdicios, que se crea de la combinación de las teorías de *Six Sigma* y *Lean Manufacturing*, según S. Furterer (2016).

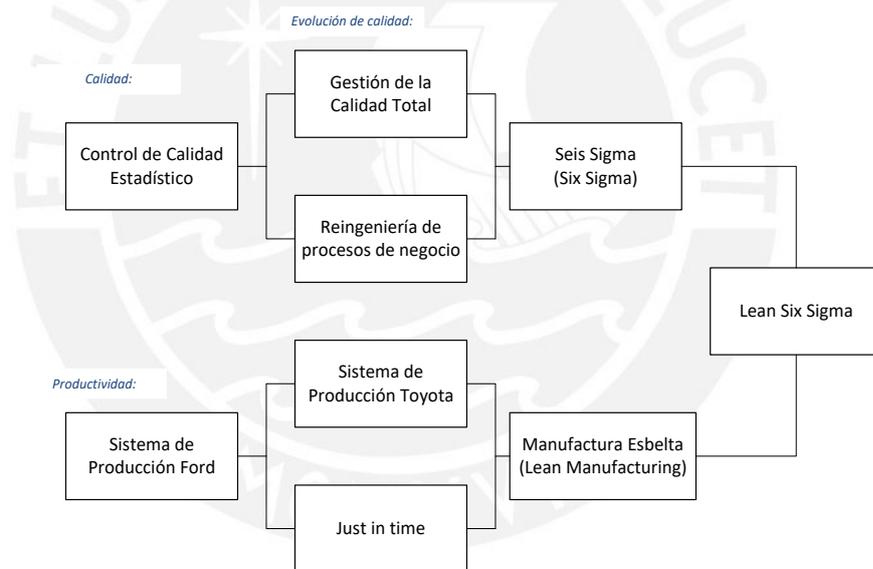


Figura 1.1. Mapa conceptual – Lean Six Sigma  
Fuente: S. Furterer, 2016

Por un lado, el concepto de *Six Sigma* fue desarrollado por Motorola Corporation y popularizado por General Electric Corporation en los años 90, en los esfuerzos de la compañía para mejorar la calidad de sus productos y satisfacer las exigencias del mercado. Como se presenta en la Figura 1.1, este concepto precisa implementar el uso de estadística para recolectar y analizar el rendimiento de los procesos productivos. Su objetivo es optimizarlos a partir del diagnóstico y análisis estadístico de variables clave, con lo cual se incrementa la eficiencia de los recursos, la calidad y la capacidad productiva (W. Breyfogle, 2003).

Por otro lado, según Manuel Carreras (2011), *Lean Manufacturing* o Manufactura esbelta es una metodología que se enfoca en la reducción del ciclo productivo y en los desperdicios en los procesos. Diseñado por *Toyota Motor Corporation*, la manufactura esbelta se entiende como la persecución de la mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio o despilfarro de todo aquello que no agrega valor al producto. Estas son identificadas como actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente.

### **Metodología DMAIC**

Según Aruleswaran (2010), para lograr integrar la filosofía de *Six sigma* en la organización es necesario utilizar la metodología DMAIC. Esta se enfoca en el desarrollo e implementación de la mejora de procesos en las operaciones rutinarias, y produce rápidos resultados. Asimismo, este método de solución de problemas afecta positivamente al performance de los negocios, en la satisfacción del cliente y del trabajador.

DMAIC, en sus siglas en inglés, establece primero identificar un problema en el negocio (Definir), después se realizan tomas de datos y se estructuran métricas de procesos (Medir), luego se generan estadísticas y se plantean soluciones a implementar (Análisis y Mejora), y finalmente se aplican controles para asegurar la estandarización de los cambios (Control).

#### Definir

En la fase de Definir, se identifica el problema, el objetivo del proyecto y el alcance. Además, se realiza la descripción del negocio y los factores críticos para el cumplimiento de las exigencias de los clientes. Siendo necesario definir el problema empírico en términos de criterios métricos.

#### Medir

En esta fase se establece la información base para realizar las métricas, con las cuales se logrará el correcto mapeado del proceso a detalle. Todos los recursos como mano de obra, materiales, insumos y repuestos, son registrados para tener un claro entendimiento de la eficiencia en su estado inicial.

#### Análisis

El objetivo de esta etapa es la identificación de la causa raíz del problema y establecer la relación entre las variables de insumos y productos. Adicionalmente, se usan herramientas de calidad que permiten, paso a paso, realizar un análisis del

proceso productivo, entre las cuales resaltan: la lluvia de ideas, el análisis de Pareto y el diagrama Ishikawa.

### Mejora

En esta fase se generan y se prueban las oportunidades de mejora para incrementar el rendimiento de los procesos en base a la identificación de la causa raíz. Asimismo, se usan herramientas de optimización que permitirán usar eficientemente los recursos y obtener resultados en la capacidad productiva. Luego, se comparan los resultados con la información y data inicial para tener métricas de las mejoras obtenidas.

### Control

En la fase de control se documentan las mejoras desarrolladas y toda la información del estudio se consolida. Además, se desarrolla un plan de implementación con los cronogramas de ejecución de tareas. Se realiza también un cuadro con responsabilidades usando la matriz RACI, que es una tabla en la cual se asignan tareas y funciones específicas a equipos de trabajo o especialistas. Finalmente, se obtiene la hoja de ruta para la implementación de las mejoras a detalle.

## **Investigación de Operaciones**

Según Taha (2004), la investigación de operaciones se origina en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial para mejorar la eficiencia logística de la distribución del material bélico. Esta es una herramienta de modelamiento matemático que permite optimizar procesos y tomar decisiones a partir del análisis de datos y variables.

### Modelo de programación lineal

La programación lineal es utilizada en modelos de optimización donde la función objetivo y las restricciones son de variables lineales. La aplicación de esta herramienta es diversa y se pueden observar casos de optimización en agricultura, transporte, salud, fuerzas armadas, construcción, etc. (Taha, 2004)

Según Sala (2000), un problema de optimización se define por:

- Las variables instrumentales ( $x$ ): Son las variables de decisión que determinan la optimización.
- La función objetivo  $F(x)$ : Es la expresión descriptiva en términos matemáticos con el objetivo de optimizar las variables.
- Preparación de data: Es la extracción de la data histórica específica para la optimización revisando las variables instrumentales necesarias.

- El conjunto de oportunidades ( $K$ ) o conjunto de los valores que satisfacen todas las condiciones del problema. En general  $K = \bigcap_{i=1}^m h_i(X)$ , donde  $h_i(X)$  son las ecuaciones de restricción.

La estructura del modelo matemático se caracteriza por:

- La función objetivo lineal:

$$F(x) = c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \dots + c_n * x_n$$

Las condiciones o restricciones del problema son lineales:

$$h_m(x): a_{m1} * x_1 + a_{m2} * x_2 + \dots + a_{mn} * x_n \leq b_m$$

Donde  $c_i$  y  $a_{mi}$  son constantes numéricas que puede tomar valores según las condiciones de la función objetivo o restricciones.

- las variables instrumentales se definen según el tipo de problema. Se usa una condición de no negatividad o de valores binarios (1 o 0) para modelos de programación entera.

### **Manufactura Esbelta**

La filosofía de la Manufactura esbelta fue desarrollada por el ejecutivo de Toyota Taiichi Ohno (1912-1990), y con su implementación, el sistema de producción de esta empresa de automóviles japonés presentó aumentos de la productividad con la identificación y reducción de “desperdicios”. Meyers (2006) define “desperdicios” a cualquier actividad humana que consume recursos de la empresa y no crea valor agregado al producto final.

Para lograr clasificar los “desperdicios”, Taiichi Ohno, analizó el sistema productivo de las plantas de Toyota, y determinó seis tipos:

1. Errores que requieren rectificación, es decir, cualquier trabajo repetido es desperdicio.
2. La sobre producción y los inventarios que no se usan son desperdicios que concurren en gastos de almacenamiento excesivos.
3. Las etapas del proceso que son inútiles y que se pueden eliminar sin perjuicio del valor del producto final elaborado.
4. Traslados, muda, movimientos de personal o inventario que no crea valor.
5. Tiempos de espera ociosa de trabajadores que se generan por el tiempo que el inventario llega a su puesto de trabajo. Esto se ocasiona por cuellos de botella en la línea de producción por un desbalance de esfuerzo o carga de producción.

- Los inventarios que no son demandados y se producen en exceso. Los stocks de seguridad o la producción anticipada generan costos de almacenamiento y son considerados “desperdicios”.

### Estudio de métodos – Diagrama bimanual

Según De La Fuente (1996), se requieren instrumentos adecuados para describir y transmitir los sistemas productivos de una organización. Aquellos son lenguajes que facilitan la comprensión por parte del personal mediante el uso de gráficas o diagramas que se adaptan a los requerimientos de los usuarios.

Entre estos diagramas se encuentra el Diagrama bimanual, el cual presenta las actividades simultáneas realizadas por las dos manos del operario. Comúnmente es usado para tareas repetitivas de un proceso productivo y donde se detallan los movimientos y acciones. Así, las operaciones que aparecen al mismo nivel, se realizan en simultáneo por ambas manos.

En la siguiente tabla se describen los símbolos usados en un diagrama bimanual:

Tabla 1. Símbolos de Estudio de métodos

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	<b>Operación:</b> para las actividades de sujetar, utilizar, soltar una herramienta, pieza o material.		<b>Transporte:</b> representa el movimiento de la mano hasta la mesa de trabajo, herramienta, pieza o material.
	<b>Almacenamiento:</b> para la actividad de sostener una herramienta o pieza.		<b>Demora:</b> se utiliza cuando las manos no trabajan y están a la espera de que se termine de realizar otra actividad.

Elaboración propia

Para De la Fuente (1996), cuando se realiza un estudio de métodos donde se aplican los diagramas bimanuales, se deben seguir los siguientes pasos:

- Selección del trabajo que se desea mejorar: Determinar el proceso repetitivo que tiene oportunidad de reducir tiempos muertos y aumentar su productividad.

2. Descripción del método actual: Con el uso del diagrama bimanual se detallan las actividades de cada mano según la simbología estandarizada.
3. Crítica al método actual: Apoyada en conocimientos técnicos y experiencia, se trata de identificar problemas y oportunidades de mejora.
4. Diseño del nuevo método: Con un nuevo diagrama bimanual propuesto se presentan las mejoras en los movimientos de las manos.
5. Comparación de los dos métodos: Usando gráficos y tablas se muestra la reducción de movimientos y tiempos muertos con la propuesta mejorada.
6. Entrenamiento y control: Etapa donde se define cómo se realizará el entrenamiento y control para que los técnicos adopten este nuevo método como hábito.

### **Gestión de la calidad total – aplicación 5S**

Según Díaz de Santos (1996) la calidad total está orientada a gestionar el proceso productivo de la empresa basándose en alcanzar la ventaja competitiva de la calidad y la satisfacción total de los clientes. Con el desarrollo de un programa de actividades de detección de anomalías, apoyado con la colaboración de todos los trabajadores a nivel individual y grupal, se mejora el nivel de seguridad, la confiabilidad de máquinas, productividad de la mano de obra y orden de herramientas (Sacristán, 2008).

Según Rey (2008), las 5S son principios surgidos en Japón que buscan alcanzar niveles óptimos de limpieza y orden en un área de trabajo mediante una serie de pasos que a continuación se detallan:

1. Organizar y seleccionar (*Seiri*): Se trata de separar y clasificar lo que sirve o no.
2. Ordenar (*Seiton*): Se establece una organización para las herramientas y objetos de uso común.
3. Limpiar (*Seiso*): Se identifican fuentes de suciedad y se aplican medidas correctivas para evitarlas. Asimismo, se capacita a los trabajadores para desarrollar un hábito de limpieza de sus áreas y equipos.
4. Mantener la limpieza (*Seiketsu*): Se instituyen estándares de limpieza y orden para mantener el nivel alcanzado. Esto incluye establecer normas sencillas y visibles que permite el control continuo.

5. Rigor en la aplicación de consignas (*Shitsuke*): Generar un cambio en la manera cotidiana en la que los técnicos manejan el orden y limpieza propia. Asimismo, se exige la aplicación de hojas de control e indicadores para ser rigurosos en mantener el nivel alcanzado, generando disciplina y autonomía.

## **Herramientas de Calidad**

### Diagrama de Causa y Efecto

El Diagrama de Causa y Efecto es una herramienta de análisis que se puede usar para diversos fines. En primer lugar, permite ordenar las causas potenciales de un problema de forma para tener una idea estructurada y completa. En segundo lugar, muestra lo que realmente está sucediendo en el proceso, analizando todos los aspectos del mismo. Finalmente, es una herramienta visual que sirve para capacitar a equipos y personas, con el fin de identificar la causa raíz (Chang, 1999). Para desarrollar esta herramienta se deben cumplir las siguientes etapas:

- Etapa 1: Se debe designar un límite de tiempo, un espacio específico para tomar apuntes y una persona que se encargue de anotar las ideas del grupo.
- Etapa 2: Se identifica el Efecto o problema que se desea analizar, el cual se anota en el recuadro del lado derecho del esquema.
- Etapa 3: Se diagraman líneas para colocar las categorías, las cuales serán las “ramificaciones” del problema a estudiar. Entre las más utilizadas están: Maquinaria, Método, Mano de obra, Materiales y Medio ambiente.
- Etapa 4: Se identifican las posibles causas y se escriben dentro de cada categoría. Estas deben tener “sus propias ramificaciones” para obtener así la causa raíz.
- Etapa 5: Cuando se tiene completo el diagrama, se debe seleccionar un grupo de causas con son las más probables y que se consideran las más importantes para el problema seleccionado.

### Lluvia de Ideas

Para Robert S. Winter (2000), la lluvia de ideas es una herramienta de creatividad que es empleada efectivamente en los trabajos grupales y genera una lista de ideas extensa sobre un tema en particular. Además, se debe considerar las siguientes reglas:

- Establecer el propósito de la sesión y comunicárselo a todo el grupo.
- Establecer turnos y secuencias de participación.

- Presentar una sola idea por turno, de forma que la cada integrante comparta su idea.
- Evitar las críticas o evaluaciones de las ideas de otros.

Asimismo, Summers, autor del “Manual de Trabajo en Equipo”, menciona que la riqueza de la información recaudada en una sesión de lluvia de ideas se basa en el esfuerzo grupal, en la facilidad de expresión y en dar ideas a partir de otras. Como se muestra en la Figura 1.3, para poder reducir la lista, se debe aplicar el método de la votación múltiple, de tal forma que la lista disminuye y solo quedan las ideas más relevantes. Las etapas son las siguientes:

1. Se determina el criterio para la selección de ideas.
2. Se identifica cada idea con una letra.
3. Se determina que cada miembro vote por un número definido de ideas.
4. El voto se realiza en privado y anónimamente.
5. Se contabiliza los votos y se hace un recuento para verificar que todos votaron.
6. Se decide cuáles ideas son las ganadoras y se elimina el resto.
7. Se usan prioridades para las ideas con mayor número de votos y se ordenan de mayor a menor para tener las más importantes.

Por otro lado, Summers (2006), comenta que la duración de las sesiones puede ser de 10 a 45 minutos y que algunos líderes realizan grupos interdisciplinarios para obtener ideas desde distintos puntos de vista. Estas sesiones finalizan cuando las ideas se acaban o empiezan a repetirse. Luego, deben ser ordenadas y clasificadas usando un Diagrama Causa – Efecto.

### **Transformación de negocios y *Meta management***

Según Uhl (2012), el *Meta management* se define como la macro gestión de un negocio. Asimismo, en su libro desarrolla la importancia de comprender los procesos y a la organización (personas), y siendo necesario tener un enfoque holístico que permita integrar y dar un balance entre lo racional y lo emocional.

Asimismo, Uhl, autor del libro *Business Transformation Management Model*, propone el análisis interno mediante el modelo Mckinsey 7S y sus siete pilares. Con ello se logra realizar un diagnóstico de la organización y se evalúa su capacidad de cambio.

Por otro lado, todo proyecto de transformación tiene dos enfoques: Dirección y Estructuras de cambio. En el primero, se encuentran tres focos de atención: el Valor, que es valor neto contable de un negocio; el Riesgo, definido como las amenazas

que impactarán el valor de la empresa; y la Estrategia, que es el conjunto de iniciativas que guían los objetivos organizacionales. En la estructura del cambio se ubican cuatro focos: procesos, tecnología de la información, cambio organizacional y entrenamientos y competencias. El punto de encuentro de estos dos enfoques es la Gestión de los proyectos, donde se implementan las propuestas de mejora y se generan programas y planes de ejecución.

### **Mckinsey - Diagnóstico 7s**

Según Samygin-Cherkaoui (2015), el modelo de las 7S de Mckinsey es utilizado para el análisis organizacional interno y realizar un diagnóstico sistemático de una empresa. Además, este modelo describe la capacidad de cambio de un negocio, enfocándose en las relaciones entre las áreas estratégicas y operacionales. Los siete aspectos que se consideran para el análisis son los siguientes:

**Estrategia (*Strategy*):** Se refiere a qué define la organización como valor único o ventaja competitiva. Algunos ejemplos son los costos bajos, diversificación, innovación, etc.

**Estructura (*Structure*):** Es cómo la empresa está organizada, puede ser una estructura funcional, donde las áreas están especializadas en una función en particular como ventas, servicio, producción o estructura divisional, donde las divisiones contienen todos los elementos funcionales y se especializan según su localización, producto o servicio.

**Sistemas (*Systems*):** Representa a las reglas, regulaciones, estándares y procesos para gestionar las actividades de la empresa. Asimismo, incluye la evaluación, seguimiento y control del personal, productividad, metas, planificación de proyectos y ejecución de programas.

**Personal (*Staffing*):** Se refiere a los trabajadores de la organización, tanto personal técnico como administrativo. Además, se describe las metodologías de selección, reclutamiento, entrenamiento y evaluación de rendimiento, aspectos como liderazgo y cumplimiento de objetivos que se valoran en el personal supervisor o gerencial.

**Habilidades (*Skills*):** Son las características distintivas de la organización. Es “en lo que es buena” la organización y las competencias que tiene su personal que permite lograr la ventaja competitiva.

**Estilo (*Style*):** Se refiere a las características de liderazgo y visión estratégica de los gerentes y jefes, así como las relaciones que mantienen con sus subordinados y la

organización en su totalidad. Asimismo, se describe la cultura organizacional y el clima laboral en términos de progresión de carrera, facilidades, infraestructura laboral, herramientas de trabajo, políticas de convivencia, etc.

Valores compartidos (*Shared values*): Son los valores que identifican a la organización y que todo el personal comparte, incluye la visión general, las expresiones y prácticas informales alrededor de la empresa. Estos principios o ideas se basan en el propósito de la organización y su visión.

Luego de hacer el diagnóstico a partir de cada etapa de las 7s de Mckinsey, se analizan los hallazgos y se obtiene un juicio de la capacidad de la empresa para enfrentarse a cambios organizacionales.

### **Estrategia de Cambio Organizacional**

Según Heizer y Render (2007), una de las principales limitaciones de los trabajos especializados es evitar emplear todas las capacidades de las personas. Los trabajadores podrían aumentar sus habilidades con el aprendizaje empírico en campo y facilitar el polifuncionalismo, a beneficio de la empresa, para lo cual se emplean diversas estrategias para lograr el cambio.

Algunas estrategias estudiadas son:

- Diversificación de trabajos: Heizer y Render (2007) menciona que la variedad hace que el trabajo sea “mejor”, y el empleado, por tanto, disfruta de una mayor calidad de vida en el trabajo. Esta flexibilidad se traduce en beneficios tanto para el empleado como para la organización.
- Trabajo ampliado: significa que se añaden tareas relacionadas a las habilidades que el técnico ya posee.
- Rotación de puestos: También conocido como desplazamiento interno, esta estrategia se caracteriza por trasladar a un trabajador de un puesto a otro, de tal forma que se adquieren conocimientos y competencias para convertirlo en polifuncional.
- Equipo autodirigido: Donde todos se basan en la toma de decisiones por consenso para elegir cómo resolver problemas relacionados con el trabajo, diseñar sus propios puestos de trabajos y programar sus ratos de descanso, (Dessler, 2000).

## **CAPITULO 2: ESTUDIO EMPÍRICO**

En este capítulo se presentan los datos empíricos recolectados del caso de estudio. Se muestra el contexto general del negocio, la cadena de valor y descripción del proceso productivo.

### **La empresa**

La empresa en estudio es representante oficial en el Perú de cuatro marcas de vehículos internacionalmente reconocidas. Asimismo, la empresa se encarga de las actividades de importación, distribución, financiamiento, servicio posventa y mantenimiento vehicular. Cuenta con más de 50 años de experiencia en el mercado, y continuamente busca fortalecer y ampliar la red de concesionarios dentro y fuera de Lima. En el Anexo 5 se muestra el análisis de las 5 fuerzas de Porter y su aplicación en la empresa en estudio.

#### Misión:

Lograr el reconocimiento de los clientes como el mejor proveedor de servicios vehiculares, alcanzar el crecimiento de su rentabilidad con el compromiso y participación de todos sus colaboradores.

#### Visión:

Ser considerados como la empresa líder del rubro en temas de atención al cliente y calidad de servicios automotrices.

### **Procesos de negocio y de soporte**

Para entender el negocio y sus principales procesos, a continuación, se describe la cadena de valor de la empresa en estudio:

#### Logística Interna

La logística se controla desde dos categorías de almacenes: almacenes centrales de autos importados y repuestos; y almacenes “de stock”, dentro de los talleres. En la primera categoría, están los amplios estacionamientos donde se encuentran los autos o camionetas que se entregarán a sus compradores, y el almacén de repuestos importados. Estos almacenes son administrados por las áreas de Ventas y Logística correspondientemente. En la segunda categoría, los almacenes dentro de los talleres, se pueden encontrar los accesorios e insumos de pintura, los cuales son administrados por proveedores quienes gestionan la entrega según los pedidos y órdenes de trabajos del día a día.



Figura 2.1. Cadena de Valor  
Elaboración propia

### Operaciones

La empresa no fábrica o ensambla autos; sin embargo, entre sus principales operaciones se encuentran las reparaciones de mecánica, conformado de metal y pintado de piezas. Estas labores se realizan dentro de los talleres de reparación de Carrocería y Pintura, donde los autos llegan de forma particular (los dueños llevan sus propios vehículos) o son enviados por las compañías de seguro. El procedimiento es el siguiente: se realiza las evaluaciones de daños existentes, se realiza el pedido de repuestos, se repara la mecánica, la carrocería, se pinta la unidad y finalmente, antes de entregarla, se pule el metal y se lava el vehículo completo.

### Logística externa

La distribución tanto de vehículos como de accesorios se realiza de los almacenes centrales a los diversos puntos de venta, estos pueden ser los centros de servicio (talleres de reparaciones), los centros comerciales y exposiciones de vehículos. Toda esta operación es tercerizada con una empresa especializada en la movilización de autos. Por tal motivo, la empresa en estudio, supervisa los niveles de servicio y controla la operación con indicadores como el cumplimiento de órdenes de traslado, tiempo de atención y cuidado de la carrocería (por posibles raspones o abolladuras causadas por la manipulación).

### Marketing y ventas

Para la empresa en estudio la inversión en la capacitación de la fuerza de ventas y publicidad es importante para posicionar la marca e impulsar las ventas de sus vehículos. Además, entre los indicadores más relevantes está el Índice de satisfacción del cliente, el cual mide la percepción del usuario sobre los servicios que brinda la empresa. Este indicador es decisivo al momento de cambiar estrategias de marketing o mejorar los procesos internos.

Asimismo, por medio de sus locales de ventas en diferentes ciudades del país, la empresa busca cubrir varias regiones y llegar a clientes de diferentes rubros, vendiendo vehículos específicos para diversos trabajos y preferencias.

### Servicios

La empresa en estudio mantiene varios servicios posventa:

- Servicio Express: mantenimiento preventivo mecánico realizado en 1 hora.
- Carrocería y Pintura: Reparaciones y pintado del vehículo con la garantía de devolver la unidad con las mismas características de fábrica.
- Repuestos y Accesorios: gestión de repuestos y accesorios originales. Se busca tener un stock que permita dar atención inmediata a los pedidos de los talleres.

### Abastecimiento

Proceso que abarca la recepción y almacenamiento de recursos que necesita la empresa para su trabajo del diario. Los principales son: vehículos y repuestos originales importados, herramientas informáticas y mecánicas. Para esto la empresa cuenta con dos grandes almacenes. El primero es el centro de recepción de vehículos importados, donde se registran las unidades para la revisión de Aduanas y el segundo, el centro de repuestos, con un área de 5000 m<sup>2</sup> que sirve de centro logístico para todo el Perú.

### Desarrollo tecnológico

La empresa tiene un sistema propio de gestión y de base de datos para los servicios de posventa, mientras que la contabilidad y finanzas se encuentran administradas por el sistema *ERP SAP*. Sin embargo, para el seguimiento interno de los trabajos de reparaciones, aún no se cuenta con un software o sistema especializado.

### Recursos humanos

Los principales procesos dentro de Recursos humanos se centran en la contratación de personal, compensaciones y gestión del talento. La primera, realiza la selección de los nuevos trabajadores, definiendo un perfil adecuado a la posición por medio de pruebas de conocimiento y competencias, para finalmente, escoger al candidato, previa aprobación del jefe superior inmediato. El segundo, se encarga del control financiero de las remuneraciones, bonos, pago de seguros, AFP, entre otros, que afectan la remuneración final del trabajador. Finalmente, el tercero, se dedica a realizar capacitaciones, entrenamientos, eventos de integración y pruebas de rendimiento a todo el personal, a pedido de los jefes o según calendario. de actividades.

## Infraestructura de la empresa

La empresa maneja sus inversiones en infraestructura con el área de proyectos, la cual se encarga de estudiar las futuras ampliaciones o construcciones de nuevos locales, renovación de maquinarias o creación de centros de distribución. Actualmente, la estrategia de expansión de la empresa es en provincia, con la construcción de nuevos talleres de mecánica y puntos de ventas especializados.

## **Posventa y Servicio de carrocería y Pintura**

Al igual que las demás empresas distribuidoras de marcas automotrices del mercado, la empresa en estudio brinda el servicio de posventa. El cual incluye el mantenimiento y revisión de los vehículos desde el momento que es entregado al cliente, hasta el tiempo que la fábrica decide discontinuar el modelo.

El servicio de Posventa se divide en dos rubros: Mantenimiento preventivo mecánico y mantenimiento correctivo. El primero, representa el diagnóstico y reemplazo de equipamiento mecánico cuando se recorre cierta cantidad de kilómetros. El segundo, se entiende como las reparaciones en el vehículo ocasionado por un siniestro.

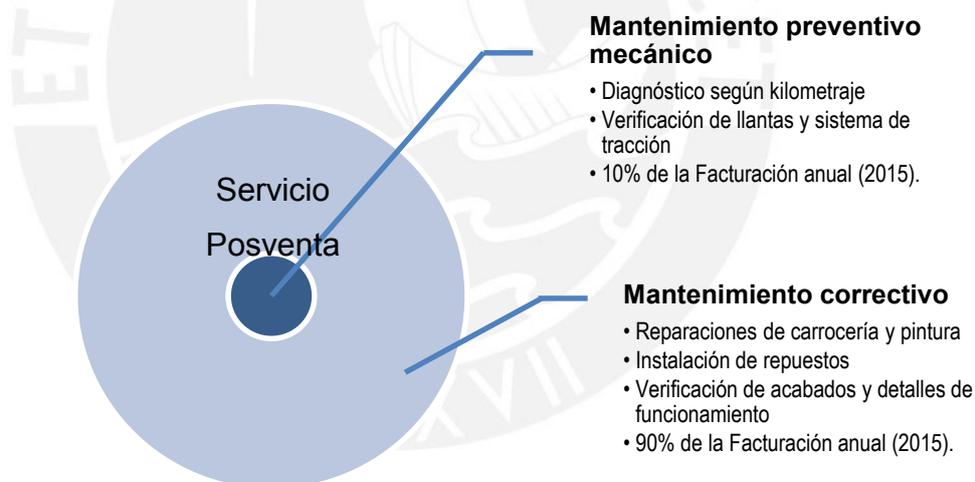


Figura 2.2. Servicio posventa  
Elaboración propia

En el rubro de Mantenimiento correctivo se encuentra el área de Carrocería y Pintura, que se encarga de brindar un servicio de reparación de mecánica de colisión, de la carrocería y la aplicación de pintura y embellecimiento de la unidad. Asimismo, carrocería y pintura es la unidad de negocio que genera mayores ingresos y por eso la importancia de optimizar y mejorar los procesos. Entre los talleres más representativos está el Centro de Servicio 1, que cuenta con un área total de 4000

m<sup>2</sup> de zonas administrativas, bahías de producción y estacionamientos de espera de proceso.

## Producto

El producto final de la empresa en estudio es el auto o camioneta reparado según los estándares de calidad de la marca fabricante. Cada proceso dentro del taller sigue pautas y todas las operaciones realizadas por los técnicos son evaluadas para obtener productos sin defectos y evitar reprocesos. Una vez terminada la reparación de mecánica, Carrocería y Pintura, se controla los detalles de calidad utilizando un *checklist* según el modelo del vehículo. Luego el auto es pulido, lavado y secado (etapa de embellecimiento) y, finalmente, el auto se entrega a su dueño explicándole el trabajo realizado, así como los cuidados para mantener la pintura y acabados.

## Clientes

Los clientes se agrupan en dos categorías según el responsable del pago del servicio: las compañías

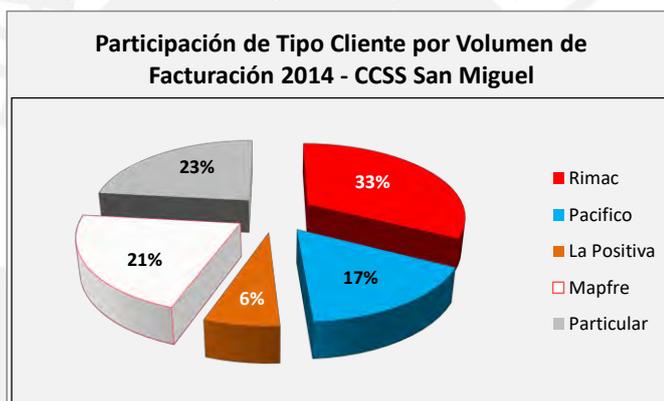


Figura 2.3. Participación por tipo de cliente (2014)  
Fuente: Reporte de Resultados 2014 – Empresa en estudio

Como se muestra en la Figura 2.3, el primer grupo está conformado por las principales compañías de seguros (Rímac, Pacífico, La Positiva y Mapfre) quienes llevan los vehículos siniestrados a los talleres de la empresa para reparar las unidades de sus afiliados.

El segundo grupo, “Particular”, son personas que han tenido algún accidente automovilístico y desean la reparación, cambio de partes o una revisión de la mecánica de sus vehículos.

## Clasificación del tipo de daño

Tabla 2.1. Clasificación del tipo de daño

Tipo de daño	Mano de obra (horas)		Paños de pintura (1m <sup>2</sup> )	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Leve	0	15	0	2
Medio	15	25	2	5
Fuerte	25	Indeterminado	5	indeterminado

Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 2.1, cada siniestro es diferente tanto en la cantidad de horas de mano de obra empleada para la reparación, como en el número de paños que requieren ser pintados.

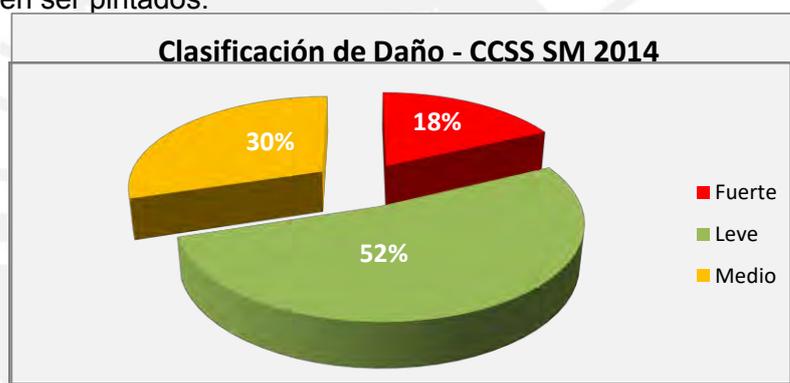


Figura 2.4. Participación de cada tipo de daño (2014)  
Elaboración propia

La empresa actualmente tiene un flujo de proceso continuo en el cual cada ingreso entra en la fila de espera para ser reparado. Sin embargo, como se muestra en la Figura 2.4., los siniestros leves son los más ocurrentes y requieren menor tiempo de mano de obra o paños de pintura. Lo que muestra que existe una oportunidad de mejora en trabajar independientemente cada tipo de daño y buscar una estrategia para reducir el tiempo de estancia de los vehículos dentro del taller.

## Proceso productivo

Como se muestra en la Figura 2.5, el proceso de servicio completo de reparación de un vehículo se divide en 3 etapas, en las cuales cada actividad puede tener tiempos promedios diferentes según el tipo de daño y la magnitud de las reparaciones necesarias.

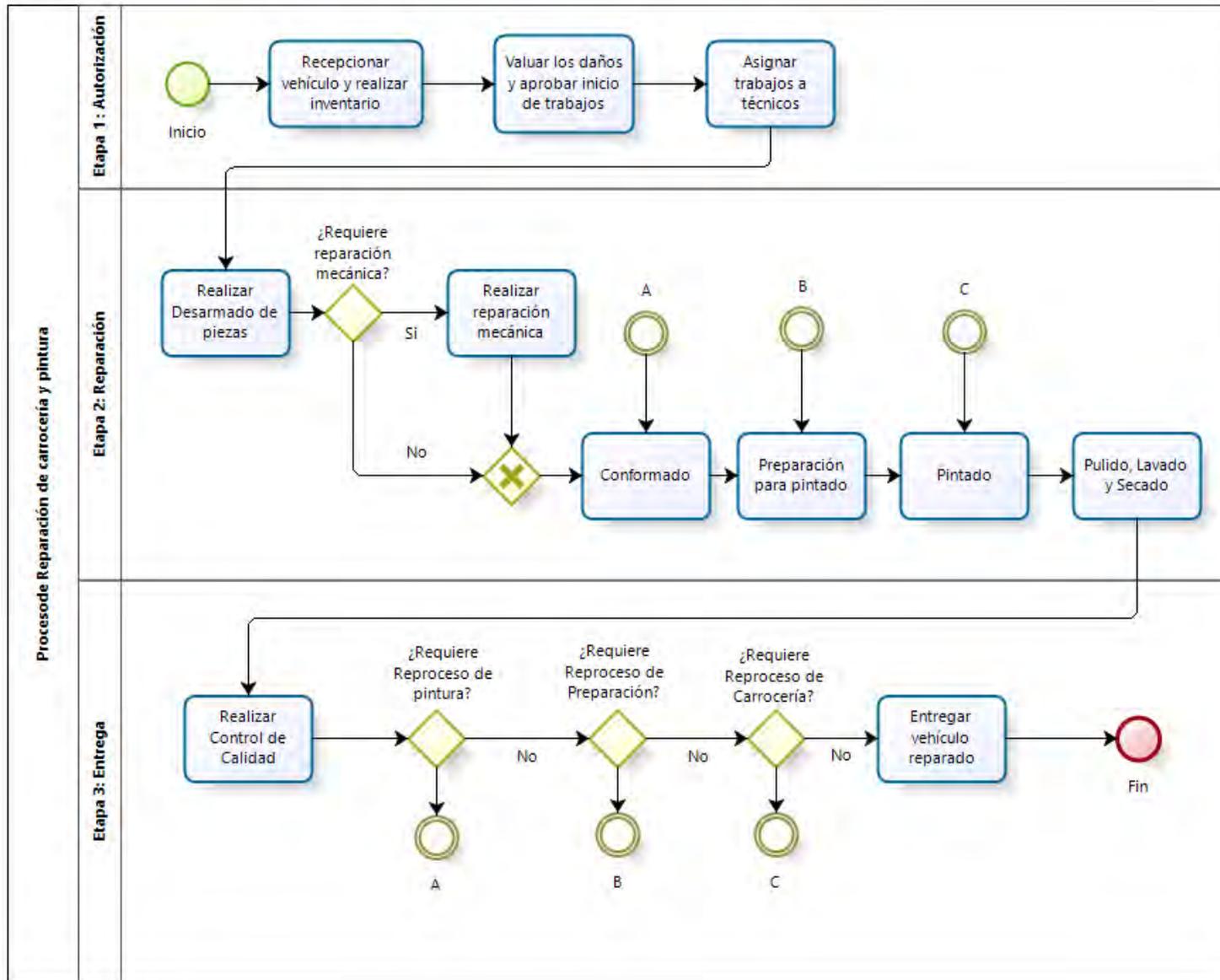


Figura 2.5. Flujograma del proceso de Reparación  
Elaboración propia

En primer lugar, se encuentra la etapa de autorización, en la cual se realiza la recepción del vehículo. Un asesor de Carrocería y Pintura realiza el inventario del vehículo y genera la orden de trabajo. Luego, en valuación, el técnico especializado en valorización de daños inspecciona el siniestro y realiza un listado de repuestos a reemplazar, así como horas hombre y paños de pintura que se requieren. A continuación, la compañía de seguro aprueba el caso y el supervisor de taller determina el inicio de los trabajos.

En la segunda etapa, correspondiente a las reparaciones, se inicia con la revisión de la mecánica y sistema de dirección. Luego, se realizan las reparaciones de carrocería, donde se busca dar la forma original a las láminas metálicas deformadas. A continuación, en preparación para pintado, se masilla las láminas, se dan los detalles de diseño de cada modelo de vehículo y se pintan los paños. Finalmente, las piezas pintadas son armadas al vehículo y se realiza el pulido y lavado general. Esta última etapa se llama también embellecimiento.

Por último, en la etapa de entrega, el controlista de calidad realiza una inspección minuciosa de los trabajos, revisando los detalles de pintura, y asignando los responsables de los retrabajos para ser solucionados al instante. Finalmente se entrega la unidad con aprobación del supervisor del taller, se revisa la conformidad del inventario, pago de franquicias y se cierra la orden de trabajo.

En la Figura 2.6, se muestra la estructura organizacional del taller, donde se puede observar los niveles de supervisión y control según las operaciones que se realiza:

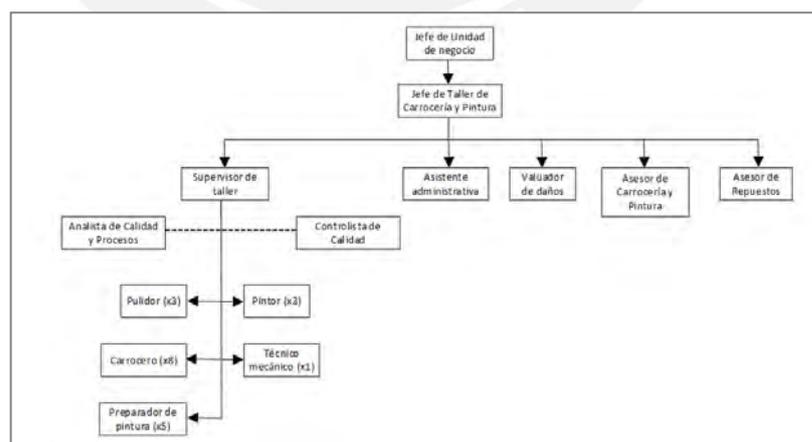


Figura 2.6. Organigrama del taller  
Elaboración propia

## Diagrama de Recorrido

En la Figura 2.7, se muestra el flujo del proceso dentro del taller. Este se realiza unidad por unidad y se identifica que el *layout*, diseñado por la empresa, es de tipo “en línea”, óptimo para producción continua pero no adecuado para la producción intermitente (como la reparación de vehículos), donde se ajusta mejor un *layout* por procesos o funcional.

Por otro lado, si bien el taller fue diseñado para que las operaciones se realicen de forma secuencial (de allí su recorrido en forma de U), existen inconvenientes como por ejemplo los tiempos de espera de aprobación, espera de repuestos o materiales, la priorización de otras órdenes de trabajo, tiempos de secado, entre otros.

Esto causa que el flujo ideal cambie y exista un movimiento continuo de vehículos entre las bahías de trabajo y el estacionamiento, ocasionando tiempos muertos, posibles choques leves o manipulación excesiva de los vehículos.

Actualmente el área de estacionamiento de espera cuenta con 20 máquinas elevadoras para el parqueo de vehículos en dos niveles, que en total tiene una capacidad para 40 vehículos.

Estas son maniobradas por los propios técnicos de reparación y no cuentan con ningún sistema de priorización ni ubicación optimizado, de tal manera que ellos identifican un espacio desocupado y movilizan el vehículo allí.

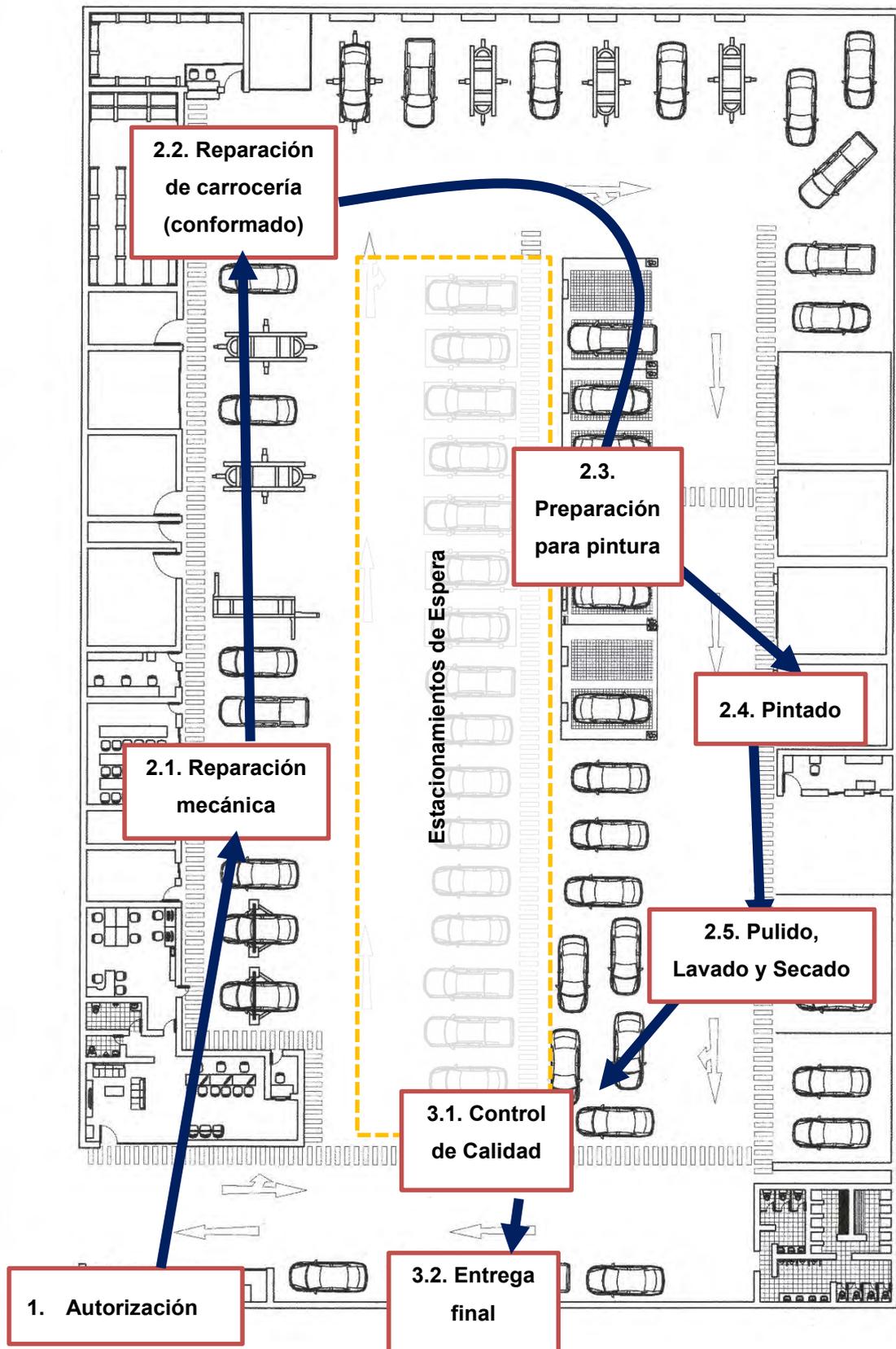


Figura 2.7. Diagrama de recorrido  
Elaboración propia

## CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

En este capítulo se realiza el análisis y diagnóstico del caso de estudio en base a la información recolectada e identificando los problemas del proceso productivo para estructurar las oportunidades de mejora.

### Información general

A continuación, se presentan algunas consideraciones iniciales para realizar el diagnóstico del proceso productivo.

- Los operarios tienen metas de producción que son determinadas según los objetivos de ventas de cada taller. Estas son mensuales y se obtienen incentivos económicos cuando se alcanzan. Sin embargo, el sistema de asignación de trabajos es aleatoria por decisión del supervisor del taller, sin revisar la carga de trabajo o productividad de cada técnico. Para este estudio se considera que la producción no tiene variación por causas externas.
- El horario de trabajo está establecido de 8am a 5pm de lunes a viernes y sábados de 8am a 12pm. Dado que los trabajos nos son programados óptimamente, los operarios comúnmente deben quedarse horas extras para cumplir con las fechas de entrega y esto ocasiona gastos extraordinarios al taller. Sin embargo, para los casos extraordinarios de vehículos con urgencia de entrega, se usan horas extras en determinadas operaciones. Para el presente estudio se considera un horario fijo de trabajo sin adicionales.
- El costo de producción está conformado por tres aspectos: el costo de la mano de obra, el costo del material y los costos indirectos de fabricación. Estos tienen variaciones principalmente porque no se tienen acuerdos a largo plazo con los proveedores. Los costos indirectos, en cambio, varían anualmente por asignaciones de gastos de ventas (campañas de marketing o incentivos a los vendedores de reparaciones extras) y pagos administrativos. Para este trabajo se considera que los costos anuales no sufrirán alteraciones extraordinarias.
- La reposición de los materiales e insumos utilizados en los trabajos de reparación metálica y en el pintado de los vehículos se realiza de forma inmediata (cuando hay stock) o con espera máxima de un día (cuando se acaba el stock en el almacén interno del proveedor). Sin embargo, la entrega de estos a los operarios demora por el desorden del almacén de materiales y la falta de experiencia del proveedor. Es por ello que existe tiempo muerto que afecta a todos los niveles del proceso de reparación y que será considerado en el estudio.

### Análisis de indicador clave

El rubro automotriz tiene muchos competidores que buscan siempre mejorar sus servicios posventa para aumentar su indicador de retención de clientes. Parte de la estrategia es conocer la opinión de los clientes e identificar las situaciones que les afecta. Por ello, la empresa cuenta con una encuesta de satisfacción del cliente con diez aspectos que son calificados con un valor del 1 al 10, presentados en la Tabla 3.1, donde cada uno está relacionada a un tema clave que es analizado mensualmente.

Tabla 3.1. Encuesta - Temas claves para el cliente

Temas Claves
Atención en general
Amabilidad y cortesía
Tiempo espera de Compañía de seguro
Tiempo de reparación de vehículo
Seguimiento avance trabajos
Agilidad y desempeño a la entrega
Calidad de reparación
Limpieza de automóvil
Cumplimiento fecha promesa de entrega
Explicación de trabajos realizados

Fuente: Encuesta de satisfacción al cliente – Empresa

En la Figura 3.1 se presenta la evolución del indicador Índice de satisfacción al cliente y el puntaje obtenido en cada pregunta por mes en un reporte del año 2014.

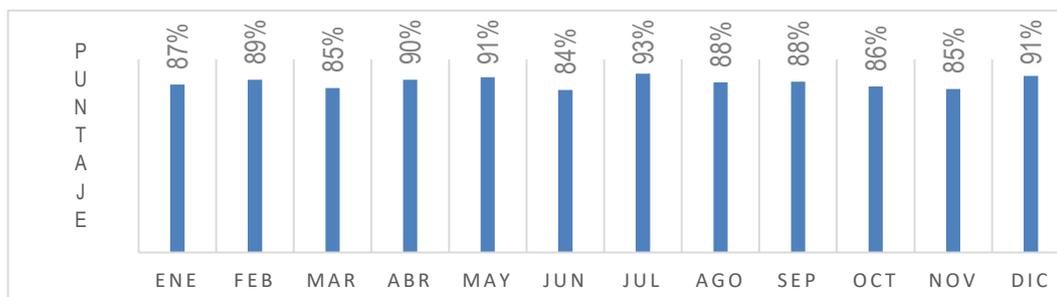


Figura 3.1. Resultados Índice de Satisfacción del Cliente (2014)

Fuente: Reporte de Resultados 2014 - Empresa

La empresa tiene como política que este indicador debe ser superior al 93% y según los resultados obtenidos (2014) solo se obtuvo en promedio 88%. Esto refleja que aún existen temas que se deben mejorar en el servicio.

Además, como se muestra en la Figura 3.2., existen dos temas que tienen la menor calificación: tiempo de espera de la compañía de seguros para aprobar los trabajos y el tiempo de reparación del vehículo.

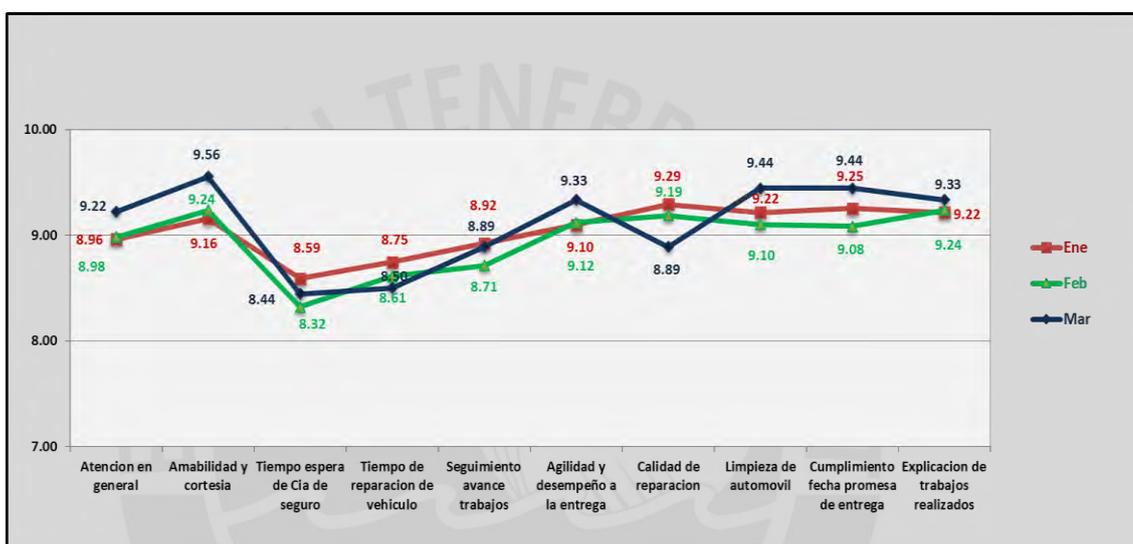


Figura 3.2. Resultados por Tema clave  
Fuente: Reporte de Resultados 2014 - Empresa

El primero se relaciona al trámite administrativo que realiza la compañía de seguros para aprobar los trabajos de reparación y asumir los costos tanto de repuestos como de mano de obra. Este proceso tiene una duración promedio de dos días, pero con la introducción de un nuevo programa automatizado de aprobaciones, gestionado por la propia compañía de seguros, este tiempo se planea reducir.

El segundo, se refiere al tiempo utilizado para el proceso de reparación, desde la autorización, revisión mecánica, pasando por el conformado del metal, el masillado de las piezas dañadas, el pintado y el embellecimiento final.

Ambos problemas son los más importantes para la empresa y se buscan alternativas en el mercado para solucionarlos. En el caso del primero, ya se cuenta con la puesta en prueba de sistema automatizado de aprobación. Sin embargo, el segundo,

identificado como el problema principal, aún no ha sido evaluado y este estudio de investigación busca generar propuestas para mejorarlo, obteniendo optimización tiempo de producción, y así, mejorar la satisfacción del cliente que espera que su vehículo sea reparado y entregado en el menor tiempo.

### **Diagnóstico**

Luego de identificar que el problema principal es el “excesivo tiempo de reparación del vehículo”, según el análisis del Índice de satisfacción al cliente, se estudió las posibles causas que lo originan.

Se realizó una lluvia de ideas en la que participaron técnicos, operarios, administradores y supervisores de talleres. Las causas que se comentaron fueron las siguientes:

- Ausencia injustificada de operarios.
- Mala programación de vacaciones.
- Problemas de salud recurrentes en operarios.
- Mano de obra insuficiente.
- Desbalance de número de operarios por cada operación.
- Operarios especializados, no polifuncionales.
- Excesivo tiempo de reposición de repuestos.
- Rotura de stock de repuestos en los almacenes de la empresa.
- Ineficiente proceso de envío de repuestos en importación.
- Demora en trámites y entrega de documentos para solicitar repuestos.
- Demora en reposición de materiales de pintura.
- Recurrente falta de insumos para carrocería.
- Incumplimiento de proveedores para la entrega de consumibles.
- Mal funcionamiento o inoperatividad de maquinarias.
- No existe un programa de mantenimiento total eficaz.
- Falta de capacitación continua sobre el uso de máquinas, equipos y herramientas.
- Falta de máquinas y herramientas para todos los operarios.
- Ineficiente asignación de trabajos.
- No se priorizan vehículos con daños leves.

- Asignación de los trabajos aleatoria y sin un criterio definido.
- Demora excesiva en movilizar los vehículos.
- Estacionamientos desordenados.
- No hay un chofer, son los operarios quienes mueven los autos.
- Excesivo número de reprocesos registrados mensualmente.
- El controlista de calidad no es detallista en la revisión de los trabajos.
- Retrasos en la entrega de los vehículos ocasionados por suciedad.
- No se cubren correctamente los autos y se pierde tiempo por daños extras.
- Operarios no tienen cuidado al mover los autos.
- Mala operación de valuación ocasiona que se encuentren daños extras no aprobados.
- Supervisor de taller no se encuentra en su puesto de trabajo.
- Los operarios consultan recurrentemente al supervisor.
- Los proveedores no cumplen en entregar todos los insumos.
- No se cumplen los manuales de procedimientos
- Cada técnico realiza sus trabajos de forma empírica.
- Los manuales no están actualizados.

A continuación, se realizó el Diagrama Causa Efecto (Ishikawa) en el que se muestra las causas identificadas. Estas fueron clasificadas según seis criterios: Mano de Obra, Maquinaria, Medio Ambiente, Materiales y Repuestos, Método y Medio Ambiente.

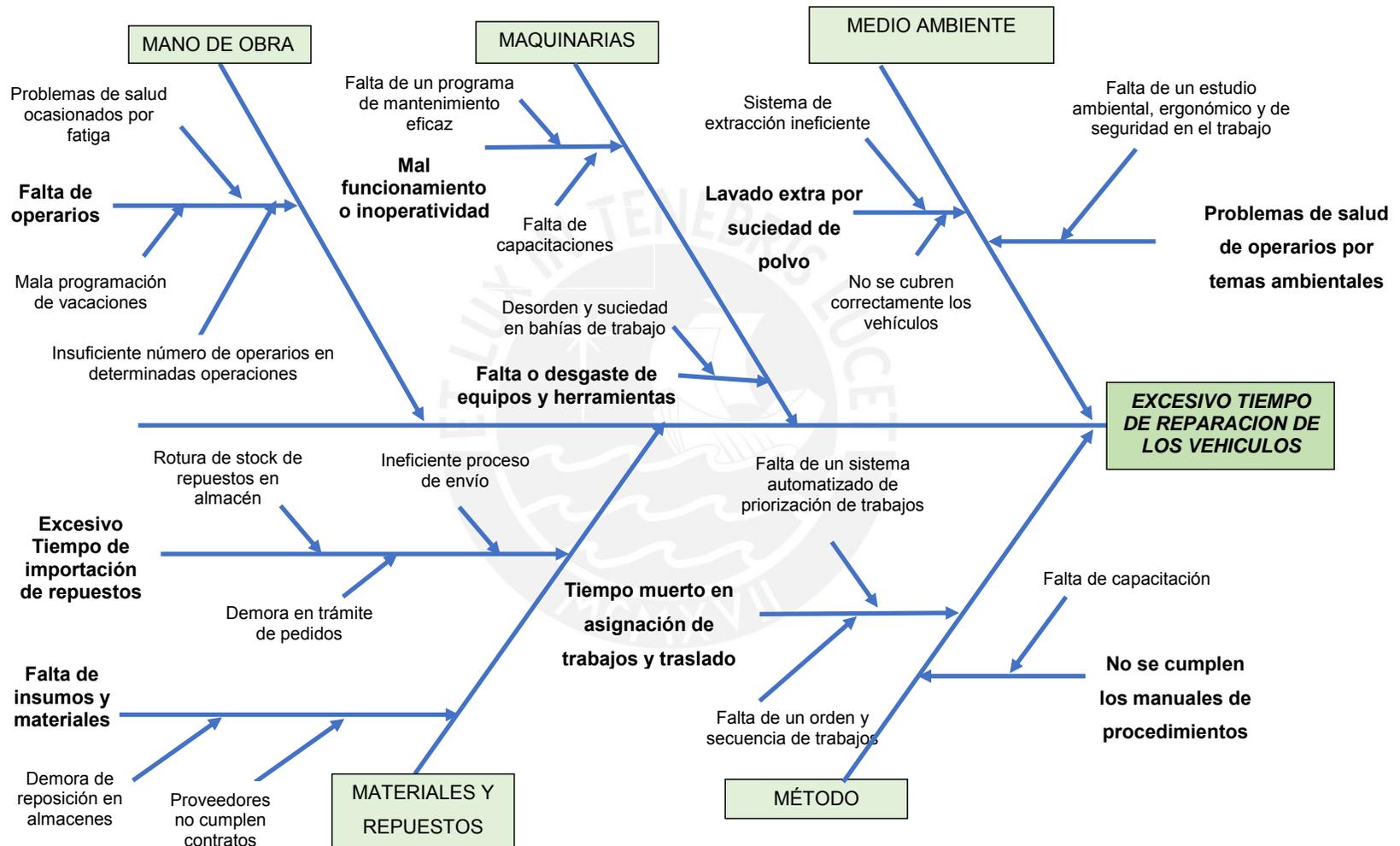


Figura 3.3 Diagrama Causa – Efecto de Análisis  
Elaboración propia

En la Figura 3.3 se muestra el diagrama causa efecto desarrollado y se identifica que el criterio Método cuenta con el mayor número de causas sobre el problema del excesivo tiempo de reparación, entre las que resaltan dos: el tiempo muerto para la asignación de trabajos y traslados, el no cumplimiento de los manuales de procedimientos y el excesivo tiempo de importación de repuestos.

El primero causado porque los trabajadores, mecánicos y técnicos de reparación son personas que han aprendido los métodos a partir de la experiencia y son resistentes al cambio o al estudio de nuevos métodos. Por otro lado, el segundo, se debe a la alta rotación de repuestos y materiales que son necesarios para cada servicio de reparación.

Sin embargo, hay variables como la gran variedad de piezas y accesorios, la cantidad de modelos de vehículos que se repara y la renovación anual de diseño de autos, que dificulta la estimación y los cálculos de pronósticos de demanda para planificar las compras de repuestos.

Por tal motivo, el excesivo tiempo de importación es característico en este tipo de negocio y se controla usualmente desde la sede principal de la marca (en Asia) con almacenes intermedios (en los principales países latinoamericanos y Centroamérica).

Para poder analizar el impacto que tiene cada causa sobre el problema identificado, se realizó una evaluación que permitió clasificar y priorizar cada uno según su criticidad y alcance. Como se muestra en la Tabla 3.2, cada causa identificada genera problemas en diversas operaciones y tiene diferente nivel de criticidad. La puntuación se realizó en un rango del 1 al 5, donde 1 significa baja criticidad en el proceso, mientras que 5 significa alta criticidad en el proceso.

Así, las causas clasificadas como “principales” serán aquellas con puntaje mayor a 4; y “secundarias”, con calificación menor igual a 3. Para las primeras se desarrollarán y propondrán mejoras que se describirán en el siguiente capítulo.

Tabla 3.2. Clasificación de causas

N°	Causa	Descripción	Criticidad	Operaciones involucradas	Clasificación
1	Ausencia de operarios por temas de salud	A causa de problemas de fatiga muscular, golpes producidos en el trabajo o enfermedades de temporada	1	Todo el taller	Secundario
2	Insuficiente número de operarios por desbalance de línea	No se tiene un estudio de balance de línea y no se conoce correctamente el número de operarios necesarios por cada operación	4	Conformado	<b>Principal</b>
3	Excesivo tiempo de llegada de repuestos	Los repuestos que no se encuentran en el almacén son importados y puede demorar de 30 a más días.	1	Conformado	Secundario
4	Rotura de stock de repuestos	Se realizan pedidos grandes de repuestos para tenerlos en stock pero los estudios de demanda no son correctos y siempre faltan repuestos.	2	Conformado	Secundario
5	Demora en trámites de pedidos	Los pedidos de repuestos requieren la aprobación de varios funcionarios y demoran varios días.	2	Conformado	Secundario
6	Ineficiente proceso de envío de repuestos	Los repuestos pueden enviarse por barco o avión, pero la falta de planificación ocasiona gastos mayores.	1	Conformado	Secundario
7	Falta de insumos y materiales	El proveedor de los insumos usados en la operación de Preparado y Pintura, son los que tienen mayor rotación y usualmente se acaban sin ser repuestos al instante	5	Preparación y Pintura	<b>Principal</b>

N°	Causa	Descripción	Criticidad	Operaciones involucradas	Clasificación
8	Demora en reposición en almacén	Los proveedores esperan juntar varios materiales que faltan para recién hacer un pedido de reposición.	2	Preparación y Pintura	Secundario
9	Demora en entrega de insumos a los operarios	El proceso de entrega de insumos es ineficiente y puede tomar varios minutos.	4	Preparación y Pintura	<b>Principal</b>
10	Mal funcionamiento de máquinas	Principalmente las máquinas antiguas necesitan cambio de componentes.	2	Todo el taller	Secundario
11	Inoperatividad de máquinas	Cuando el componente dañado en la maquina es interno, puede ocasionar que esté inoperativa varios días	3	Todo el taller	Secundario
12	Falta de un programa de mantenimiento eficaz	El mantenimiento que se realiza es correctivo, pero no es preventivo.	5	Todo el taller	<b>Principal</b>
13	Falta de capacitaciones en uso de máquinas	Las máquinas tienen varios años y los operarios solo recibieron capacitación cuando fueron instaladas	2	Todo el taller	Secundario
14	Falta de equipos y herramientas	La rotación de operarios, el desgaste ocasionado por el uso y las perdidas, han causado que falten equipos y herramientas para cada uno	1	Todo el taller	Secundario
15	Suciedad y desorden en bahías de trabajo	Por falta de aplicación y supervisión de 5S por parte del Supervisor de taller.	2	Todo el taller	Secundario

N°	Causa	Descripción	Criticidad	Operaciones involucradas	Clasificación
16	Tiempo muerto en asignación de trabajos	La asignación del trabajo es de forma aleatoria, sin priorizar o clasificar los trabajos por el nivel de daño o la capacidad de los operarios.	5	Todo el taller	Principal
17	Falta de un orden y secuencia de trabajos	El paso de una operación a otra es desordenada y el Supervisor del taller no lo controla adecuadamente	5	Todo el taller	Principal
18	Falta de un sistema automatizado de priorización de trabajos	No existe ningún sistema automatizado y es el Supervisor quien asigna los trabajos sin ningún orden.	5	Todo el taller	Principal
19	Incumplimiento de manuales de procedimientos	Existen manuales donde se describen los procedimientos para cada tipo de reparación. Sin embargo, los operarios no los revisan y realizan los trabajos intuitivamente.	1	Todo el taller	Secundario

Elaboración propia

## KPIs principales del proceso

Entre los indicadores clave de desempeño que el taller utiliza para controlar y medir el rendimiento, destacan tres: tiempo de estancia promedio mensual, el ratio tiempo de proceso/tiempo de espera, y número de órdenes de trabajo atendidas mensual.

Estos permiten calcular la variación luego de aplicar las propuestas de mejora en el proceso productivo. Asimismo, son determinantes para evaluar económicamente el proyecto.

### Tiempo de estancia promedio y número de órdenes de trabajo (OTs) mensuales

En la Tabla 3.3 se muestran los resultados promedio de tiempo de estancia y OTs atendidas durante el año 2014 en el taller, cuyas metas planificadas fueron de 11.5 días hábiles y 200 OTs, respectivamente.

Tabla 3.3. Tiempo de estancia y OTs atendidas (2014)

	Tiempo de estancia (días hábiles)	OTs atendidas
<b>ENERO</b>	13.5	181
<b>FEBRERO</b>	12.4	188
<b>MARZO</b>	13.0	179
<b>ABRIL</b>	13.5	181
<b>MAYO</b>	13.9	194
<b>JUNIO</b>	12.7	186
<b>JULIO</b>	12.8	193
<b>AGOSTO</b>	14.0	181
<b>SEPTIEMBRE</b>	12.3	195
<b>OCTUBRE</b>	13.0	201
<b>NOVIEMBRE</b>	13.9	175
<b>DICIEMBRE</b>	11.6	184

Elaboración propia

De los datos se calculó que el promedio de Tiempo de estancia fue de 13.1 días hábiles, mientras que el promedio de OTs atendidas fue de 185 vehículos reparados mensuales. De referencia, en el Anexo 4 se presentan resultados de la empresa en estudio del año 2014. De las Figuras 3.4 y 3.5 se puede observar la variación de ambos indicadores mensualmente durante el año 2014, con lo que se demuestra que tiene un comportamiento no estacional y estable durante todo el año.



Figura 3.4. Resultados Tiempo de Estancia (2014)  
Fuente: Reporte de Resultados 2014 – Empresa

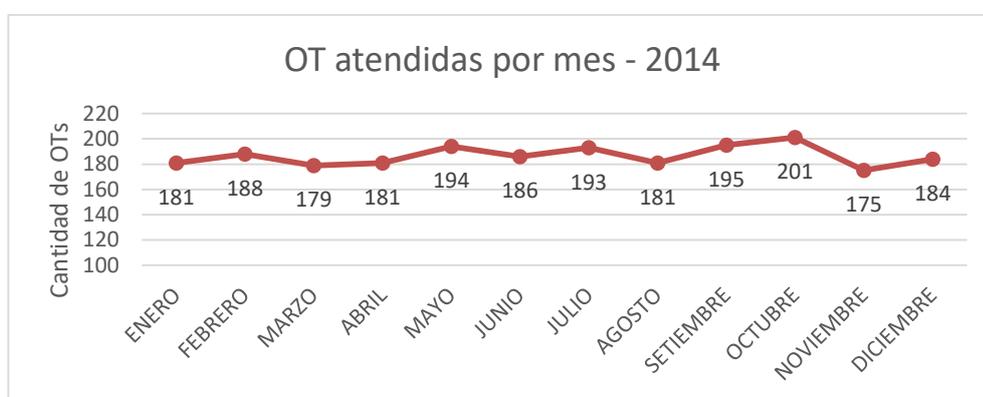


Figura 3.5. Resultados OT atendidas (2014)  
Fuente: Reporte de Resultados 2014 - Empresa

Ratio: Tiempo de Espera / Tiempo de proceso

Este ratio se forma al dividir el tiempo de proceso efectivo entre el tiempo que en vehículo se encuentra a espera de iniciar trabajos. En la Tabla 3.4 se muestran los valores calculados a partir de los registros del año 2014 en el taller:

Tabla 3.4. Tiempos de espera y proceso promedio (horas)

	Carrocería	Preparación para pintura	Pintura	Embelllecimiento
Espera (horas)	37.27	18.64	3.11	3.11
Proceso (horas)	10.64	16.40	3.69	2.43
<b>Total (horas)</b>	<b>47.91</b>	<b>28.76</b>	<b>6.80</b>	<b>5.54</b>
PROCESO / ESPERA	0.29	0.54	1.19	0.78

Elaboración propia

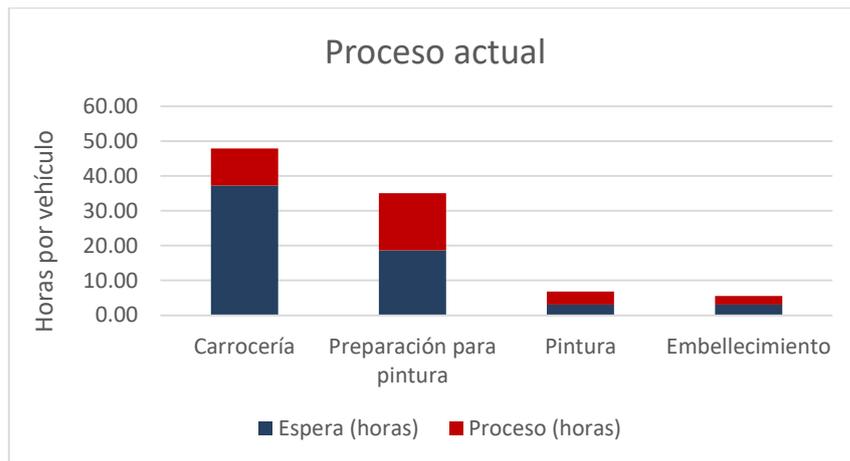


Figura 3.6. Tiempos en el proceso actual (horas)  
Elaboración propia

El objetivo de usar este indicador es medir si las propuestas de mejora lograron reducir los tiempos de espera y, en consecuencia, disminuir el tiempo de estancia total del vehículo.

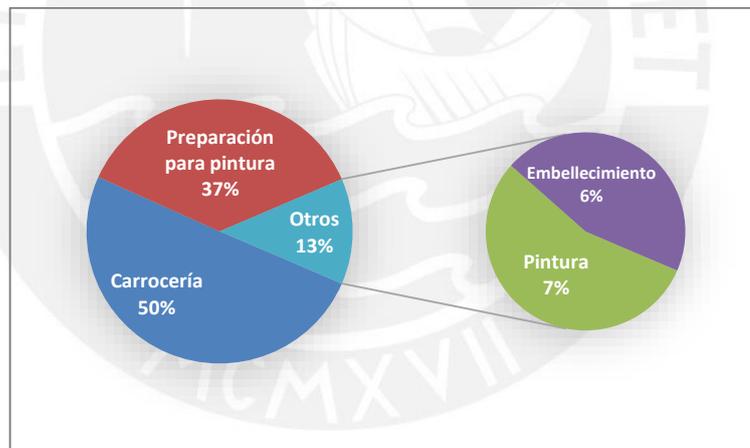


Figura 3.7. Porcentaje de tiempo de cada subproceso  
Elaboración propia

La hipótesis del presente estudio es que la aplicación de las propuestas de mejora logrará aumentar la productividad, reduciendo los tiempos de espera y el tiempo del proceso total. Esto finalmente se traducirá en que el taller atenderá una mayor cantidad de órdenes de trabajo, incrementando sus ingresos mensuales, siendo más eficientes en el uso de recursos y mejorando la satisfacción de sus clientes.

## **CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA**

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora y herramientas que se implementarán en el taller. Asimismo, se evaluarán y detallarán las oportunidades y sus requerimientos para ejecutarlas.

### **Selección de las alternativas de mejora**

A partir del diagnóstico detallado en el capítulo anterior, se priorizaron los problemas (“desperdicios”) más relevantes que afectan la producción del taller para lograr así implementar una filosofía de Manufactura Esbelta.

Asimismo, mediante la aplicación de la técnica Delphi y la colaboración de especialistas de la empresa, se plantearon como opciones de mejora diversas alternativas que buscan incrementar los indicadores de productividad.

Se realizó una reunión entre los especialistas de la gestión de talleres de la empresa y los responsables del taller (jefe y supervisor) para seleccionar las herramientas a utilizar para mejorar los procesos. En la primera ronda de preguntas, se usó un cuestionario donde anónimamente cada participante escogió una técnica de mejora. Luego se recolectó los cuestionarios y se ponderó las opciones seleccionadas, sobre estas se debatió en grupo y finalmente se establecieron 7 posibles alternativas, las cuales luego serían contrastadas con los principales problemas identificados en el taller. En el Anexo 2 se presentan los formatos de cuestionario y tablas de resultados obtenidos.

A partir de este análisis de alternativas se realizó una matriz de enfrentamiento, donde se colocaron los principales problemas o “desperdicios” identificados en el diagnóstico detallado en el capítulo anterior, y las herramientas de mejora escogidas por el grupo.

Tabla 4.1. Matriz de proyectos

	Programa 5s	Distribución de planta	Asignación de trabajos en carrocería	Sistema KANBAN de reposición de insumos	Optimización de estacionamientos de espera	Balance de línea	Estudio de Métodos en el área de Preparación
Falta de insumos y materiales	X			X			
Tiempo muerto en asignación de trabajos			X				
Falta de un orden y secuencia de trabajos			X		X	X	X
Falta de un sistema automatizado de priorización de trabajos		X	X		X		
Demora por traslado de vehículos dentro del taller	X		X		X		
Demora en entrega de insumos a los operarios	X	X		X			
Demora en reposición en almacén	X			X			
Mal funcionamiento de máquinas	X						
Falta de capacitaciones en uso de máquinas							X
Suciedad y desorden en bahías de trabajo	X						
Tiempo muerto en espera de masillado de piezas							X
Incumplimiento de manuales de procedimientos en Preparación							X

Elaboración propia

Mediante una segunda ronda de cuestionarios, los especialistas escogieron las alternativas de solución a partir de las características de los problemas y del alcance e impacto de la herramienta. El moderador recolectó los cuestionarios y analizó la información, de lo que se concluyó que, entre las siete opciones de mejora, las empleadas serán: el programa 5s, la asignación de trabajos en carrocería y la realización de un Estudio de Métodos en el área de Preparación, como se muestra en la Tabla 4.1.

Este conjunto de herramientas permitirá solucionar la totalidad de los problemas identificados, y en el siguiente capítulo, se detallará la capacidad de la empresa para adoptarlas y lograr la transformación.

### **Asignación de trabajos**

Existe un problema por el incumplimiento de la fecha de entrega de los vehículos y la primera actividad que se realiza para la restauración de las condiciones del vehículo es la reparación de la carrocería. Para esta etapa se propone la aplicación de un modelo de optimización que busque reducir el tiempo total del proceso.

Así, se diseñó un modelo matemático de optimización que busca determinar la asignación óptima de trabajadores de manera que se pueda incrementar la eficiencia en esta área del taller.

#### Alcance

El alcance será la etapa de reparaciones, específicamente en las de carrocería. Asimismo, los involucrados del programa de asignación serán los técnicos carroceros y el supervisor del taller, quienes podrán conocer la distribución de los trabajos al inicio de la jornada semanal.

#### Proceso actual

El supervisor de taller consolida los documentos de los vehículos ingresados y revisa las especificaciones de las ordenes de trabajo: fecha de promesa de entrega, cantidad de repuestos pedidos, tipo de siniestro y cantidad de horas hombre programadas. Luego, reúne a los técnicos carroceros y les entrega un grupo de órdenes de trabajo a cada uno de forma aleatoria. Este método de asignación no considera la productividad por operarios, sino que se hace de manera subjetiva.

#### Requerimientos

El modelo propuesto busca optimizar esta etapa usando data histórica de productividad y clasificación de daños. Para lograr esto, se necesita la información a

tiempo real e histórica de la inspección de los evaluadores, quienes determinan la magnitud de daños, los repuestos y horas de trabajo requeridos para cada siniestro, la lista de operarios y su nivel de productividad histórica.

### Procesamiento de la información

La propuesta de mejora utiliza un modelo matemático de asignación de trabajos basado en programación lineal y tiene los siguientes pasos:

#### Etapa 1. Preparación de data histórica

1. Se clasifican los daños a partir de la Tabla 2.1: LEVE, MEDIO, FUERTE de todos los registros de órdenes de trabajo atendidas del año 2014.
2. Se determina un índice de productividad histórica asociado al ratio: horas programadas / horas reales de trabajo.
3. Se filtra la base de datos por cada técnico carrocerero. Para esto se divide la base de datos para que los registros de vehículos sean solo del técnico que los trabajó.
4. Se ordena la base de datos según el tipo de daño.
5. Se obtiene la media de la productividad por cada tipo de daño y se asigna a cada técnico.
6. Se crea una matriz donde se muestren los valores de productividad para cada tipo de daño y técnico carrocerero. Si la productividad es menor a 1.00 se les cambia el valor 1000 (debe ser un valor alto para que la optimización busque minimizar los tiempos de reparación).

#### Etapa 2. Ejecución de la asignación

1. Revisar las nuevas órdenes de trabajos y usar nuevamente la Tabla 2.1. para determinar el tipo de daño.
2. Completar la información en el programa de asignación con los datos de número de técnicos y horas de trabajo disponible a la semana.
3. Ejecutar el programa de asignación de trabajos.

### Función objetivo

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^{99} (X_i * H_i / I_i) \quad (1)$$

### Rangos

A: número de órdenes de trabajo

A = {i | i = 1, ... ,35}

### Parámetros

$I_i$ : índice de productividad del técnico de carrocería  $i \in A$ .

$H_i$ : Número de horas programadas para la Orden de Trabajo  $i \in A$ .

### Variable decisión

$x_i$ : Variable de decisión de asignación de un técnico de carrocería a la orden de trabajo

Donde  $i \in A$ , perteneciente a la orden de trabajo

### Restricciones desarrolladas

$$\sum_{i=1}^{99} x_i \leq (\text{horas disponibles}) \quad (2)$$

$$x_i = 1 \quad x_i = 0 \quad (3)$$

$$I_i \geq 0 \quad x_i = \text{binario} \quad (4)$$

La función objetivo (1) nos permitirá determinar la asignación o no de una orden de trabajo a un técnico carrocerero. Será una asignación eficiente analizada a partir de conocer la productividad histórica que cada trabajador tiene respecto a cada tipo de daño.

La restricción (2) se obtiene por la cantidad de horas disponibles a la semana que tienen los técnicos.

Las restricciones (3) nacen de la decisión del supervisor de taller de determinar por su experiencia la asignación de un caso particular de orden de trabajo a un técnico carrocerero.

La restricción (4) asegura que el índice de productividad no es negativo, lo cual significa que todos los técnicos carrocereros pueden reparar todo tipo de vehículo. Asimismo, los valores de  $x$  serán binarios, donde 1 significa que sí es asignado y 0 lo contrario.

### Aplicación del modelo de optimización

Para mostrar el impacto del modelo, se analizó una semana donde ingresaron 35 órdenes de trabajo para ser trabajadas por los técnicos. Dicha información real se basó en los registros de 200 casos que se muestran en los Anexos 8 y 9.

Tabla 4.2. Asignación – método actual

OT	Tiempo Planif. (horas)	Carrocero Asignado con método actual	Clasificación	Tiempo Real Estimado (horas)	OT	Tiempo Planif. (horas)	Carrocero Asignado	Clasificación	Tiempo Real Estimado (horas)
1	37	CAR1	FUERTE	21.6	19	15	CAR6	FUERTE	18.8
2	11.3	CAR2	LEVE	6.6	20	22	CAR6	MEDIO	32.8
3	19	CAR2	MEDIO	12.3	21	29	CAR2	FUERTE	15.7
4	2	CAR2	LEVE	1.2	22	2	CAR1	LEVE	1.3
5	12	CAR3	LEVE	10.6	23	10	CAR3	LEVE	8.8
6	24	CAR3	MEDIO	16.4	24	9	CAR1	LEVE	5.7
7	19	CAR4	MEDIO	12.3	25	3	CAR4	LEVE	2.6
8	9	CAR4	LEVE	7.7	26	8.8	CAR4	LEVE	7.5
9	2	CAR4	LEVE	1.7	27	8	CAR8	LEVE	4.2
10	9	CAR4	LEVE	7.7	28	2.5	CAR3	LEVE	2.2
11	8	CAR5	LEVE	7.1	29	15	CAR9	FUERTE	22.7
12	13.5	CAR5	LEVE	12.1	30	8.4	CAR5	LEVE	7.5
13	16	CAR5	MEDIO	15.7	31	4	CAR1	LEVE	2.5
14	12	CAR6	LEVE	7.1	32	8.5	CAR5	LEVE	7.6
15	62	CAR7	FUERTE	92.5	33	10	CAR3	LEVE	8.8
16	24	CAR8	MEDIO	36.9	34	7	CAR8	LEVE	3.7
17	15.5	CAR8	MEDIO	23.8	35	11	CAR6	LEVE	6.5
18	44.8	CAR9	FUERTE	67.9					

Elaboración propia

La Tabla 4.3 presenta el resumen de las productividades de los técnicos carroceros obtenido por registros históricos del ratio de horas trabajadas reales entre horas planificadas por una orden de trabajo.

Tabla 4.3. Productividad histórica

TÉCNICO DE CARROCERÍA	MAGNITUD DE DAÑO		
	LEVE	MEDIO	FUERTE
CAR1	159%	183%	171%
CAR2	170%	154%	185%
CAR3	113%	146%	146%
CAR4	117%	154%	146%
CAR5	112%	102%	228%
CAR6	168%	67%	80%
CAR7	158%	96%	67%
CAR8	190%	65%	78%
CAR9	218%	89%	66%
<b>Promedio</b>	<b>130%</b>	<b>155%</b>	<b>167%</b>

Elaboración propia

Dividiendo las horas planificadas de la Tabla 4.2 y los ratios de productividad histórica analizada se puede concluir que en total se usarán 520 horas.

Para la aplicación del modelo optimizado se procedió a utilizar el lenguaje de modelado matemático AMPL, la interfaz de usuario AMPL IDE en su versión Intel icl EMT64 10.1.029, 64-bit y se utilizó el solver CPLEX desarrollado por IBM ILOG en su versión 12.6.1. En el Anexo 10 se muestra el modelo y resultados obtenidos.

Luego del diseño y aplicación del modelo, se pudo obtener los resultados de la asignación de las órdenes de trabajo a los técnicos carroceros con una productividad más alta, de tal forma que las horas totales de trabajo se redujeron de 520 a 277. Esto representa un 46,7% de reducción de horas hombre y un ahorro para la empresa. Sin embargo, este resultado puede ser no tan grande debido a condiciones externas al proceso como la atención de reclamos, paralizaciones de máquina o atenciones urgentes de retrabajos. La Tabla 4.4 demuestra la asignación de técnicos carroceros a cada una de las 35 órdenes de trabajo de forma optimizada.

Tabla 4.4. Asignación – método optimizado

OT	Tiempo Planif. (horas)	Carroceros Asignado con método optimizado	Clasificación	Tiempo Real Estimado (horas)	OT	Tiempo Planif. (horas)	Carroceros Asignado	Clasificación	Tiempo Real Estimado (horas)
1	37	CAR2	FUERTE	20.0	19	15	CAR2	FUERTE	8.1
2	11.3	CAR9	LEVE	5.2	20	22	CAR4	MEDIO	14.3
3	19	CAR3	MEDIO	13.0	21	29	CAR5	FUERTE	12.7
4	2	CAR8	LEVE	1.1	22	2	CAR6	LEVE	1.2
5	12	CAR8	LEVE	6.3	23	10	CAR9	LEVE	4.6
6	24	CAR1	MEDIO	13.1	24	9	CAR8	LEVE	4.7
7	19	CAR3	MEDIO	13.0	25	3	CAR9	LEVE	1.4
8	9	CAR9	LEVE	4.1	26	8.8	CAR9	LEVE	4.0
9	2	CAR2	LEVE	1.2	27	8	CAR9	LEVE	3.7
10	9	CAR9	LEVE	4.1	28	2.5	CAR9	LEVE	1.1
11	8	CAR8	LEVE	4.2	29	15	CAR2	FUERTE	8.1
12	13.5	CAR8	LEVE	7.1	30	8.4	CAR8	LEVE	4.4
13	16	CAR3	MEDIO	11.0	31	4	CAR2	LEVE	2.4
14	12	CAR8	LEVE	6.3	32	8.5	CAR9	LEVE	3.9
15	62	CAR5	FUERTE	27.2	33	10	CAR9	LEVE	4.6
16	24	CAR4	MEDIO	15.6	34	7	CAR9	LEVE	3.2
17	15.5	CAR4	MEDIO	10.1	35	11	CAR8	LEVE	5.8
18	44.8	CAR1	FUERTE	26.2					

Elaboración propia

## Estudio de Métodos

### Selección del trabajo que se desea mejorar

La etapa de Preparación de pintura tiene una secuencia de actividades que se repite con regularidad en todos los siniestros. A partir de la medición del tiempo estándar (en horas) se pudo obtener los siguientes resultados:

Tabla 4.5. Actividades del subproceso de Preparación

Actividades regulares	Toma de tiempos (horas)					Promedio (horas)
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	
Movilizar pieza y/o vehículo del área de carrocería	0.32	0.28	0.26	0.22	0.22	0.26
Mezclar insumos para el masillado	0.97	0.85	0.78	0.68	0.68	0.79
Aplicar masilla	1.85	1.80	1.72	1.98	1.54	1.78
Lijar superficie	0.46	0.39	0.50	0.48	0.36	0.44
<b>Total (horas)</b>	<b>3.62</b>	<b>3.33</b>	<b>3.27</b>	<b>3.38</b>	<b>2.82</b>	<b>3.28</b>

Elaboración propia

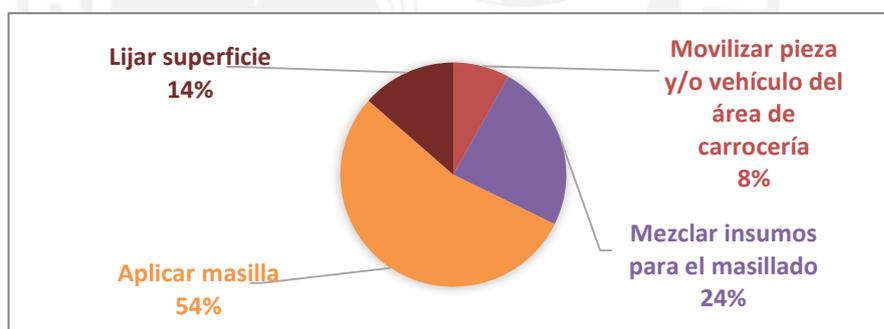


Figura 4.1. Porcentaje de tiempo por cada actividad de Preparación  
Elaboración propia

En la Figura 4.1, se muestra que las actividades de “Mezclar insumos para el masillado” y “Aplicar masilla” demandan el 78.4% del tiempo del proceso de Preparación de pintura. Asimismo, hay que señalar que los técnicos tienen pocas horas de capacitación y no existe un método estandarizado de técnica de preparación para pintado.

Por tales motivos, se realizó un estudio de métodos a nivel de movimientos bimanual, para proponer un procedimiento estandarizado y mejorado.

Descripción del método actual

La operación combinada de “Mezclado de insumos para el masillado” y “Aplicación de la masilla” se realiza por un solo técnico a cada vehículo que ingresa a la bahía de trabajo. Todas las actividades se realizan de pie al costado del vehículo y existen traslados desde el carro porta herramientas hacia la zona de masillado. La secuencia de tareas a nivel bimanual se describe en la Figura 4.2.

DIAGRAMA BIMANUAL				<b>OPERACION:</b> Mezclado y aplicación de masilla					
METODO:		Actual	X					Propuesto	
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Espera									Coger pote de masilla
Espera									Hacia zona de trabajo
Espera									Soltar sobre la zona de trabajo
Sostener pote									Sacar tapa (abrir)
Espera									Hacia espátulas
Espera									Coger dos espátulas
Espera									Hacia mano izquierda
Coger una espátula									Soltar una espátula
Espera									Hacia pote de masilla
Espera									Coger masilla con la espátula
Recibir masilla con la espátula									Pasar masilla a la otra espátula
Sostener espátula									Revolver la masilla
Pasar masilla a la otra espátula									Recibir masilla con la espátula
Sostener espátula con masilla									Hacia catalizador
Sostener espátula con masilla									Coger un tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla									Hacia mano izquierda
Coger catalizador									Soltar tubo de catalizador
Sostener tubo del catalizador									Abrir tubo de catalizador

Repetir 5 veces

MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	→	D	▽	○	→	D	▽	
Sostener tubo del catalizador				·	·				Hacia zona de trabajo
Sostener tubo del catalizador				·	·				Dejar tapa
Hacia mano derecha		·						·	Espera
Soltar tubo de catalizador	·							·	Coger tubo de catalizador
Sostener espátula				·	·				Esparcir catalizador sobre la masilla
Hacia zona de trabajo		·						·	Sostener tubo de catalizador
Coger tapa	·							·	Sostener tubo de catalizador
Hacia mano derecha		·						·	Sostener tubo de catalizador
Cerrar tubo del catalizador	·							·	Sostener tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla				·	·				Hacia zona de trabajo
Sostener espátula con masilla				·	·				Soltar tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla				·	·				Hacia mano izquierda
Sostener espátula con masilla				·	·				Mezclar con espátula
Pasar masilla a la otra espátula	·							·	Recibir masilla con la espátula
Recibir masilla con la espátula	·							·	Pasar masilla a la otra espátula
Hacia pieza en reparación		·						·	Hacia pieza en reparación
Sostener espátula con masilla				·	·				Hacia mano izquierda
Sostener espátula con masilla				·	·				Coger un poco de masilla de la otra espátula
Sostener espátula con masilla				·	·				Hacia pieza en reparación
Sostener espátula con masilla				·	·				Aplicar masilla uniformemente de arriba hacia abajo
Sostener espátula con masilla				·	·				Moldear masilla con la espátula

Repetir 10 veces

MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	→	D	▽	○	→	D	▽	
Sostener espátula con masilla				●	●				Dejar de aplicar cuando la capa sea uniforme menor a 50mm.
Hacia zona de espátulas		●				●			Hacia zona de espátulas
Dejar espátula	●				●				Dejar espátula
<b>RESUMEN:</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	

Figura 4.2. Diagrama bimanual actual  
Elaboración propia

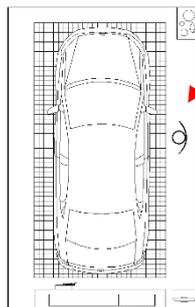


Figura 4.3. Croquis de la estación de trabajo de Preparación  
Elaboración propia

### Análisis

En la Figura 4.4 se realiza la comparación de la frecuencia de tareas que se realizan con cada mano aplicando el procedimiento actual. Se observa que se utiliza 95% del tiempo de la mano derecha para operaciones y transportes, mientras que la mano izquierda utiliza 70% en esperas y almacenamiento. Esto demuestra que existe un desbalance de tareas en el uso de ambas manos que puede ser mejorado distribuyendo la carga operativa y esperas.

Para mejorar el procedimiento actual se aplicarán las siguientes reglas tradicionales para el diseño de métodos (De la Fuente, 2000) y se presentará una propuesta de procedimiento mejorado:

- Simplificar los movimientos todo lo que sea posible para que intervengan en ellos el menor número de músculos.
- Evitar los cambios bruscos de dirección y las paradas.
- Conviene que ambas manos se muevan simultánea y simétricamente.
- Los materiales y las herramientas han de estar en posición fija.
- Utilizar dispositivos y soportes de sujeción, y no confiar estas funciones a las manos.

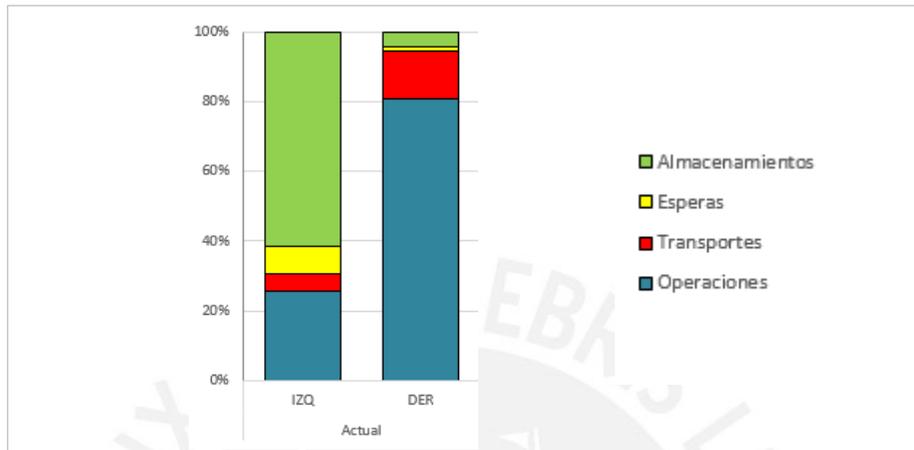


Figura 4.4. Estudio de métodos – Análisis Procedimiento Actual  
Elaboración propia

Para lograr mejorar la situación actual se priorizará la simetría de movimiento de las manos, de tal forma que se utilicen las manos por igual para realizar las operaciones. Asimismo, se evitará la sujeción y soporte de la masilla que se realiza actualmente solo con la mano izquierda y ahora se utilizarán ambas manos logrando reducir el tiempo total de proceso.

#### Diseño del nuevo método

El diseño mejorado de la operación de “Preparación y aplicación de la masilla” se presenta en la Figura 4.5.

DIAGRAMA BIMANUAL				<b>OPERACION:</b>					
<b>METODO:</b>		Actual <input type="checkbox"/>	Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>	Preparación y aplicación de la masilla					
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Espera									Coger pote de masilla
Espera									Hacia zona de trabajo
Espera									Soltar sobre la zona de trabajo
Sostener pote									Sacar tapa (abrir)
Espera									Hacia espátulas
Espera									Coger dos espátulas
Espera									Hacia mano izquierda
Coger una espátula									Soltar una espátula
Espera									Hacia pote de masilla
Espera									Coger un poco de masilla con la espátula
Recibir masilla con la espátula									Pasar masilla a la otra espátula
Sostener espátula									Revolver la masilla de la otra espátula
Pasar masilla a la otra espátula									Recibir masilla con la espátula
Sostener espátula con masilla									Hacia catalizador
Sostener espátula con masilla									Coger un tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla									Hacia mano izquierda
Abrir tubo de catalizador									Sostener tubo de catalizador
Hacia zona de trabajo									Sostener tubo del catalizador
Dejar tapa									Sostener tubo del catalizador

MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	→	D	▽	○	→	D	▽	
Hacia zona de trabajo									Espera
Sostener espátula									Esparcir catalizador sobre la masilla
Hacia zona de trabajo									Sostener tubo de catalizador
Coger tapa									Sostener tubo de catalizador
Hacia mano derecha									Sostener tubo de catalizador
Cerrar tubo del catalizador									Sostener tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla									Hacia zona de trabajo
Sostener espátula con masilla									Soltar tubo de catalizador
Sostener espátula con masilla									Hacia mano izquierda
Sostener espátula con masilla									Mezclar con espátula
Pasar masilla a la otra espátula									Recibir masilla con la espátula
Recibir masilla con la espátula									Pasar masilla a la otra espátula
Hacia pieza en reparación									Hacia pieza en reparación
Colocar masilla en almacenamiento									Colocar masilla en un dispositivo de almacenamiento
Hacia espátulas									Hacia espátulas
Coger un poco de masilla									Coger un poco de masilla
Hacia pieza en reparación									Hacia pieza en reparación
Aplicar masilla uniformemente de arriba hacia abajo									Aplicar masilla uniformemente de arriba hacia abajo
Moldear masilla con la espátula									Moldear masilla con la espátula

Repetir 5 veces

Repetir 10 veces

MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS								MANO DERECHA
	○	⇒	⤴	▽	○	⇒	⤴	▽	
Dejar de aplicar cuando la capa sea uniforme menor a 50mm.	■				■				
Hacia zona de espátulas		■				■			
Dejar espátula	■				■				
RESUMEN: Cantidad	69	26	7	21	86	30	1	8	

Figura 4.5. Diagrama bimanual mejorado  
Elaboración propia

#### Comparación de los dos métodos

La Tabla 4.6 muestra el número de tareas según tipo, que se realizan tanto en el procedimiento actual como en el mejorado. Se demuestra que se ha logrado equilibrar la utilización de ambas manos específicamente en operaciones y transportes con la distribución de tareas.

Tabla 4.6. Comparación de Diagramas

Tipo de tarea	Actual		Mejorado	
	IZQ	DER	IZQ	DER
Operaciones	26	75	69	86
Transportes	5	13	26	30
Esperas	8	1	7	1
Almacenamientos	62	4	21	8

Elaboración propia

Asimismo, se eliminaron actividades de almacenamiento de la mano izquierda y se distribuyeron las operaciones, de tal forma que ambas manos trabajan simétricamente. Estas mejoras permiten que el técnico pueda aplicar con mayor rapidez la masilla sobre la superficie del vehículo y, por lo tanto, reducir el tiempo total del proceso de Preparación para pintura. En la Figura 4.6 se muestra la comparación de los diagramas bimanuales.

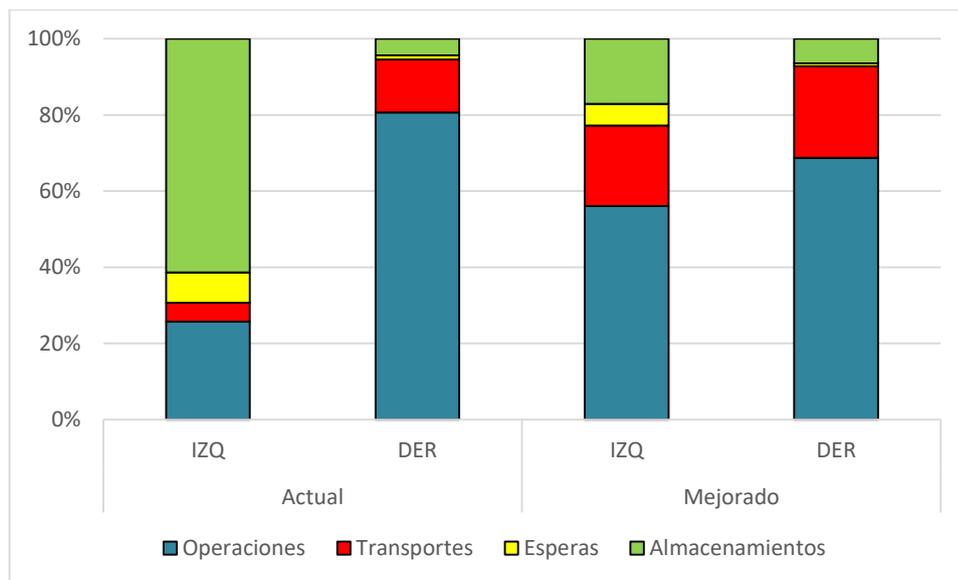


Figura 4.6. Gráfico comparativo de diagramas bimanuales  
Elaboración propia

### Entrenamiento y control

La siguiente etapa, luego del diseño y propuesta del procedimiento bimanual mejorado, es el entrenamiento y capacitación, el cual estará a cargo del técnico de pintado con mayor experiencia, bajo la supervisión del jefe del taller. Tiene como objetivo la capacitación, la supervisión del cumplimiento mediante auditorías de procesos y la motivación mediante bonificaciones y premios internos, los cuales permitirán que el cambio sea sostenible en el tiempo. Tendrá una duración de 1 semana y serán sesiones de 1 hora diaria. En el Capítulo 5 se detallará el Cronograma de implementación.

### **Implementación de 5S**

#### Justificación

La segunda propuesta de mejora es la implementación de 5S, la cual de forma conceptual permite que los procesos productivos sean más eficientes al reducir el tiempo muerto de las actividades que no agregan valor al producto y que generan costos innecesarios. Asimismo, esta metodología brinda una ventaja competitiva a las organizaciones y motiva a sus trabajadores a realizar sus labores con altos estándares, reduciendo así, posibles riesgos de accidentes laborales.

En el negocio de reparaciones vehiculares, es común encontrar talleres que no cuentan con un sistema de gestión y control de las 5s. Esto se debe a la falta de

supervisión de los jefes, ineficiente infraestructura, poco mobiliario para herramientas y escasa atención de los técnicos para mantener el orden y limpieza de sus bahías de trabajo.

#### Descripción del proyecto 5s

El presente proyecto busca conformar un equipo de inspección que permita identificar los “desperdicios” definidos en la filosofía de manufactura esbelta, y proponer oportunidades de mejora. Además, se analizan los hallazgos y se priorizan algunas acciones recomendadas.

Aplicando la metodología propuesta por Rey (2008) para la gestión de proyectos de 5s, se desarrollarán las etapas que se presentan a continuación:

En la primera etapa, se explica al equipo de inspección los aspectos de análisis de la gestión 5s, el objetivo del proyecto y la forma de identificar los “desperdicios”.

En la segunda etapa, se realiza el recorrido por todo el taller, se capturan fotos como evidencia de los “desperdicios” y se etiquetan con tarjetas rojas.

En la tercera etapa, se analiza la información, se generan propuestas de mejora y se determinan planes de acción para mantener el orden y limpieza. Además, se documentan y estandarizan aspectos importantes del proceso y calidad.

Finalmente, en la cuarta etapa, se realiza el monitoreo y seguimiento, con la implementación de evaluaciones 5s realizadas por una patrulla de técnicos. Ellos serán responsables de realizar círculos de calidad donde se presentarán los resultados de las evaluaciones, planes de acción y recomendaciones.

#### Primera S – Orden

El primer pilar de 5s corresponde al principio de *Just in time* (JIT), “tener solo lo que se necesita, en la cantidad que se requiere y en el momento exacto”, Domínguez (1997). Es decir, el orden del taller se logrará al remover del puesto de trabajo todos los ítems que no son necesarios para la operación. Por ello, la clasificación es necesaria para mantener en distintos lugares aquellos materiales, herramientas, equipos, accesorios de máquinas y repuestos que ocasionan desorden dentro de las bahías de trabajo y generan retrasos.

Se propone realizar capacitaciones de la primera “s” de la metodología 5s, para que los técnicos reconozcan los diferentes tipos de desperdicio que se pueden encontrar en el taller y las ventajas (productividad, orden y calidad de trabajo) que se alcanzan si logran eliminarlos. Esta capacitación se realizaría con el apoyo de un especialista

y el controlista de calidad, quienes desarrollarían una presentación en el auditorio de conceptos teóricos y ejemplos específicos del taller.

Asimismo, se presentará un cuadro de decisión (Figura 4.7) que ayudará en el proceso de orden, el cual será una guía para el técnico sobre las acciones a tomar para cada uno de los objetos encontrados en el taller.

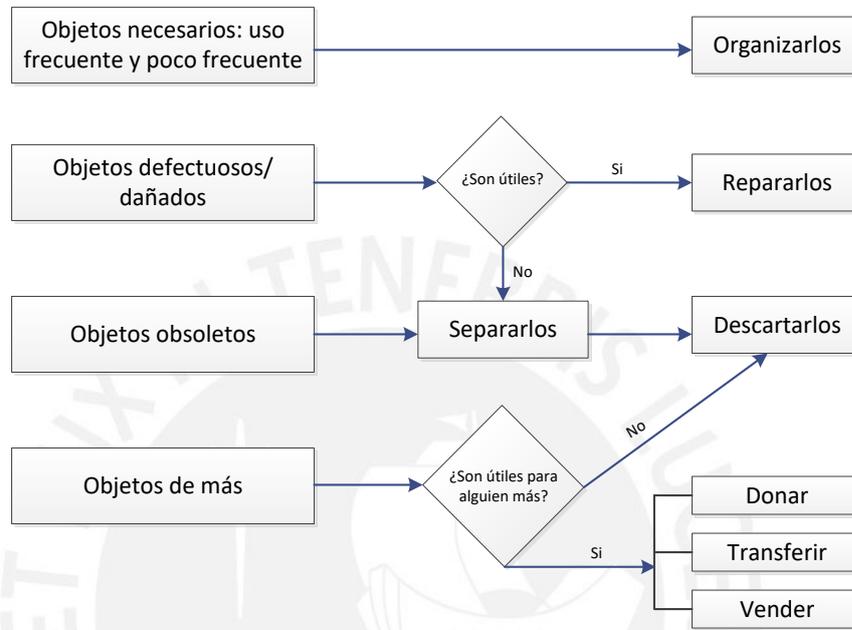


Figura 4.7. Diagrama de decisión de orden  
Elaboración propia

El siguiente paso es la inspección de las bahías de trabajo y zonas comunes del taller. Para ello se propone la implementación de una etiqueta llamada “tarjeta roja”, que permitirá identificar visualmente aquellos objetos que son desperdicios. En ella se debe colocar la fecha, el área de trabajo, el nombre del ítem, marcar la categoría y la acción requerida. Con la supervisión del jefe del taller y controlista de calidad, los técnicos deberán revisar sus herramientas, los equipos y máquinas para tomar una correcta decisión.

**TARJETA ROJA N°** \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_

Ítem: \_\_\_\_\_

**Categoría:**

Maquinaria / Equipo manual

Herramienta

Consumible

Repuesto nuevo

Pieza defectuosa

Pieza en proceso

Otro

**Acción requerida:**

Eliminar

Reparar

Organizar

Separar

Figura 4.8. Tarjeta roja  
Elaboración propia

Respecto a la primera “s”, en una inspección general del taller se encontró lo siguiente:

En el área de carrocería, existen herramientas de uso compartido como máquinas de soldar, spotters, taladros, que no cuentan con un espacio físico para su fácil depósito y mantenimiento. Estos son colocados en los pasillos y los técnicos deben preguntar dónde se encuentran antes de llevarlos a sus bahías.



Figura 4.9. Hallazgos en carrocería  
Elaboración propia

En las bahías de preparación de pintura, como se muestra en la Figura 4.10, se identificó que existen consumibles usados y reciclados en los carros porta herramientas, y en las mesas de trabajo no hay una clasificación para los equipos y herramientas. Además, los técnicos no desechan los restos de masillas y equipos de protección personal (EPP) como guantes y mascarillas o tacos de lijado gastados.



Figura 4.10. Hallazgos en preparación  
Elaboración propia

En las bahías de pintado, como se aprecia en la Figura 4.11, se encontró tarros de pinturas nuevas y antiguas, los cuales eran restos de trabajos anteriores. Igualmente, equipos de protección personal como guantes y mascarillas que no eran desechados.



Figura 4.11. Hallazgos en pintado  
Elaboración propia

Las bahías de embellecimiento, tenían los consumibles clasificados adecuadamente. En cambio, en el almacén de repuestos, como se muestra en la Figura 4.12, se identificó que los técnicos clasifican zonas para vidrios, llantas, repuestos y refacciones, sin embargo hay polvo sobre las piezas y suciedad, residuos de cartones y chatarra en el piso.



Figura 4.12. Hallazgos en almacén  
Elaboración propia

El tercer paso, es realizar un registro de todos los hallazgos encontrados en el taller. Para ello se utilizará la siguiente tabla de registro de “desperdicios”, que será completada por el controlista de calidad y registrar los datos de todas las tarjetas rojas colocadas por los técnicos.

Tabla 4.7. Lista de registro de desperdicios

N° Tarjeta roja	Fecha	Área	Ítem	Categoría	Acción requerida
1	14/07/2016	carrocería	Spotter malogrado	Maquinaria	Reparar
2	15/07/2016	Preparación	Taco de masilla desgastado	Herramienta	Eliminar
3	16/07/2016	Almacén	Chatarra - Faro	Pieza defectuosa	Eliminar

Elaboración propia

## Segunda S – Organizar

“Organizar” es la segunda etapa del proyecto de 5s y su objetivo es localizar correctamente aquellos materiales, herramientas, equipos e insumos identificados como necesarios. Asimismo, los técnicos deben organizar su espacio de trabajo ubicando los materiales eficientemente para reducir el tiempo muerto ocasionado por la búsqueda de estos. En esta fase se propone trabajar en tres aspectos importantes. En primer lugar, se pintará el piso para delimitar áreas específicas para cada máquina pesada, equipo de uso compartido y herramientas de uso común. En Figura 4.13, se puede apreciar las áreas que se pintarán y se les colocarán letreros para identificarlas.

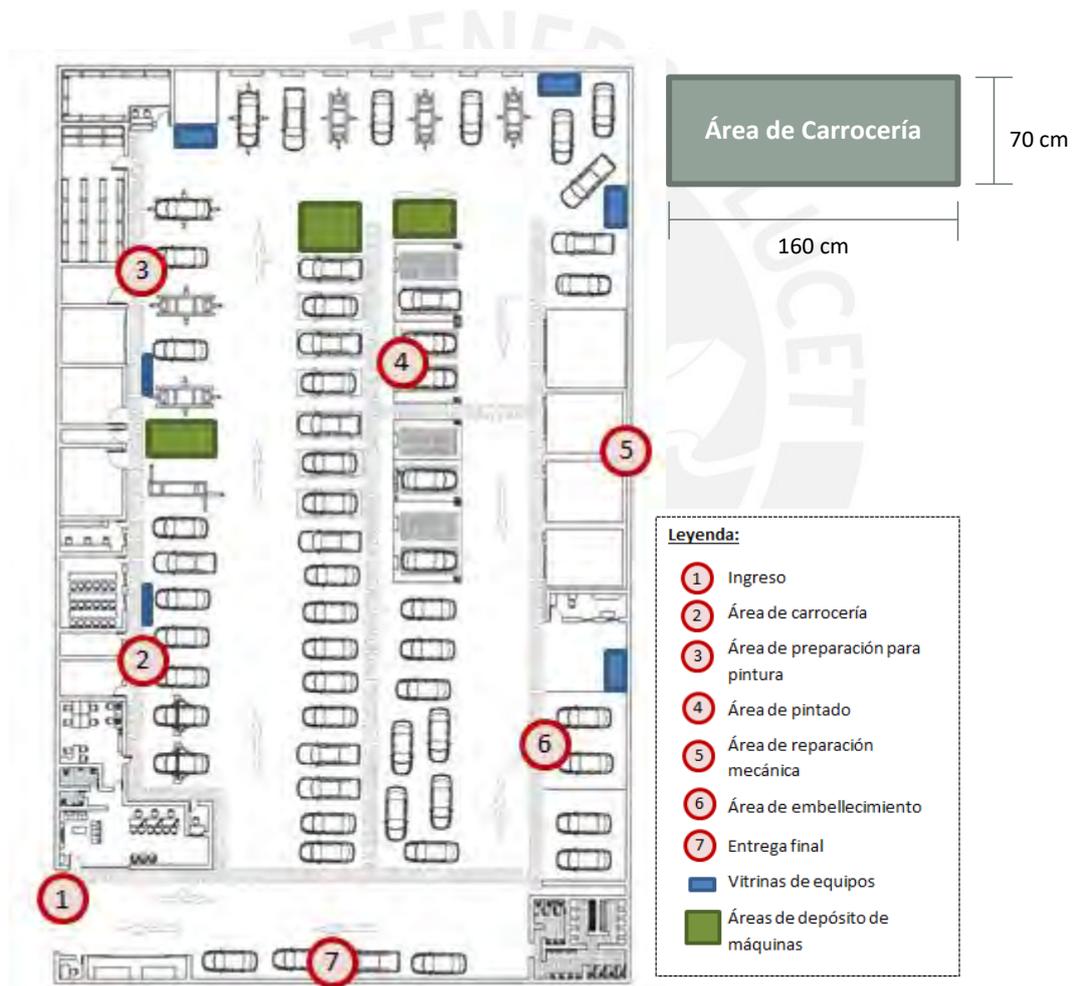


Figura 4.13. Layout - Áreas a ejecutar trabajos  
Elaboración propia

En segundo lugar, se elaborará una lista con los nombres de todas las herramientas personales y equipos de uso común, que se ubicarán en los carros porta herramientas personales y en vitrinas de equipos, correspondientemente. Actualmente la empresa cuenta con porta herramientas para cada técnico, pero se

pudo observar que se encontraban desordenados y sucios. Por otro lado, las vitrinas serán nuevas, se generará el requerimiento al área de logística y se coordinará la fabricación, traslado e instalación dentro del taller. Los técnicos y controlista de calidad se encargarán de etiquetar y clasificar las herramientas personales y equipos de uso común, para estandarizar el nombre a usar.

Además, estos lugares tendrán etiquetados los nombres de las herramientas, de tal forma que los técnicos puedan colocarlas en su sitio una vez que fueron usadas. En las Figuras 4.13 y 4.14, se muestran un piloto realizado con vitrinas y etiquetas para equipos y herramientas seleccionadas.



Figura 4.14. Orden – situación inicial  
Elaboración propia



Figura 4.15. Orden – situación final  
Elaboración propia

Asimismo, se propone que el área de Infraestructura de la empresa se encargue del pintado, elaboración de letreros, etiquetas para las vitrinas que almacenarán el resto de equipos de las diferentes áreas. Estas tareas se realizarían durante los fines de semana para que no interrumpa las labores operativas y el jefe del taller será responsable de supervisarlos.

Finalmente, se procederá la reubicación. Se organizarán los objetos, máquinas y equipos en las áreas pintadas, carros porta herramientas y vitrinas. Además, el jefe del taller y el controlista de calidad se encargarán de gestionar el traslado y eliminación de todos los artefactos y chatarra (identificados con tarjetas rojas), mientras que los técnicos separarán los equipos y herramientas de uso común para ubicarlas cercanas a las zonas de trabajo.

### Tercera S - Limpieza

Una vez finalizada con éxito la segunda "s" se procederá a eliminar la suciedad. Por eso la limpieza en esta parte tiene un enfoque integral, lo cual quiere decir que la empresa se preocupará por limpiar las áreas de trabajo, identificar focos de suciedad y aplicar un plan de mantenimiento y limpieza rutinaria que aseguren su continuidad y hábito.

Este trabajo realizado motiva a los técnicos, reduce riesgos laborales y medioambientales, que muestren una imagen positiva a la empresa y contribuye a evitar errores y retrabajos.

La primera fase corresponde a la limpieza general del taller, esta se propone que sea realizada por el equipo de limpieza del taller durante un día completo y por toda la superficie, las máquinas, las herramientas personales, sistemas de aspiración, almacenes, autos estacionados y bahías de trabajo.

La segunda fase corresponde a la localización de focos de suciedad. En el transcurso del día de limpieza, los técnicos y controlista de calidad se encargarán de recorrer todo el taller y áreas de trabajo para identificar las fuentes de suciedad.

Dentro del taller, cada etapa del proceso de producción genera distintos tipos de suciedad. Estos pueden ser líquidos, como los fluidos que caen al piso en el proceso de reparación mecánica del vehículo; polvo, que se genera de la masilla usada en el área de preparación; y residuos sólidos, que son los restos de metal, papel, plásticos o materiales que se usan en el taller. Por tal motivo la participación de los responsables de cada etapa del proceso es fundamental para ubicar derrames, fugas, rincones de acumulación de basura o roturas de cañerías de sus propias bahías de trabajo.

Para el presenta proyecto se realizó un recorrido en el taller identificando los focos de suciedad. Los principales hallazgos fueron los siguientes:

En el área de carrocería, como se muestra en la Figura 4.16, se generan residuos de metal que se acumulan en el piso debido a los trabajos en la estructura metálica del vehículo. Asimismo, se identificó polvo, restos de aceite y grasa, lo cual requiere de constante limpieza.



Figura 4.16. Hallazgo Seiso, carrocería  
Elaboración propia

En las bahías de preparación de pintura, como aparece en la Figura 4.17, las mesas de trabajo se encuentran sucias y tienen restos de masilla. Además, en las paredes y piso se identificó acumulación de polvo por el constante trabajo de lijado de masilla que se coloca sobre la carrocería del vehículo como parte del proceso.



Figura 4.17. Hallazgo Seiso, preparación  
Elaboración propia

En la Figura 4.13, se evidencian que en las bahías de embellecimiento y almacenes de refacciones, repuestos e insumos de carrocería existen piezas usadas, chatarra, cajas sin usar y desechos.

En el almacén de pintura, se identificó que el piso y las mesas de trabajo se encuentran con restos de pintura ocasionados por manchas o derrames de mezclas realizadas anteriormente.



Figura 4.18. Hallazgo Seiso, almacén de pinturas, almacén general  
Elaboración propia

En los estacionamientos, se hallaron varios vehículos que no se encuentran protegidos y el polvo se acumula en su superficie (Figura 4.19). Estos casos se presentan en aquellos vehículos que se encuentran cerca de las bahías de preparación.



Figura 4.19. Hallazgo Seiso, estacionamientos  
Elaboración propia

Con todas estas evidencias, se prueba que existen varios focos de suciedad en el taller y existe la necesidad de implementar la filosofía 5s y continuar con adecuación y control. Continuando con la segunda “s”, cada técnico se responsabiliza de su bahía de trabajo y asumirán el rol de limpieza rutinaria de sus equipos, piso, herramientas de uso personal y autos que trabajan. Asimismo, tendrán que mantener sus áreas libres de polvo y suciedad, limpiando diariamente durante los primeros y últimos 15 minutos de su jornada laboral.

Para mantener el orden y limpieza se dispondrán de tachos especiales para clasificar los desperdicios comunes del taller. Las divisiones serán para materiales de cartón y papel, metal y plásticos y “generales” con el uso de bolsas transparentes de 1 metro de alto que son fácilmente de identificar.

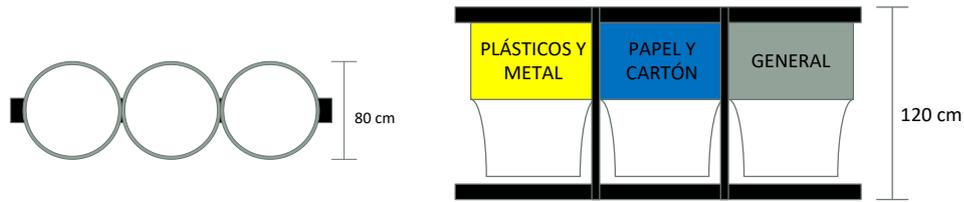


Figura 4.20. Tachos clasificadores de desperdicios  
Elaboración propia

El controlista de calidad se encargará de instruir a los técnicos sobre métodos de limpieza y de identificación de nuevas fuentes de suciedad, sobre todo las mermas y desperdicios que se generan de los trabajos diarios en cada etapa del proceso. Estas mermas comunes son piezas de autos, plásticos, vidrios, herramientas y consumibles desgastados.

Por el lado del mantenimiento de las máquinas, se programará anticipadamente mediante un cronograma aprobado por el jefe del taller. El área de Mantenimiento de la empresa realizará verificaciones quincenales y gestionará los servicios preventivos y correctivos con proveedores especializados.

#### Cuarta S – Estandarizar

Una vez culminadas las primeras 3s de forma satisfactoria se implementarán las siguientes estandarizaciones:

- Se crearán manuales de procedimientos (Figura 4.21) que permitirán normalizar las tareas y actividades del proceso. Estas serán explicadas por los técnicos con mayor experiencia mediante charlas mensuales y talleres. Asimismo, el controlista de calidad se responsabilizará de supervisar las actividades y comunicar los errores en el procedimiento antes que genere un retrabajo.
- Para la limpieza, el jefe del taller con el apoyo de los técnicos más experimentados, creará un *checklist* de revisión y un diagrama de recorrido. Este listado tendrá los detalles de la ruta y focos de suciedad de cada bahía de trabajo, el cual deberá ser firmado por el responsable del área para dar la conformidad y pasar al siguiente.

MANUAL DE PROCESOS DE REPARACIÓN	
CONTENIDO	
1	COMPARANDO DE LANTAS TRANSVERSOS PISO
2	COMPARANDO DE LANTAS CON TUBO ARBOLITO TUBOS
3	COMPARANDO LANTAS CON TUBO DE TUBO
4	SOLUCIONAR DE TUBO CONTINIO
5	SOLUCIONAR POR PUNTO DE RESISTENCIA
6	REPARACION DE PUERTOS TERNOCALISTOS
7	REPARACION DE BARRAS
8	SUSTITUCIONES PASAJES
9	SOLUCIONAR BLANCA (ESTRIBO)
10	DESHONDA Y REPARACION DE CERRAJES PASAJES
11	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
12	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
13	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
14	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
15	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
16	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
17	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
18	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
19	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION
20	REPARACION DE PEDA METALICA REPARACION

Figura 4.21. Manual de procesos y talleres  
Elaboración propia

- Para la ubicación de los equipos de uso común, se dispondrá de vitrinas especialmente diseñadas para las dimensiones y peso de estos. Como se explicó en la segunda etapa del proyecto 5s (organizar), tendrán etiquetas con los nombres como se muestra en la Figura 4.21, y los técnicos podrán colocar y ubicar correctamente los equipos para que no se confundan. Adicionalmente, se pegarán unas Figuras con la forma de los equipos, que será de ayuda para los técnicos nuevos y practicantes.
- Finalmente, se estandarizará el uso de indumentaria de trabajo y equipos de protección personal. Todos los técnicos portarán pantalón, camisa de manga larga de color plomo, zapatos negros de punta de acero y guantes de trabajo. Asimismo, se les proporcionará de mascarillas contra polvo y lentes especiales. Para los pintores, se les dará adicionalmente un traje de pintura, una máscara completa y guantes de pintura. La revisión diaria del uso correcto de la indumentaria será responsabilidad del jefe del taller, quien verificará que todos los técnicos se encuentren correctamente vestidos o no permitirá el inicio de sus labores.

#### Quinta S - Seguimiento y disciplina

Dentro del taller la falta de seguimiento y control es un problema que genera pérdidas debido a los retrabajos, ya que son necesarias horas de mano de obra extra para solucionar inconvenientes en la reparación. La falta de coordinación y compromiso son los principales problemas que impiden que los planes de mejora se ejecuten correctamente. Asimismo, cada mes los informes muestran que los hallazgos no se solucionan.

El objetivo de esta etapa es aplicar una auditoría eficaz que permita la mejora continua. Para ello se implementa una patrulla 5S de control y seguimiento. La cual

será conformada por un grupo de 4 técnicos y el controlista de calidad, quienes mensualmente recorrerán el taller para evaluar el estado de las 5S con ayuda de fichas de revisión. Cada técnico tendrá que colocar un valor de 1, 2 o 3, si no cumple, cumple medianamente o cumple perfectamente, correspondientemente, en cada ítem de la ficha. Cuando terminen de puntuar, se consolidarán los resultados y se colocarán en una hoja de Excel por el controlista de calidad.

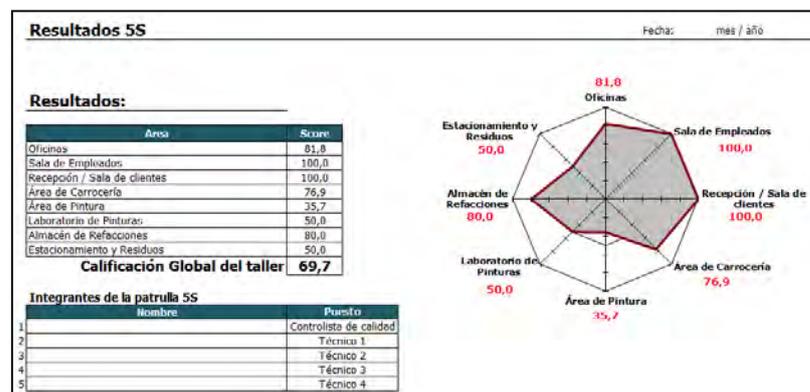


Figura 4.22. Resultados 5S - Referencial  
Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 4.22, se presenta un ejemplo de ficha resumen donde se encuentran los resultados obtenidos de forma general del taller. Asimismo, hay un gráfico radar donde se muestran los valores alcanzados por cada área en el rango de 0% (no cumple) y 100% (cumple perfectamente), y una tabla con los datos de los integrantes de la patrulla 5s.

Las fichas con los ítems a verificar y puntuar serán brindadas por la empresa y el controlista de calidad deberá analizar los resultados e implementar planes de mejora. Cada mes se verificarán los avances de las acciones tomadas y se priorizarán las actividades que beneficiarán la solución de los problemas inmediatamente.

Adicionalmente, se implementará una charla diaria de 15 minutos donde el jefe del taller, antes de la jornada laboral, les explicará las normas de seguridad, verificará el uso correcto de los equipos de protección personal y, en grupo, comentarán: los problemas en los trabajos entregados en los días anteriores, se explicarán los nuevos ingresos de autos de vehículos y los trabajos priorizados del día.

Es importante que en este punto los técnicos puedan participar activamente en el debate grupal para exponer los conflictos y problemas en el proceso. Asimismo, es el momento para que el jefe del taller motive y felicite a los trabajadores que lograron mejores resultados, así como exponer y transmitir las quejas que tienen los clientes

de los trabajos recibidos. Asimismo, se implementarán políticas internas para el cumplimiento y se capacitará a los nuevos empleados, asegurando la sostenibilidad del proyecto.

Como se muestra en la Tabla 4.8 a modo de resumen, cada etapa tiene un objetivo específico, acciones a implementar y responsables, de tal forma que todo el proyecto 5S forma parte tendrá una fase inicial de cambio y luego se realizará el seguimiento y mejora continua.

Tabla 4.8. Resumen proyecto 5S

<b>Etapa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>
Primera S – Orden	Clasificar y eliminar los desperdicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de identificación de desperdicios</li> <li>• Inspección del taller y etiquetado</li> </ul>	<p>Jefe de Taller</p> <p>Controlista de Calidad</p> <p>Técnicos</p>
Segunda S - Organizar	Localizar correctamente los materiales necesarios para la operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintado de piso para ubicación de máquinas y equipos especiales</li> <li>• Colocación de letreros y señales</li> <li>• Lista de nombres para todas las herramientas</li> <li>• Reubicación y traslado de equipos y materiales</li> </ul>	<p>Responsable de área de Infraestructura</p> <p>Controlista de Calidad</p> <p>Técnicos</p>
Tercera S - Limpieza	Identificar los focos de suciedad y aplicar un plan de limpieza rutinario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza general del taller</li> <li>• Identificación de focos de suciedad</li> <li>• Implementación de tachos clasificadores de desperdicios</li> <li>• Diseño del plan de limpieza individual</li> <li>• Diseño del programa de mantenimiento de máquinas</li> </ul>	<p>Técnicos</p> <p>Controlista de Calidad</p>

Etapa	Objetivo	Acciones	Responsables
Cuarta S - Estandarizar	Definir normas para asegurar y mantener los niveles de orden y limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de manuales de procedimientos</li> <li>• Diseño del checklist de revisión de limpieza y diagrama de recorrido</li> <li>• Uso de vitrinas para la ubicación de equipos de uso común</li> <li>• Estandarizar el uso de indumentaria de trabajo y equipos de protección personal</li> </ul>	<p>Jefe de Taller</p> <p>Controlista de Calidad</p>
Quinta S – Seguimiento y disciplina	Asegurar la sostenibilidad de los cambios y orientar a los técnicos a la búsqueda continua del orden y limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una patrulla de inspección 5S</li> <li>• Diseño de Ficha de Control y Evaluación 5S</li> <li>• Auditorías de cumplimiento 5S</li> <li>• Capacitación de normas 5S</li> </ul>	<p>Patrulla 5S</p> <p>Controlista de Calidad</p>

Elaboración propia

### Resultados en KPI

Luego de desarrollar las propuestas de mejora, se busca incrementar la productividad del taller y reducir el tiempo de espera en carrocería. Se estima disminuir en 40% con la aplicación del sistema de asignación de trabajos. Asimismo, el tiempo de proceso y espera en preparación para pintura se estima una reducción del 25%, con la implementación de la metodología 5S y aumentando la productividad de la actividad de “Mezclado y aplicación de masilla” con el estudio de métodos mejorado a nivel de bimanual. En la Figura 4.23 se presentan los cambios en los tiempos de producción de cada etapa del proceso obtenidos luego de implementadas las mejoras.

Finalmente, de forma detallada, en la Tabla 4.9, el indicador Proceso/Espera, muestra que en el área de carrocería se mejoraría en 67%, reduciendo de 47 a 33 horas, y en Preparación para pintura en 33%, reduciendo de 35 a 24 horas. Además,

con estos resultados obtenidos, se concluye que el tiempo de estancia logra reducirse de 13.1 días a 11.4 y el número de órdenes de trabajo (vehículos que se reparan) aumenta de 185 a 212, como se detalla en la Tabla 4.10.

Tabla 4.9. Cuadro comparativo de tiempos (horas)

		Carrocería	Preparación para pintura	Pintura	Embelllecimiento	Total
Método Actual	Espera (horas)	37,27	18,64	3,11	3,11	62,13
	Proceso (horas)	10,64	16,4	3,69	2,43	33,16
INDICADOR 1 (Proceso / Espera)		0,29	0,88	1,19	0,78	0,53
Método Mejorado	Espera (horas)	22,36	13,98	3,11	3,11	42,56
	Proceso (horas)	10,64	10,5	3,69	2,43	27,26
INDICADOR 2 (Proceso / Espera)		0,48	0,75	1,19	0,78	0,64

Elaboración propia

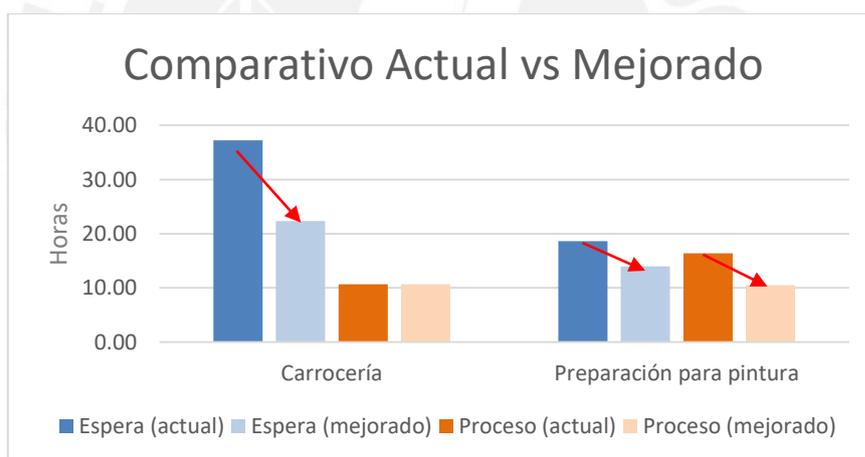


Figura 4.23. Gráfico comparativo de tiempos  
Elaboración propia

Tabla 4.10. Resumen de resultados

	Proceso actual	Proceso mejorado
Órdenes de trabajo atendidas mensual	185	212
Tiempo de estancia (días)	13.1	11.4
INDICADOR (proceso / espera)	0,53	0,64

Elaboración propia

## **CAPÍTULO 5. TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

En el presente capítulo se presenta el diagnóstico sobre la capacidad de transformación organizacional de la empresa en estudio, utilizando el modelo 7S diseñado por McKinsey, con el objetivo de diseñar el plan de implementación ajustado a la realidad actual.

### **Modelo 7S de McKinsey**

McKinsey&Company ilustra la estructura de gestión, estrategia y trabajo interno de las empresas según siete variables interrelacionadas. Estos factores forman una compleja red de la cual se puede hacer un diagnóstico de la situación organizacional actual, la capacidad y dificultades al cambio (Sekhar, 2009). Para el presente estudio, el análisis partirá de la descripción de cada aspecto del modelo, se explicará cómo cada factor se maneja dentro de la organización, se detallarán las brechas identificadas y finalmente se brindará una conclusión del diagnóstico.

#### Valores compartidos - *Shared values*

Se refiere a la actitud de la organización frente a su visión y cumplimiento de objetivos, los cuales son la base de los principios que se mantendrán incluso si ocurriese un cambio en el negocio.

Para la empresa en estudio, los valores definidos por la alta dirección y compartidos a los técnicos son los siguientes:

- Seriedad: Relacionada al cumplimiento de los servicios ofrecidos.
- Trabajo: Tanto en la calidad de las reparaciones como en el esfuerzo de brindar una atención eficiente a los clientes.
- Confianza: Buscando la retención de los clientes al brindar un valor agregado en las reparaciones.

Las brechas identificadas en este aspecto son diversas. En primer lugar, los altos directivos no estudian el comportamiento de los clientes, lo cual les impide conocer las necesidades y aspectos que ellos aprecian como un buen servicio. En segundo lugar, si bien los técnicos realizan un trabajo de calidad, la poca eficiencia en el uso de tiempos y la priorización afectan el segundo valor. Finalmente, el tercer valor de la “confianza” actualmente se ve impactado por los tiempos que demoran las reparaciones, queja principal de los clientes según las encuestas de satisfacción.

### Estrategia – Strategy

La estrategia es la forma en la que se establece un rumbo y se realiza la planificación de las acciones necesarias para obtener las metas y objetivos.

En la empresa en estudio, se organizan diversas reuniones entre los jefes de taller y gerentes para la definición de objetivos mensuales y anuales, buscando el crecimiento del negocio y la rentabilidad. Es así que las estrategias están asociadas con el aumento de la meta de órdenes de trabajo atendidas al mes (trabajos de reparación de vehículos); y el reducir el tiempo promedio de reparación (incremento de la productividad).

Sin embargo, la estrategia no es comunicada adecuadamente. El jefe del taller no transmite las estrategias operativas a los técnicos y esto ocasiona que los objetivos no estén alineados. Asimismo, los técnicos no cuentan con bonos por rendimiento de calidad, solo están enfocados a lograr las metas de producción mensuales, pero no a reducir el número de retrabajos. En tal sentido, la calidad en el proceso de reparación no tiene una estrategia o plan de acción definido, y esto ocasiona la inconformidad de los clientes cuando se les entrega el vehículo reparado.

### Estructura – Structure

Este factor conceptualiza la forma en la que se organiza la compañía. En la empresa en estudio la “estructura funcional” es aplicada, considerando gerencias de Tecnología de la información, Recursos humanos, Finanzas, Comercial y Operaciones, y donde la interacción de información y gestión del conocimiento permite que la empresa logre sus metas financieras.

Sin embargo, existe una brecha diferencial en los talleres de reparaciones. Allí existe una jerarquía lineal, donde los técnicos deben reportar directamente al supervisor de taller, lo cual no se promueve la innovación, la polifuncionalidad ni las ideas internas de mejora de procesos (búsqueda de excelencia operacional). Además, los técnicos se encuentran acostumbrados a esperar las instrucciones antes de comenzar sus trabajos, sin iniciativa propia o proactividad, lo cual implica que los puestos sean fijos, no se puedan realizar actividades fuera del alcance de la etapa del proceso y que las funciones sean muy especializadas. Esto ocasiona finalmente que los técnicos no puedan rotar de puestos y que sus actividades sean rutinarias, específicas y, en conclusión, se cuente con un técnico no polifuncional.

### Sistemas – Systems

Se refiere a los sistemas informáticos que sostienen y aseguran la continuidad del negocio. En la empresa se maneja a nivel de *back office* el ERP SAP, en el cual se gestiona la información para los requerimientos de las áreas de soporte como Logística, Marketing, Recursos Humanos, Tecnologías de la Información, Almacén, entre otros.

La principal brecha en este aspecto es que los talleres de reparación no cuentan con ningún sistema de seguimiento trabajo. Este es un limitante ya que los técnicos usan fichas impresas o un archivo en formato Excel donde registran sus trabajos, lo cual es insuficiente para conocer a tiempo real de cada proceso y en qué etapa de la reparación se encuentra un vehículo.

### Habilidades – Skills

Las habilidades se relacionan a las características y competencias que las personas utilizan para el desempeño de sus funciones o trabajo. En la empresa en estudio este aspecto es fundamental ya que la mayoría de los técnicos no cuentan con estudio académicos, sino que fueron capacitados y entrenados por expertos en el rubro.

Por un lado, en las zonas de preparación de pintura, pintado y embellecimiento, las habilidades requeridas son de precisión y detalle para los trabajos manuales, ya que en estas bahías se trabajan sobre formas, líneas y acabados según los modelos de los vehículos.

Por otro lado, en las zonas de reparación de carrocería, se precisa de técnicos con alta capacidad motriz debido a los trabajos de fuerza y carga que se aplican en las estructuras metálicas de los vehículos.

Sin embargo, actualmente no existe una brecha en capacitación ya que los técnicos cuentan con al menos 2 años de experiencia y conocen todas las técnicas de reparación.

### Equipo de trabajo – Staff

Este aspecto trata de la organización y gestión de las personas que son parte del equipo de trabajo permanente, es decir, los trabajadores de oficina que ven la gestión comercial, y los técnicos encargados directamente de las reparaciones.

La empresa tiene particularidades en la gestión del capital humano:

- Horario fijo y horas extras: La jornada de trabajo es fija de ocho horas. Sin embargo, por retrasos en las entregas, reprocesos, desorden de vehículos

estacionados o reparaciones de urgencia, el horario se amplía en una o dos horas diariamente. Estas no son pagadas y generan quejas de los trabajadores.

- Fuerte enfoque en objetivos: Cada mes se tiene como meta una cantidad de vehículos a reparar y un monto de facturación, los cuales están relacionados con los días laborales del mes y con los objetivos de gerencia anuales. Esto causa que exista una presión tanto en jefes y técnicos para cumplir con la cuota, y en muchos casos se presentan problemas de calidad de trabajos, retrasos, reprogramación de entregas y quejas de clientes.
- Poca flexibilidad en la rotación de puestos: La especialización de los técnicos para los trabajos es un inconveniente en caso se requiera suplir las funciones de otros. En caso exista inasistencia de algún técnico es poco probable que pueda ser reemplazado por otro de una diferente área.

### Estilo – Style

Se refiere a los patrones de acción a través de los integrantes de la organización.

En la empresa en estudio los administradores y técnicos tienen un estilo de trabajo orientado al cumplimiento de los objetivos de producción, dedicando sus esfuerzos en agilizar los trabajos. Sin embargo, esto ocasiona que existan reproceso porque no hay motivación para realizar sus trabajos con calidad y con cuidado en los detalles. En ese sentido el foco de atención debería cambiar, del enfoque cerrado del cumplimiento de metas, a la realización de trabajos de calidad eficientemente.

### Evaluación

Luego de los hallazgos y las descripciones obtenidas sobre los siete factores que estructura el modelo de Mckinsey, se realizó una revisión con el responsable de Recursos Humanos de la empresa, supervisor de taller, controlista de calidad y el Jefe del Taller, los cuales ponderaron los factores con un valores desde 1 (baja criticidad) a 5 (alta criticidad), para identificar el que genera mayor problema en la organización. Como se muestra en el Anexo 12, el factor de Estructura obtuvo el mayor puntaje, evidenciando su alta criticidad, donde se resalta como problema principal la “baja polifuncionalidad de los técnicos”.

Esto se explica porque dentro del taller, todos los trabajos son especializados y los técnicos no cuentan con las competencias para rotar entre procesos. Cada vehículo que ingresa tiene características distintas según el siniestro. Algunos casos, por ejemplo, pueden requerir reparaciones leves debido a raspones o rotura de faros, sin embargo, hay otros donde es necesario que se empleen varias horas de trabajo para

restaurar la carrocería y pintar el vehículo. En ese sentido falta una acción planificada para convertir a los técnicos de “especialistas” a “polifuncionales”.

Sin embargo, a nivel general existen pocas dificultades organizacionales para que las ideas de transformación o propuestas de mejora sean adoptadas por la alta dirección y por los técnicos. Actualmente hay fuertes factores internos que caracterizan a la empresa: arriesgadas metas económicas, fuerte especialización de los trabajos, cultura de cumplimiento de objetivos de producción y esfuerzo por brindar un trabajo de calidad para la satisfacción de los clientes. Estas son las principales variables que motivarán a la empresa a implementar efectivamente proyectos de transformación en los procesos y mejorar la producción del taller.

### **Estrategias de Cambio organizacional**

Una vez identificado que el principal problema en la gestión organizacional está en el factor Estructura con “la poca polifuncionalidad en los trabajos de reparación”, se plantearán diversas estrategias de solución. En ese sentido, se propone implementar cuatro estrategias de cambio organizacional que serán las siguientes:

#### Diversificación del trabajo

Esta estrategia considera que el trabajo actual tendrá cambios con el desarrollo de una propuesta de trabajo enriquecido y una de trabajo ampliado. Esto quiere decir que se requiere un cambio de las características de la labor, enfocándose en la planificación y control de calidad. En ese sentido, en cada etapa del proceso productivo del taller, se requerirá que los técnicos planifiquen su rutina de trabajo y sean cuidadosos con el control de calidad final con el fin de que el producto no presente reprocesos ni reclamos.

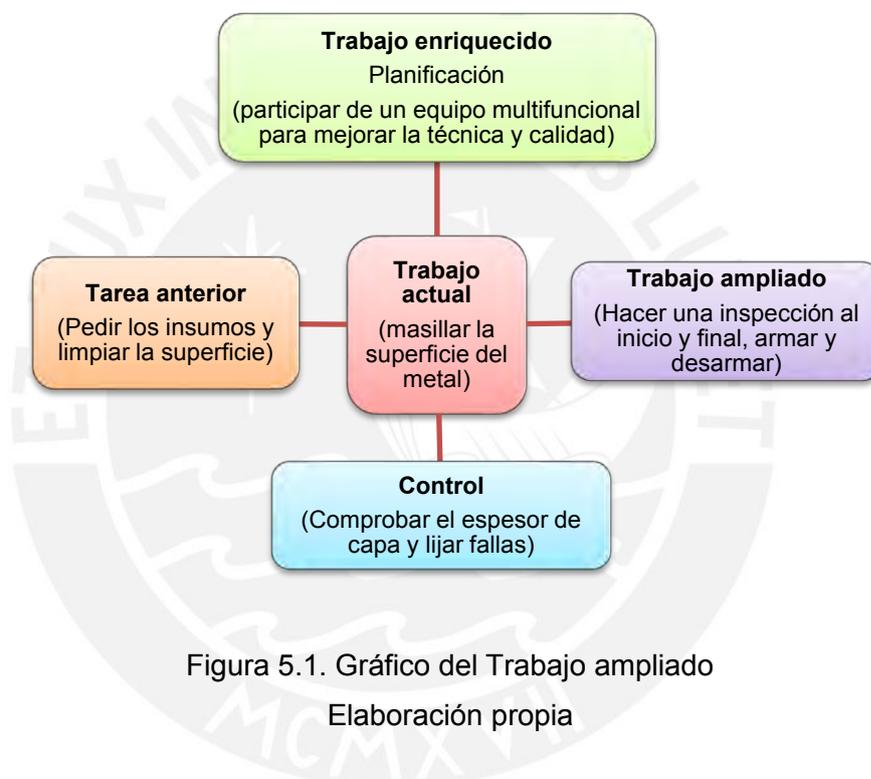
#### Trabajo ampliado

En las etapas de carrocería y preparación de pintura se aplicará la estrategia del trabajo ampliado, donde se incluirán las tareas de desarmado y armado de piezas pequeñas y accesorios, que anteriormente no se consideraban y generaban retrasos.

En la Figura 5.1 se muestra un esquema de cómo el trabajo ampliado se aplica añadiendo tareas de planeamiento y control, además de acciones que permitirán reducir los tiempos de espera del anterior trabajo y mejorar la calidad.

### Rotación de puestos

En la empresa en estudio se implementaría un sistema de rotación de puestos, en el cual los trabajadores puedan apoyar en las labores a sus compañeros de otras áreas. Por ejemplo, un técnico de reparación de carrocería podría trasladarse a preparación de pintura o acabado y al transcurso de un par de meses podría aprender las habilidades para desempeñarse en ambos puestos. De este modo, se logra aumentar las habilidades manuales, y se ganaría un técnico polifuncional, motivado y con facilidad de responder ante la necesidad de mano de obra extra.



### Equipo autodirigido

Finalmente, se propone establecer la estrategia de equipo autodirigido, que significa que cada equipo desempeña una serie de tareas, interdependientes por naturaleza. Este método fomentará la independencia de decisión y resolución de problemas por los mismos técnicos, y se realiza en tres etapas.

En la primera etapa, se escoge a los líderes para cada área, quienes controlarán las operaciones de su equipo y serán quienes asuman la responsabilidad sobre la calidad de los trabajos y el cumplimiento de fechas de entrega.

En la segunda etapa, el supervisor de taller coordinará reuniones para dar seguimiento a los trabajos y comprobar la calidad. Asimismo, la administración del taller avisará cuando los indicadores de cumplimiento de fecha promesa y reclamos de clientes sean críticos para poder tomar acciones correctivas de forma inmediata.

Finalmente, en la tercera etapa, se evaluará la gestión de los líderes y se realizarán reuniones para discutir sobre los sucesos y problemas ocurridos durante el periodo de tiempo. Con el apoyo del jefe del taller, se absolverán dudas sobre temas de calidad y se reforzará la necesidad de cumplimiento de metas de producción.

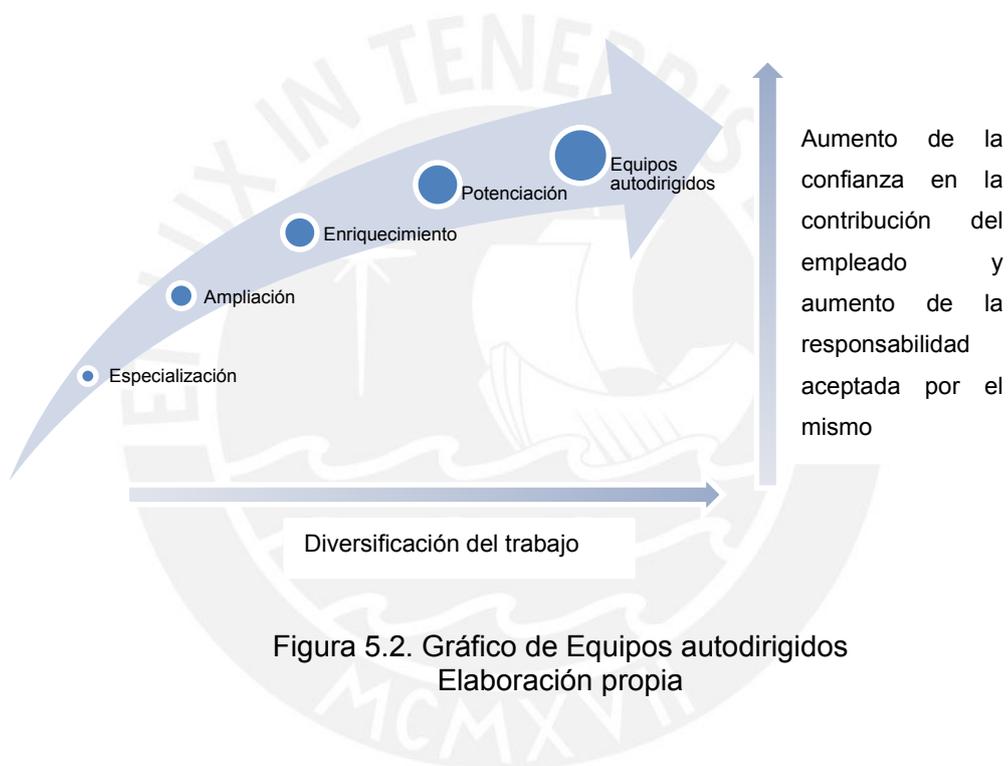


Figura 5.2. Gráfico de Equipos autodirigidos  
Elaboración propia

## **Cronograma de actividades**

Según el *Project Management Institute* en su libro PMBOK, la dirección o gerencia de proyectos involucra el uso de herramientas, destrezas y conocimientos en las actividades que forman parte del proceso de desarrollo del proyecto.

Se propone realizar una serie de actividades dentro de cinco etapas: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. Asimismo en el Anexo 1 se brindará mayor detalle de cada una.

En la etapa de Inicio: se concentran las tareas de definición del proyecto, el diagnóstico inicial y análisis de las necesidades y causas. Se estima en total 10 días hábiles.

En la etapa de Planeamiento: se encuentran las actividades de análisis de data y diseño de las propuestas de mejora. También, se realiza el cronograma de implementación y se validan los estudios realizados para empezar a aplicarlos, por desarrollar en 46 días hábiles.

En la etapa de Ejecución: se concretaría la implementación de las cuatro propuestas de mejora: asignación eficiente de trabajos de carrocería y estacionamientos; reposición rápida de insumos y transformación 5s. Serían 18 días hábiles.

En la etapa de Seguimiento y control, se supervisan los cambios a realizar y se ajustan los programas a partir de los comentarios de los técnicos y personal administrativo. Son 12 días hábiles.

Finalmente, en la etapa de cierre, se realiza un estudio de tiempos para medir el ahorro de tiempos y mejora del proceso. Luego, se presentan los resultados obtenidos a gerencia. En total serían 25 días hábiles.

Con un total son 111 días hábiles para completar las cinco etapas, considerando ocho horas diarias de trabajo de lunes a viernes.

A continuación, se presenta el cronograma de las tareas establecidas en un Diagrama Gantt:

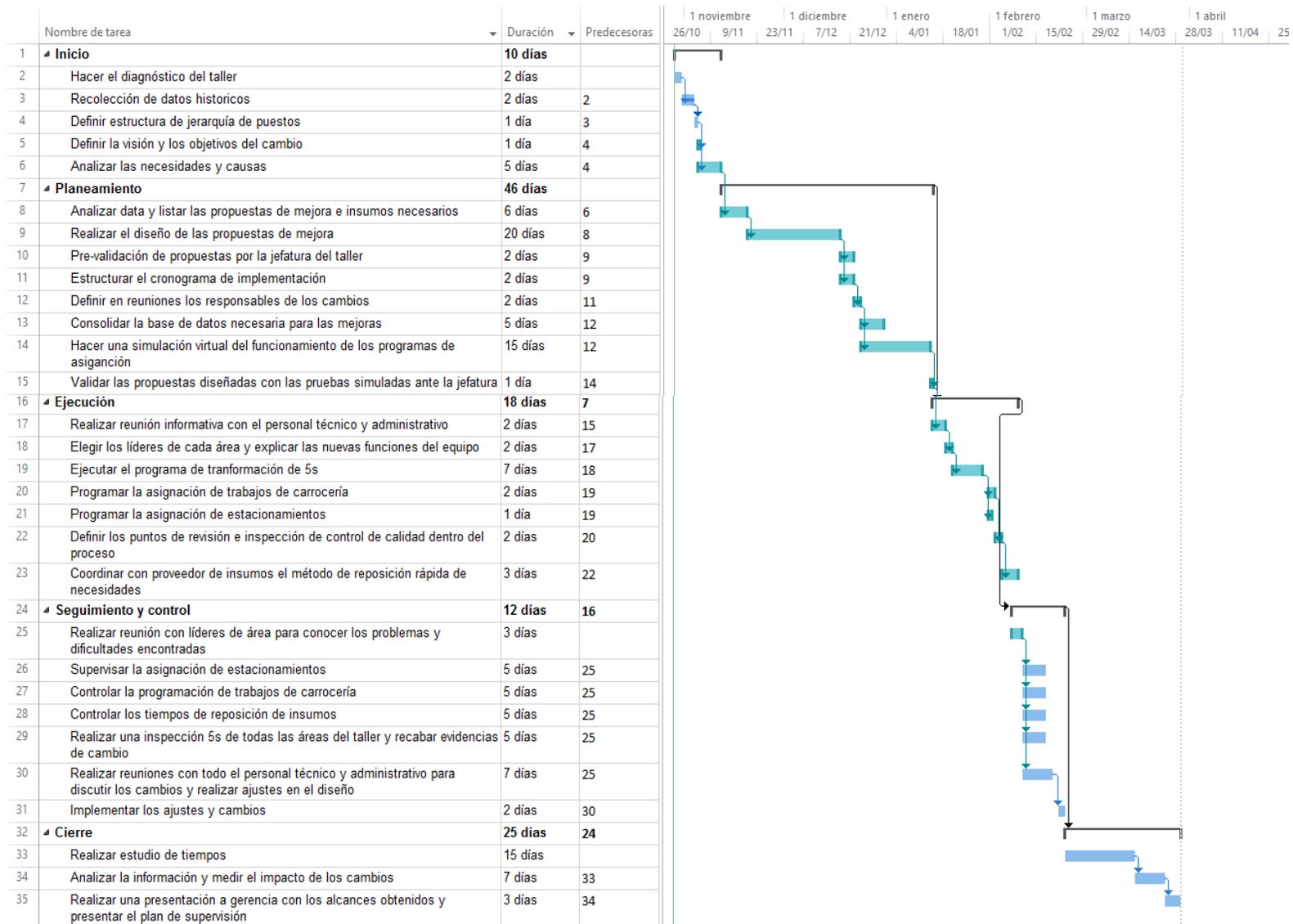


Figura 5.3. Diagrama Gantt del proyecto  
Elaboración propia

### Matriz de responsabilidades

Según Arthur V. Hills (2012), Para asegurar que las actividades planteadas sean realizadas de forma eficaz y eficiente, se debe controlar la progresión de los avances de la transformación. El autor del libro “*The Encyclopedia of Operation Management*” recomienda una asignación basada en una Matriz de asignación de responsabilidades (RAM).

A partir del conocimiento de las actividades que se deben realizar en el proyecto y su programación, se debe definir las responsabilidades, es decir, el personal que se encargará de cumplirlas. En la Tabla 5.1. Se presenta la matriz de responsabilidades para el proyecto. De forma de ejemplo, la primera actividad de “Hacer el diagnóstico del taller” corresponde a la etapa de inicio y los responsables son:

- Equipo de proyecto, con letra “R” que significa: encargado de realizar el trabajo.
- Supervisor del taller, con letra “C”, es la persona que brindará las asesorías y consejos para culminar la tarea.
- Analista de calidad, con la letra “A”, es el encargado de rendir cuentas y verificador que la actividad sea realizada correctamente.
- Los líderes de carrocería, pintura y acabado, con la letra “I”, solo serán informados del estado de la actividad mientras es ejecutada.

Tabla 5.2. Matriz de responsabilidades

	Actividades	Equipo de proyecto	Supervisor del Taller	Analista de Calidad	Líder de área de carrocería	Líder de área de pintura	Líder de área acabado
Inicio	Hacer el diagnóstico del taller	R	C	A	I	I	I
	Recolección de datos históricos	R	C	A	I	I	I
	Definir estructura de jerarquía de puestos	R	A	c	C	I	I
	Definir la visión y los objetivos del cambio	C	R	A	I	I	I
	Analizar las necesidades y causas	R	C	A	C	C	C

	Actividades	Equipo de proyecto	Supervisor del Taller	Analista de Calidad	Líder de área de carrocería	Líder de área de pintura	Líder de área acabado
Planeamiento	Analizar data y listas propuestas de mejora e insumos necesarios	A	C	R	I	I	I
	Realizar el diseño de las propuestas de mejora	R	A	I	I	I	I
	Pre-validación de propuestas por la jefatura del taller	R	A	I	I	I	I
	Estructurar el cronograma de implementación	R	A	I	I	I	I
	Consolidar la base de datos necesaria para las mejoras	A	C	R	I	I	I
	Hacer una simulación virtual del funcionamiento de los programas de asignación	R	A	I	I	I	I
	Validar las propuestas diseñadas	R	C	C	I	I	I

	Actividades	Equipo de proyecto	Supervisor del Taller	Analista de Calidad	Líder de área de carrocería	Líder de área de pintura	Líder de área acabado
Ejecución	Realizar reunión informativa	R	A	I	I	I	I
	Elegir los líderes de cada área y explicar las nuevas funciones del equipo	I	A	R	I	I	I
	Ejecutar transformación 5s	I	A	R	I	I	I
	Programar asignación de trabajos de carrocería	I	A	R	C	I	I
	Programar asignación de estacionamiento	I	A	R	C	C	I
	Definir puntos de revisión	R	C	I	I	I	I
	Coordinar método de reposición de insumos con proveedor interno	R	I	I	I	C	C
Seguimiento y control	Realizar reuniones con líderes	R	I	I	C	C	C
	Supervisar la asignación de estacionamiento	I	R	I	I	I	I
	Controlar la programación de trabajos de carrocería	I	R	I	I	I	I
	Controlar los tiempos de reposición de insumos	I	R	I	I	I	I
	Realizar reuniones con todo el personal técnico y administrativo	R	I	I	C	C	C
	Implementar ajustes y cambios	R	C	A	I	I	I

	Actividades	Equipo de proyecto	Supervisor del Taller	Analista de Calidad	Líder de área de carrocería	Líder de área de pintura	Líder de área acabado
Cierre	Realizar estudio de tiempos	R	I	A	I	I	I
	Analizar la información y medir el impacto de los cambios	A	I	R	I	I	I
	Presentar resultados de ahorro de tiempo obtenido	A	I	R	I	I	I

Elaboración propia



## CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el presente capítulo se presenta la evaluación económica del proyecto, se analiza el impacto en los ingresos, egresos y se evalúa la factibilidad con indicadores de rentabilidad y beneficio-costos.

### Ingresos

Cada vehículo que ingresa al taller tiene diferentes tipos de siniestros y según la magnitud del daño, la cantidad de horas hombre, repuestos y materiales requeridos variará el precio final de venta. Sin embargo, con un ticket promedio de S/. 997.39 por vehículo reparado, se estimó las ventas mensuales potenciales.

Tabla 6.1. Ingresos por Mano de obra

Ingresos MO		
Descripción	Cantidad	Observaciones
Cantidad de vehículos reparados	185 (situación inicial)	<i>Con un crecimiento de 2% mensual (estimado) hasta alcanzar 205 que es el nivel proyectado con las propuestas de mejora implementadas</i>
Precio por reparación	S/.997.39	<i>Promedio del precio de órdenes de trabajo registradas el 2014</i>

Elaboración propia

### Egresos

#### Costos Directos de Producción

Por otro lado, los costos directos tienen dos principales fuentes: mano de obra (remuneraciones e incentivos) y costos de materiales e insumos. Los incentivos son calculados como 25% del remuneración básico y permiten que los líderes de cada área fomenten el cumplimiento de metas entre su equipo. De forma detallada en la Tabla 6.2 y 6.3 se presentan los egresos del proyecto.

Tabla 6.2. Costo de Mano de obra directa

<b>Mano de Obra Directa</b>		
Descripción	Monto	Observaciones
Técnico carrocerero	S/.24,000.00	9 técnicos (2014)
Técnico de Preparación para pintura	S/.18,400.00	8 técnicos (2014)
Técnico de Pintura	S/. 7,500.00	3 técnicos (2014)
Técnico de Embellecimiento	S/. 6,000.00	3 técnicos (2014)
Técnico mecánico	S/. 5,200.00	2 técnicos (2014)
<b>Total</b>	S/.61,100.00	

Fuente: Registro de remuneraciones – Empresa en estudio

Tabla 6.3. Costos directos de producción

<b>Costos Directos de Producción</b>		
Descripción	Monto	Observaciones
Mano de Obra Directa	S/.61,100.00	Técnicos de todas las áreas
Insumos de carrocería	S/. 5,062.25	Promedio de consumo mensual
Insumos de Preparación para pintura	S/. 5,669.72	
Insumos de Pintura	S/. 6,074.70	
Insumos de Embellecimiento	S/. 3,442.33	
<b>Total</b>	S/.81,349.00	

Fuente: Registro de costos – Empresa en estudio

#### Costos Indirectos de Producción

Entre los costos indirectos de producción se encuentran el costo por servicios contratados como seguridad, marketing y publicidad, agua, luz, mantenimiento preventivo, comunicaciones, lavandería, alimentación, movilidad, atención a clientes, entre otros. En la Tabla 6.4 se muestran los montos mensuales.

Tabla 6.4. Costos indirectos de producción

Costos Indirectos de Producción		
Descripción	Monto	Observaciones
Materiales e insumos de mantenimiento	S/. 4,950.00	<i>Por un proveedor externo</i>
Servicios generales	S/. 4,189.00	<i>Servicios generales</i>
Marketing y publicidad	S/. 5,500.00	<i>Monto estándar mensual</i>
Servicios tercerizados y otros	S/.10,300.00	<i>Alimentación, Movilidad, atención clientes, impuestos municipales, etc.</i>
<b>Total</b>	S/.24,939.00	

Fuente: Registro de otros costos – Empresa en estudio

### Incentivos

Los costos de mano de obra adicional son los que el taller asume en bonos a los técnicos de las diferentes áreas. Estos son brindados a los líderes de cada proceso que son escogidos anualmente por votación de los técnicos, y tienen objetivos de cumplimiento de fechas de entrega, cantidad de vehículos trabajados y calidad total. Los montos mensuales se presentan en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Incentivos

Incentivos		
Descripción	Monto	Observaciones
Líder de carrocería	S/.600.00	<i>25% extra de la remuneración</i>
Líder de Preparación para pintura	S/.575.00	
Líder de Embellecimiento vehicular	S/.500.00	
<b>Total</b>	S/. 1,675.00	

Elaboración propia

### Inversión

La junta de accionistas asumirá el financiamiento del proyecto. Entre los gastos que se realizarán está la adquisición de activos tangibles como mesas, herramientas especiales, rotulado, estantes y carteles, necesarios para cada una de las propuestas de mejora. Asimismo, los costos por el servicio de consultoría (para algunas actividades operativas del proyecto) y la remuneración de un Analista de Calidad y Procesos (encargado del diseño del modelo matemático y del control de los procesos), se detallan en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Inversión

Inversión		
Descripción	Monto	Observaciones
Mesa para preparación de masilla (x5)	S/. 4,200.00	<i>Proveedor autorizado</i>
Espátulas para masillado y otras herramientas (x5)	S/. 7,500.00	
Herramientas faltantes	S/. 2,500.00	
Rotulación de mesas de trabajo y estantes	S/. 2,400.00	
Estantes y mesas para equipos de uso común	S/. 5,800.00	
Carteles e impresión de Metodologías y procesos	S/. 350.00	
Horas de Capacitación	S/. 10,500.00	<i>Realizado por una Consultora externa</i>
Horas de Diagnóstico y recolección de Data	S/. 34,250.00	<i>Realizado por una Consultora externa</i>
Horas de Evaluación y cambio 5s	S/. 10,500.00	<i>Realizado por una Consultora externa</i>
Analista de Calidad y Procesos	S/. 42,000.00	<i>Costo por 12 meses de trabajo (incluyen el diseño del modelo matemático, el control de procesos y la implementación de mejoras)</i>
<b>Total</b>	<b>S/. 120,000.00</b>	

Elaboración propia

### Gastos operativos y repuestos

Entre los costos operativos se encuentran las remuneraciones mensuales del personal administrativo como secretarias, asesor de ventas, atención al cliente, jefe de taller, controlista de calidad y supervisor.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el taller pertenece a una empresa concesionaria que se dedica a la importación, comercialización y servicio posventa de vehículos en el Perú. En ese sentido los costos relacionados a los repuestos o accesorios son asumidos por la empresa matriz de la marca y no se incluyen como costos de reparación del taller.

### Análisis Económico

Se evaluará la viabilidad del proyecto de mejora analizando los indicadores de Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio Costo (B/C).

Resultado de la reducción de tiempos se estima que cada mes se podrá reparar 2% vehículos adicionales hasta llegar a un máximo de 205 (por temas de licencias internacionales de la marca y capacidad teórica del taller), los cuales generarán ingresos adicionales que rentabilizarán la inversión inicial del proyecto que según la Tabla 6.6 será de S/. 120,000.00. Tal como se presenta en el Flujo de caja Económico de la Figura 6.1, se calcula que el retorno de la inversión se lograría en el octavo mes.

### Flujo de Económico

A partir de los ingresos estimados por el número de reparaciones adicionales que se realizarán en el taller y los costos de producción e inversión anteriormente detallados, se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR). En la Tabla 6.7, se muestra el flujo de caja proyectado con la estructura de los ingresos y egresos de la empresa en estudio para el desarrollo del proyecto.

Tabla 6.7. Flujo de Caja Proyectado

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
<b>Ingresos</b>									
Vehículos Reparados		185	188	191	193	196	199	202	205
Venta por vehículo		S/ 997							
<b>Total Ingresos</b>		<b>S/184,445</b>	<b>S/187,212</b>	<b>S/190,020</b>	<b>S/192,870</b>	<b>S/195,763</b>	<b>S/198,700</b>	<b>S/201,680</b>	<b>S/204,705</b>
<b>Egresos</b>									
Costos Directos de Producción		S/ 81,349	S/81,349						
Incentivos		S/ 1,675							
Costos Indirectos de Producción		S/ 24,939	S/24,939						
Gastos Operativos		S/ 15,000	S/15,000						
Inversión	S/120,000								
<b>Total Egresos</b>	<b>S/120,000</b>	<b>S/122,963</b>							
<b>Utilidad</b>									
Impuesto a la renta 28%	-S/120,00	S/ 61,482	S/64,249	S/67,057	S/69,907	S/72,800	S/75,737	S/78,717	S/81,742
<b>Flujo de Caja Económico</b>	<b>-S/120,000</b>	<b>S/ 44,267</b>	<b>S/46,259</b>	<b>S/48,281</b>	<b>S/50,333</b>	<b>S/52,416</b>	<b>S/54,530</b>	<b>S/56,676</b>	<b>S/58,854</b>

Elaboración propia

A modo de resumen del Flujo económico, se muestra en la siguiente Figura 6.1:

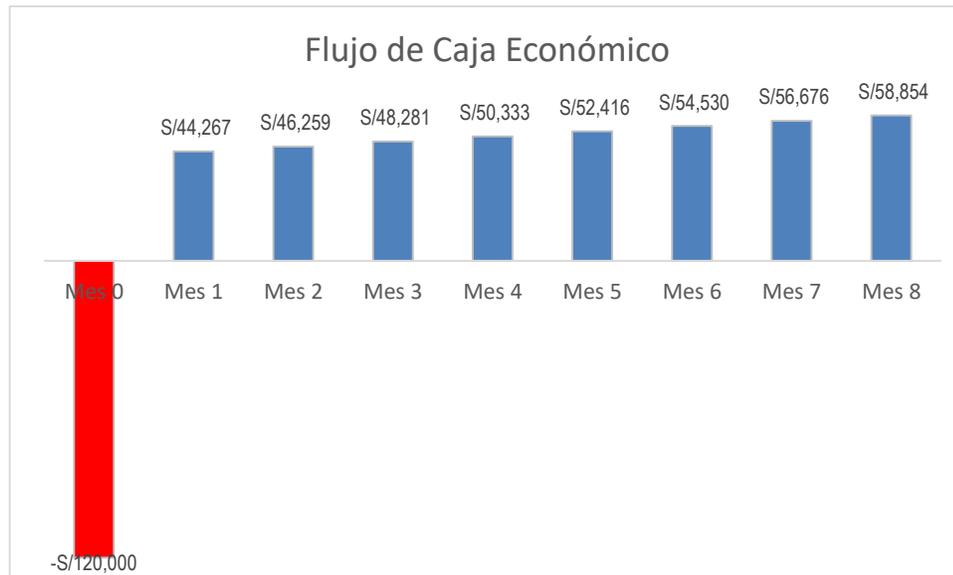


Figura 6.1. Resumen Flujo de caja económico  
Elaboración propia

Por otro lado, el costo de oportunidad (COK) de la empresa es de 33% puesto que considera que la utilidad operativa debe ser alta para asumir objetivos estratégicos y operativos. Además se realizaron los cálculos de tasa interna de retorno anual con un resultado de 37% y el Valor Actual Neto (VAN) de S/. 132,200.55, en el cual se usó una tasa de referencia igual al costo de oportunidad.

Tabla 6.8. Indicadores de rentabilidad

<b>TIR</b>	37 % > 33 %
<b>VAN</b>	S/. 132,200.55 > 0

Elaboración propia

Asimismo se realizó un estudio de escenarios que se detalla en el Anexo 11 y se comprueba que en una situación pesimista el incremento en la producción puede bajar hasta 0,25% mensual y obtener así un TIR de 33,8%. En un escenario optimista se espera incrementar en 5% la producción hasta llegar al tope de 212 órdenes de trabajo, logrando obtener un TIR de 42,1%. Con estos resultados podemos concluir que es factible económicamente realizar este proyecto y es justificada la inversión por parte de los accionistas de la empresa.

## **CONCLUSIONES**

Del presente estudio se concluye que la hipótesis inicial es verdadera: las propuestas de mejora generan un beneficio rentable a la empresa al incrementar la productividad y reducir el tiempo de reparación de los vehículos.

El diagnóstico realizado demostró que el excesivo tiempo de reparación tuvo como principal causa el Método y a partir de los KPI principales del proceso se evidenció que los tiempos de espera entre cada etapa generaban 70% del tiempo total de la reparación y afectaban a las metas de producción establecidas y a la satisfacción del cliente

Es así que se estructuraron mejoras en varias fases del proceso. En carrocería, se estima lograr reducir los tiempos muertos ocasionados por la ineficiente asignación de trabajos en un 40% (del tiempo de espera). En la etapa de preparación para pintura, el estudio de métodos diseñado reduce 25% el tiempo de proceso. Además, con el programa 5S, se logrará identificar los “desperdicios” como inventario innecesario, piezas de chatarra o equipos y herramientas obsoletos. Con ello, lograr reducir los tiempos de proceso y agilizar la producción, obteniendo un aumento del 10,98% en el número de órdenes de trabajo (vehículos reparados al mes), lo cual representa un beneficio adicional de S/. 11 405 en promedio durante el tiempo del proyecto.

Adicionalmente, se propuso un estudio organizacional de la empresa, con especial detalle en la gestión del talento. El cual es necesario en un proyecto de transformación a nivel de procesos como este, donde se requieren horas dedicadas a la capacitación y la formación de liderazgo. La propuesta de formar equipos autodirigidos, con trabajo ampliado y con formación de trabajadores multifuncionales, resuelven los problemas de falta de personal y reprogramación de trabajos.

Por otro lado, la tasa de retorno del proyecto sería de 37%, lo cual es superior al costo de capital de la empresa que es 33%. Además, el valor actual neto se estima en S/. 132,200.55, lo que indica que el proyecto es beneficioso financieramente para los accionistas.

Finalmente, la implementación de las propuestas de mejora presentadas impactarán positivamente en el Índice de satisfacción del usuario, ya que se reducirá el tiempo de reparación y los clientes podrán tener sus vehículos con una mejora calidad, esto permitirá obtener un puntaje mayor al 90% al terminar el octavo mes del proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que la empresa gestione la continuidad de las propuestas. Por un lado, las inspecciones de “desperdicios” y evaluación 5S deben realizarse periódicamente y generar planes de acción. Estas revisiones generales del taller deben incluir la participación de los técnicos y la supervisión del jefe del taller. Por otro lado, la capacitación y control del nuevo método de movimientos, debe ser supervisado por el controlista de calidad, logrando transformarse en una metodología de trabajo diaria.

Por otro lado, es necesario que el valuador de daños registre correctamente las horas programadas de mano de obra, lista de repuestos y accesorios, con el objetivo de brindar información exacta para ser el insumo del programa de asignación de trabajos, así como la actualización de datos de los técnicos y la asistencia diaria.

Se recomienda adicionalmente que se contrate una empresa consultora especializada que se encargue de la capacitación, las evaluaciones y tareas operativas del proyecto. Debe exigirse que estas tareas sean realizadas en el tiempo propuesto y en el rango de costo estimado, para asegurarse la rentabilidad del proyecto.

Asimismo, esta tesis se puede complementar con un estudio ergonómico de los puestos de trabajo, enfocándose en mejorar el indicador de productividad relacionado a los trabajos operativos y desplazamiento de carga. Por otro lado, un estudio de marketing podría beneficiar a la empresa en la obtención de nuevos clientes y en fidelizar al mercado objetivo.

Finalmente, luego de presentadas diversas herramientas para la mejora de los procesos de Carrocería y Pintura, se recomienda desarrollar adicionalmente un estudio de costos que permita optimizar el uso de recursos y reducir los costos variables que representan actualmente el 40% del costo de reparación total.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barnes, R. (1979). *Estudio de movimientos y tiempos. Quinta edición*. Madrid: Aguilar.
- Barrera, R. (2011). *Diseño de un modelo de optimización de turnos para cajeros*. Tesis de grado, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile
- Bermúdez, M. (2007). *Principios de clase mundial en la manufactura en redes empresariales de la confección*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Colombia, Manizales, Colombia.
- Bramstorp, O. (2011). *Implementation of the Focused Improvement concept in outsourced production*. Tesis de maestría, Lund University, Lund, Suecia.
- Domínguez Machuca, J. (1997). *Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Fleury, M. (2008). *Implementação de um sistema kanban em uma fábrica de pneus de grandes dimensões*. Tesis de grado, Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.
- Gharakhani, D. (2011) *Identify and ranking obstacles of world class manufacturing implementing by the fuzzy analytic hierarchy process*. International Journal of Economics and Management Sciences. Vol. 1, No. 5, pp.10-18.
- Haynes, A. (1999) *Effects of world class manufacturing on shop floor workers*. Journal of European Industrial Training, Vol 23.
- Jones, D. (2005) *Pensamiento Esbelto*. 2da edición.
- Krajewski, L. (2000) *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson educación.
- Meyers, F. (2000) *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Segunda edición. México D.F.: Pearson Education.

Murino T., Naviglio G., Romano E., Guerra L., Revetria R., Mosca R., Cassettari L.(2012) *A World Class Manufacturing Implementation Model*. The 6th WSEAS International Conference on COMPUTER ENGINEERING and APPLICATIONS. Harvard, Cambridge, USA.

Niebel (2004) *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Onceava edición. México D.F.: Alfaomega

Parrado, P. (2004). *Estructuración e implementación del pilar de mejora enfocada en Tetra Pak Colombia*. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia.

Purche, J. (2010) *Entender el ciclo PDCA de mejora continua*. Calidad: Revista mensual de la Asociación Española para la Calidad.

Torrejón, D (2015). *Mejora del Proceso de Reparación de un Taller de Carrocería y Pintura utilizando simulación de operaciones*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

Yamada, F. (2012). *Implantação da metodologia kaizen em uma linha de produção de uma fábrica de chocolates*. Tesis de grado, Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil.