



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS
HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN
LOS PROCESOS DE PLANCHADO Y PINTURA PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bachiller. Royer Smith Manosalva Cerdán

Bachiller. Freddy Javier Mercado Chávez

Asesor:

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Royer Smith Manosalva Cerdán** y **Freddy Javier Mercado Chávez**, denominada:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS PROCESOS DE PLANCHADO Y PINTURA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

ASESOR

Ing.

**JURADO
PRESIDENTE**

Ing.

JURADO

Ing.

JURADO

DEDICATORIA

A dios por ser la guía e inspiración de nuestras vidas, que día a día nos brinda la sabiduría e inteligencia para seguir cumpliendo nuestros objetivos propuestos.

A nuestros padres, quienes constantemente nos motivan y nos impulsan a seguir adelante para poder ser profesionales altamente competentes y eficientes.

A nuestra familia, maestros y amigos que siempre nos mantenían motivados para lograr desarrollar y culminar la presente investigación de manera satisfactoria.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar una investigación ardua y llena de dificultades como es la presente investigación para obtener el título de Ingeniero Industrial, es para nosotros un verdadero placer agradecer y expresar nuestra mayor satisfacción por los servicios brindados a todo el equipo de profesionales pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca.

A nuestros padres por los consejos brindados durante nuestra etapa como estudiantes, que nos ayudaron a tomar buenas decisiones y salir adelante en medio de tantas adversidades; así mismo a nuestros hermanos por su apoyo y motivación constante en los momentos más difíciles.

Finalmente, agradecemos a la Sra. Fany Del Rosario Vásquez Sánchez. Gerente General de la empresa en estudio por el apoyo brindado con la Información requerida para la realización y culminación de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	2
<u>DEDICATORIA</u>	3
<u>AGRADECIMIENTO</u>	4
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	5
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	6
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	8
<u>RESUMEN</u>	10
<u>ABSTRACT</u>	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	16
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	54
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	57
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	183
CONCLUSIONES	185
RECOMENDACIONES	186
REFERENCIAS	187
ANEXOS	190

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1: Empresas que implementaron el Kanban vs empresas sin implementación	40
Tabla 2: Etapas para aplicar la segunda "S"	41
Tabla n° 3: Matriz de Operacionalización	54
Tabla n° 4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
Tabla n° 5: Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
Tabla n° 6: Errores comunes en la reparación de un vehículo	61
Tabla n° 7: Diagrama del Proceso Crítico.....	62
Tabla n° 8: Diagrama analítico de Proceso.....	64
Tabla n° 9: Personal de Elio automotriz Racing E.I.R.L.	70
Tabla n° 10: Análisis FODA.....	72
Tabla n° 11: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - leve	75
Tabla n° 12: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - medio	77
Tabla n° 13: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - grave.....	79
Tabla n° 14: Diagnóstico Situacional del Área de pintura - leve	81
Tabla n° 15: Diagnóstico Situacional del Área de pintura - medio.....	83
Tabla n° 16: Diagnóstico situacional del área de pintura - grave.....	85
Tabla n° 17: Diagnóstico situacional de áreas de estudio	87
Tabla n° 18: Problemas y causas comunes en la reparación de vehículos.	88
Tabla n° 19: Ritmo de producción de unidades vehiculares.....	89
Tabla 20: Unidades procesadas.....	90
Tabla n° 21: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área planchado	90
Tabla n° 22: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área planchado	91
Tabla n° 23: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área planchado	91
Tabla n° 24: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área pintura	92
Tabla n° 25: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área pintura.....	93
Tabla n° 26: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área pintura.....	93
Tabla n° 27: Porcentaje de reprocesos por área de pintura	94
Tabla n° 28: Tiempo de reprocesos en el área de planchado por hora.....	94
Tabla n° 29: Tiempo de reprocesos en el área de planchado por día.....	94
Tabla n° 30: Porcentaje de vehículos reprocesados	95
Tabla n° 31: Eficiencia de Mano de obra	105
Tabla n° 32: Ingresos mensuales.....	106
Tabla n° 33: Capital invertido	107
Tabla n° 34: Eficiencia económica actual	107
Tabla n° 35: Porcentaje de unidades conformes	108
Tabla n° 36: Productividad de mano de obra actual	108
Tabla n° 37: Consumo de energía	109
Tabla n° 38: Productividad de energía utilizada.....	109
Tabla n° 39: Capital invertido	110
Tabla n° 40: Capital invertido	110
Tabla n° 41: Cuadro de problemas encontrados y solución propuesta	112
Tabla n° 42: Ritmo de producción de la empresa	118
Tabla n° 43: Ritmo de producción aplicando mejora	119
Tabla n° 44: Producción mensual de unidades vehiculares	120
Tabla n° 45: Producción mensual de unidades vehiculares aplicando mejora.....	120
Tabla n° 46: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área planchado	121
Tabla n° 47: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área planchado	121
Tabla n° 48: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área planchado	122
Tabla n° 49: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área pintura	122
Tabla n° 50: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área pintura.....	123
Tabla n° 51: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área pintura.....	123
Tabla n° 52: Tiempo ocioso daño medio implementando mejora, área planchado	126
Tabla n° 53: Tiempo ocioso daño grave implementando mejora, área planchado.....	127
Tabla n° 54: Tiempo ocioso daño leve implementando mejora, área pintura.....	129

Tabla n° 55: Tiempo ocioso daño medio implementando mejora, área pintura	131
Tabla n° 56: Tiempo ocioso daño grave implementando mejora, área pintura	133
Tabla n° 57: Tiempo de reprocesos en el área de planchado	134
Tabla n° 58: Tiempo de reprocesos aplicando mejora en área de planchado	134
Tabla n° 59: Porcentaje de reprocesos en el área de pintura.....	135
Tabla n° 60: Porcentaje de reprocesos aplicando mejora en el área de planchado	135
Tabla n° 61: Porcentaje de vehículos reprocesados	136
Tabla n° 62: Porcentaje de vehículos reprocesados aplicando mejora.....	136
Tabla n° 63: Check list de control para metodología 5´s	154
<i>Tabla n° 64: Eficiencia de mano de obra</i>	<i>155</i>
<i>Tabla n° 65: Eficiencia de mano de obra aplicando mejora.....</i>	<i>155</i>
Tabla n° 66: Ingresos mensuales.....	156
Tabla n° 67: Capital invertido	157
Tabla n° 68: Eficiencia económica	157
Tabla n° 69: Eficiencia económica, mejora	158
<i>Tabla n° 70: Porcentaje de la calidad de producto terminado</i>	<i>158</i>
<i>Tabla n° 71: Porcentaje de la calidad de producto terminado aplicando mejora.....</i>	<i>159</i>
Tabla n° 72: Productividad de mano de obra.....	159
Tabla n° 73: Productividad de mano de obra mejorada.....	160
Tabla n° 74: Consumo de energía	160
Tabla n° 75: Productividad de energía.....	161
Tabla n° 76: Productividad de energía mejorada.....	161
Tabla n° 77: Capital invertido	162
Tabla n° 78: Productividad de capital.....	162
Tabla n° 79: Productividad de capital mejorado.....	163
Tabla n° 80: Cuadro comparativo Operacionalización de variable independiente	164
Tabla n° 81: Cuadro comparativo Operacionalización de variable dependiente	165
Tabla n° 82: Datos y resultados para requerimientos de capacidad	168
Tabla n° 83: Costos de Implementación de 5S´s.....	174
Tabla n° 84: Costo en capacitaciones Anuales.....	174
Tabla n° 85: Implementos de Capacitaciones.....	175
Tabla n° 86: Costo de Implementación de Poka Yoke	175
Tabla n° 87: Costo por Implementar el sistema Kanban	175
Tabla n° 88: Costos en Capacitación Anual.....	176
Tabla n° 89: Costos por Implementación de Metodología Kaizen.....	176
Tabla n° 90: Costos por incurrir en la propuesta de mejora	177
Tabla n° 91: Costos por no Incurrir en la Propuesta de Mejora	178
Tabla n° 92: Flujo de Caja Neto	178
Tabla n° 93: Costos por incurrir en la propuesta de mejora	179
Tabla n° 94: Costos por no incurrir en el plan de mejora.....	180
Tabla n° 95: Flujo de Caja Escenario Pesimista	180
Tabla n° 96: Costos por Incurrir en la propuesta de mejora	181
Tabla n° 97: Costos por no incurrir en la propuesta de mejora	182
Tabla n° 98: Flujo de Caja Escenario Optimista	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1: Cinco Principios del Pensamiento Esbelto	21
Figura n° 2: Pensamiento Esbelto	24
Figura n° 3: Pensamiento tradicional vs pensamiento lean	25
Figura n° 4: Las 7 mudas	26
Figura n° 5: Sobreproducción.....	27
Figura n° 6: Tiempo de entrega acumulativo	29
Figura n° 7: Transporte Innecesario	30
Figura n° 8: Sobreproducción.....	31
Figura n° 9: Exceso de inventario	32
Figura n° 10: Movimientos innecesarios	33
Figura n° 11: Defectos.....	34
Figura n° 12: Análisis Tiempo - Mejora de la herramienta Kaizen.....	36
Figura n° 13: Pasos para aplicar la primera “S”	41
Figura n° 14: Problemas y beneficios de aplicar las 5’s	43
Figura n° 15: Diagrama de Flujo de Valor – Distribución de Repuestos	44
Figura n° 16: Diagrama de Ishikawa – Bajos niveles de productividad en el área de planchado ...	57
Figura n° 17: Diagrama de Ishikawa – Bajos niveles de productividad en el área de pintura	58
Figura n° 18: Baja productividad en la empresa	59
Figura n° 19: Diagrama de Pareto de Elio Automotriz Racing E.I.R.L.....	60
Figura n° 20: Organigrama de la empresa.....	67
Figura n° 21: Lista de proveedores para talleres autorizados	68
Figura n° 22: Lista de proveedores para talleres autorizados	69
Figura n° 23: Diagrama de operaciones área de planchado - leve.....	74
Figura n° 24: Diagrama de operaciones área de planchado - medio	76
Figura n° 25: Diagrama de operaciones área de planchado - grave	78
Figura n° 26: Diagrama de operaciones área de pintura - leve	80
Figura n° 27: Diagrama de operaciones área de pintura - medio	82
Figura n° 28: Diagrama de operaciones área de pintura - grave.....	84
Figura n° 29: Plano de distribución de áreas de Elio Automotriz Racing E.I.R.L.	86
Figura n° 30: Mapa de flujo de valor (VSM) situación actual	96
Figura n° 31: Problemas encontrados en la organización de la empresa	97
Figura n° 32: Pasos para una capacitación	98
Figura n° 33: Dispositivos a implementar por área de trabajo	99
Figura n° 34: Problemas encontrados en la organización de la empresa	99
Figura n° 35: Objetos y autopartes en desorden y sin clasificar.....	100
Figura n° 36: Casilleros sin asignación de herramientas y autopartes.....	102
Figura n° 37: Herramientas desordenadas y sin ubicación fija	102
Figura n° 38: Áreas de trabajo en desorden y obstáculos en el transporte	103
Figura n° 39: Patio de desplazamiento obstaculizado por unidades vehiculares	104
Figura n° 40: Pasos para implementar la propuesta de mejora.....	111
Figura n° 41: Fases para implementar Lean Manufacturing	¡Error! Marcador no definido.
Figura n° 42: Pasos para implementar Kaizen.....	115
Figura n° 43: Pasos para implementar Kanban	116
Figura n° 44: Pasos para implementar Poka Yoke	117
Figura n° 56: Diagrama de operaciones y tiempo ocioso daño leve, área planchado.....	124
Figura n° 57: Diagrama de operaciones daño medio, área planchado	125
Figura n° 58: Diagrama de operaciones daño grave, área planchado	127
Figura n° 59: Diagrama de operaciones daño leve, área pintura	129
Figura n° 60: Diagrama de operaciones daño medio, área pintura	130
Figura n° 61: Diagrama de operaciones daño grave, área pintura	132
Figura n° 45: Mapa de flujo de valor estado actual.....	137
Figura n° 46: Mapa de flujo de valor aplicando mejora.....	139
Figura n° 47: Formato de control de capacitaciones	141
Figura n° 48: Modelo de interruptor diferencial	142

Figura n° 49: Válvula selenoide de presión.....	143
Figura n° 50: Sensor de presión para equipo compresor	143
Figura n° 51: Tablero de control de actividades para área de planchado	144
Figura n° 52: Tablero de control de actividades para área de pintura	146
Figura n° 53: Antes y después de implementar la primera “S”	148
Figura n° 54: Antes y después de implementar la segunda “S”	150
Figura n° 55: Antes y después de implementar la tercera “S”	152
Figura n° 63: Plano de distribución de áreas, estado actual.....	166
Figura n° 64: Plano de distribución de áreas, implementando mejora.....	167
Figura n° 65: Planeación de requerimientos de distribución.....	172
Figura n° 66: Planeación de requerimientos de distribución.....	173

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo diseñar e implementar las herramientas de manufactura esbelta que ayuden a mejorar la productividad en el área de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

La investigación muestra los procesos en el área de planchado y pintura, con el fin de incrementar la productividad en los operarios y el aumento de la competitividad de la empresa ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.; se demuestra que a través de herramientas de manufactura esbelta se logra aumentar la productividad a través de las herramientas de Kaizen, la cual busca fomentar la mejora continua en todo el entorno laboral, con el fin de que los operarios realicen bien su labor; Kanban, la cual busca asignar actividades organizadas a cada operario, con el fin de que cada uno de ellos estén activos; Poka Yoke, con la función de evitar fallas y prevenir los defectos que puedan ocurrir.

Las implementaciones de mejora consisten en eliminar los reprocesos que se generan en las áreas de planchado y pintura, por ello se propuso implementar las herramientas de manufactura esbelta para disminuir los desperdicios y mermas que se generan en la empresa, obteniendo una mejora de 23.08 %, 6% y 5% de reprocesos en los trabajos realizados en el área de pintura para las unidades como autos, camionetas y camiones respectivamente, presentando un nivel de daño medio. Además se logró aumentar la eficiencia de mano de obra en un 7%, considerando que habrá menos fatiga en los operarios, por consecuente aumenta su rendimiento laboral. Las mejoras propuestas resultan un beneficio para el trabajador y para la empresa, logrando la toma de decisiones constantemente para que genere una rentabilidad óptima e ideal para la organización y por ende aumente la competitividad y el nivel de satisfacción del cliente.

ABSTRACT

The present study aims to design and propose the implementation of lean manufacturing tools that help improve productivity in the area of ironing and painting of the company Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

The research shows the processes in the area of ironing and painting, in order to increase productivity in the workers and increase the competitiveness of the company ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L. ; it is demonstrated that through lean manufacturing tools it is possible to increase productivity through the tools of Kaizen, which seeks to promote continuous improvement throughout the work environment, in order that operators perform their work well; Kanban, which seeks to assign organized activities to each operator, so that each one of them is active; Poka Yoke, with the function of avoiding faults and preventing defects that may occur.

Improvement implementations consist of eliminating the reprocessing that is generated in the areas of ironing and painting, so it was proposed to implement lean manufacturing tools to reduce waste and waste generated in the company, obtaining an improvement of 23.08%, 6% and 5% of reprocessing in the works carried out in the painting area for units such as cars, trucks and trucks respectively, presenting a medium level of damage. In addition, it was possible to increase the efficiency of the workforce by 7%, considering that there will be less fatigue in the workers, consequently increasing their work performance. The proposed improvements are a benefit for the worker and the company, constantly making decisions to generate optimal and ideal profitability for the organization and therefore increase competitiveness and the level of customer satisfaction.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El Perú es uno de los países que presenta los menores índices de productividad en atención a unidades vehiculares, debido a que no cuenta con la tecnología y equipamiento de punta que pueden ayudar a una mejor reparación de la unidad siniestrada. Tal como afirma **(Salas, 2016)**, gerente general de Compañía Toyota Motors, el mayor problema en una industria automotriz es el equipamiento con el que cuentan debido a que este no ayuda a realizar las actividades de manera óptima y por ende se generan reprocesos lo que genera bajos niveles de productividad en la organización.

(Ford, 2014), afirma que fomentando el flujo continuo de la cadena de valor se puede aumentar la productividad en una industria automotriz, debido a que se cumplen requerimientos que exige la atención de unidades vehiculares, no obstante, la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta ayudan considerablemente a aumentar niveles de productividad en los entornos laborables, ya que se realiza una mejor planificación y se usan los recursos de una manera óptima logrando mayor eficiencia, sin embargo, para aumentar los niveles de productividad en un entorno laboral se necesita concientizar a los operarios con el fin de fomentar la cultura de la mejora continua.

La falta de un esquema empresarial en las organizaciones dedicadas al rubro automotriz, generan bajos niveles de productividad en el entorno laboral, debido a que no existe una adecuada planificación de las labores que debe realizar cada operario, generando que los niveles de satisfacción de los clientes sean cada vez más bajos.

Proponer e implementar las diversas herramientas de manufactura esbelta para mejorar la productividad en las áreas de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. Por lo cual se inició con la aplicación de las herramientas de diagnóstico, logrando identificar tres desperdicios: Reprocesos, tiempos de espera, transporte innecesario. Incluyendo indicadores de eficiencia de mano de obra y manufactura esbelta (Ritmo de producción, calidad de producto terminado, reprocesos por área). Para reducir los desperdicios identificados se propuso aplicar un mapa de flujo de valor, Kaizen, Poka Yoke y Kanban.

Aplicaremos las herramientas de la metodología de Manufactura Esbelta, así como lo confirman Mejía. (2013) y Puyen. (2011) en sus investigaciones “Análisis y Propuesta de mejora del Proceso Productivo de una Línea de Confecciones de Ropa Interior en una Empresa Textil Mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta” y “Análisis de un

Sistema de Producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la Optimización de la Cadena Productiva de la Empresa Induplast”.

Dónde durante el proceso de producción se observaron diversos problemas considerados como desperdicios. Esta metodología tiene la finalidad de eliminar los desperdicios encontrados para mejorar la productividad y competitividad de la empresa.

“ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.” es una empresa dedicada al planchado, pintura y mantenimiento automotriz en general de unidades vehiculares multimarca, ubicada en la ciudad de Cajamarca; basándose en el funcionamiento de sus áreas más productivas de planchado y pintura. En los últimos meses se viene presentado una diversidad de problemas en dichas áreas, teniendo como consecuencias una cantidad de 50%, 14% y 12% de reprocesos en los trabajos realizados en el área de pintura para las unidades como autos, camionetas y camiones respectivamente, presentando un nivel de daño medio. Esto viene generado sobrecostos y reprocesos que no fueron planificados por parte de la empresa, además de generar insatisfacción por parte de los clientes y horas extras en el tiempo de operación.

Uno de los grandes problemas que presenta la empresa es el incumplimiento en el tiempo de entrega de las unidades reparadas, debido a que las órdenes de trabajo por parte de las compañías aseguradoras no se aceptan inmediatamente, éstas tienen que pasar un control riguroso de acuerdo al nivel de los daños ocasionados, analizar las causas del incidente, cotizar costos de reparación y negociar según el diagnóstico realizado en la recepción de la unidad. Debido a la gran variedad de marcas y modelos de vehículos nuevos y tecnológicos, las autopartes que se necesitan son escasas en nuestra ciudad y para recepcionar un pedido toman un tiempo de demora promedio de 30 días si el repuesto es importado y desde el momento que el proveedor acepta la orden de pedido, lo cual origina demoras y pausas excesivas en la reparación y montaje de las unidades.

Algunas de las causas que también generan el incumplimiento en el plazo de entrega de las unidades son la ausencia de supervisión por parte del jefe de taller, debido a que no se tiene exigencia por medio de la gerencia, esto implica que no se cumpla la asignación de trabajo y no se respete un orden de llegada de cada unidad. Además por la falta de supervisión existe un desorden en las respectivas áreas de trabajo, generando inconvenientes para el desplazamiento de personal y ubicación defectuosa de las autopartes desmontadas, repuestos, herramientas, máquinas y equipos que se necesite para realizar sus labores. Ésta ausencia de supervisión hace que el personal que labora en la empresa no se preocupe por seguir una política de trabajo, orden y responsabilidad para realizar tales labores, fomentando un desorden y realizando sus actividades fuera de sus áreas de trabajo.

Con la metodología de Manufactura Esbelta, la cual consiste en eliminar todas las actividades que no generan valor al proceso productivo, pero si implican costo y esfuerzo, que se basa en la principal filosofía de que todo puede hacerse mejor y a la primera vez, con la finalidad de buscar la mejora continua constantemente con el propósito de realizar las actividades productivas eficientemente. La empresa ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L al implementar las herramientas de la manufactura esbelta logrará conseguir buenos resultados como disminuir los desperdicios que aquejan a la empresa, solicitar los repuestos justo a tiempo, la cantidad que se requiere en el momento adecuado y sin generar costos de inventario, además se conseguirá disminuir los tiempos de entrega de los vehículos y por ende incrementará la satisfacción del usuario.

La Productividad es un indicador que consiste en analizar la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Es de vital importancia en toda organización, ya que al incrementarla no solo ocasionara que aumente la rentabilidad de la empresa si no también su competitividad y reconocimiento en el mercado. Para incrementar la productividad de la empresa ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L se tienen que utilizar los recursos de manera eficiente, es decir, la mano de obra, maquinaria y materia prima se debe utilizar de manera responsable sin desperdiciar y generar pérdidas, de ese modo se logrará atender más unidades automovilísticas, estableciendo y cumpliendo un periodo de entrega de la unidad y por ende incrementando la productividad de la organización.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura mejorarán la productividad en la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L.?

1.3. Justificación

Justificación Teórica, la presente investigación servirá como base para aquellos estudiantes o investigadores que necesiten realizar investigaciones referentes a la implementación de la manufactura esbelta para mejorar la productividad en las diversas áreas organizacionales de una Industria Automotriz.

Justificación Aplicativa, con la presentación de esta investigación y los conocimientos adquiridos de nuestra carrera universitaria se busca mejorar la productividad en las áreas de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L, basado en la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta como la implementación de las 5S's para generar que la empresa tenga una mejor organización y sistematización, que aseguren que los procesos se realicen de manera eficiente.

También se busca disminuir los desperdicios comunes que genera la empresa como sobreproducción, tiempos de espera y movimientos innecesarios, a través de un modelo Kaizen, el cual buscará disminuir estos desperdicios comunes de la empresa, convirtiéndolos en valor agregado, permitiendo buscar la mejora continua en las áreas de planchado y pintura de la organización.

Justificación Valorativa, esta investigación tiene una gran importancia debido a que mejorará los niveles de productividad en las áreas de planchado y pintura, logrando que la empresa consiga las metas y objetivos propuestos por parte de la gerencia, reduzca los costos y tiempos de espera que genera los reprocesos y mejore la calidad de las unidades entregadas, incrementando el nivel de satisfacción de los usuarios.

Justificación Académica, se realiza la presente investigación para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera y generar un valor agregado a la investigación ya que se desarrollaran los diversos temas aprendidos en Ingeniería Industrial como Manufactura Esbelta, Producción y Calidad.

1.4. Limitaciones

La disponibilidad de los recursos financieros y la limitación en cuanto al tiempo disponible que se tiene debido a las diversas asignaturas de estudio, además el tiempo con el que cuenta el personal laborable es escaso lo que ocasiona que no se brinde la información actualizada y requerida para realizar el presente estudio.

A pesar de todas las limitaciones existentes para desarrollar el proyecto, no fue impedimento para que se realice la presente investigación, debido a que superamos estos obstáculos con una comunicación constante, trabajo en equipo y planificando nuestros tiempos disponibles para realizar el presente estudio, con el fin de obtener buenos resultados al terminar el presente estudio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar e implementar las herramientas de manufactura esbelta que ayuden a mejorar la productividad en los procesos de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar la productividad actual del área de planchado y pintura.
- Detallar los procesos de la empresa en estudio.
- Diseñar las herramientas de manufactura esbelta para mejorar la productividad.
- Implementar las herramientas de manufactura esbelta para mejorar la productividad
- Evaluar los resultados después de implementar las herramientas de manufactura esbelta.
- Realizar la evaluación económica de la implementación mediante un análisis flujo de caja.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

Según (Palomino, 2012) manifestó en su tesis “Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Nos menciona que el principal problema que se presenta es el desorden en el área de trabajo lo cual impide cumplir con la producción deseada, es por ello que al aplicar herramientas de lean manufacturing se logró reducir considerablemente tanto el tiempo de set _ up como el tiempo de limpieza en un 27% y 36% respectivamente con la aplicación de la metodología de las 5S’s. Además con su investigación obtuvo una reducción de tiempo en las áreas de estudio en un 80% del tiempo total, con la aplicación de la metodología del Just in time, con este ahorro de tiempo se optimizó los tiempos de llenado de baldes en el área correspondiente, de esa manera se redujo los costos en un tiempo estimado de 14 meses. Con la implementación de las herramientas de lean manufacturing se logró disminuir los tiempos de envasado en un 71% y 73% con la aplicación conjunta de la herramienta lean de Set _ Up. En conclusión, la empresa debe analizar el presente estudio y ver en qué medida puede implementar las herramientas de lean manufacturing para disminuir tiempos de entrega y generar mayor productividad y competitividad en la empresa; así mismo se recomienda al gerente de la empresa leer la

presente investigación para que pueda implementar las propuestas de mejora realizadas en la investigación.

Según (Ruiz, 2012) manifestó en su tesis “Propuesta de Reducción del índice de mantenimientos correctivos no planificados para incrementar la disponibilidad en la flota CAT modelo 793D de la compañía Minera Yanacocha S.R.L”. Universidad Privada del Norte - Trujillo, Perú. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Al identificar las fallas más comunes, se puede desarrollar un modelo de Six Sigma para que se pueda hacer un mejor control sobre el mantenimiento, inventario de repuestos y se pueda manejar un proceso de mantenimiento más confiable. Aplicando la metodología Lean Six Sigma se reducirá las fallas comunes y se aumentara la disponibilidad en la flota CAT modelo 793D, en conclusión se deduce que si se aplica de manera correcta la metodología Lean Six Sigma se logrará conseguir grandes beneficios como reducir los costos operativos, disponibilidad de maquinaria cuando se requiere, producción sin obtención de defectos, etc.; así mismo se recomienda a la empresa analizar detenidamente y ver que propuestas de mejora puede implementar para minimizar los defectos que se presentan en la flota de camiones.

Según, (Mejía, 2016) manifestó en su tesis titulada “Propuesta de Mejora del Proceso de Producción en una empresa que produce y comercializa micro formas con valor legal”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Las organizaciones que adoptan un modelo de gestión de la calidad total, deben optar por desarrollar estrategias que disminuyan la variabilidad y desperdicios de sus procesos productivos, por ende, deben tener una buena organización y una producción óptima, alineada a su capacidad de producción sin generar sobreproducción o tiempos de espera elevados. El presente estudio tuvo como objetivo fundamental definir la recurrencia de fallas, determinar la criticidad de las mismas y así poder clasificarlas durante la inspección del equipo. Menciona que aplicando un modelo de Lean Manufacturing la empresa logró disminuir los costos de la línea de producción. En primera instancia se halló el área de producción en desorden, sin controles de inventario en proceso, sin controles adecuados para el manejo de materiales, incluso empaques de productos semielaborados fuera del área productiva, creando un excesivo inventario en proceso en contenedores estacionados en el piso y limitando el insuficiente espacio que tienen los operarios y el paso del material. Todo ello generaba tiempos largos de procesamiento e incumplimiento de fechas de entrega, analizando esta primera instancia, se optó por aplicar la metodología de las 5S’s, donde la misión general era organizar, ordenar y ejercer disciplina en todas las áreas productivas para generar entregas eficientes y productos de alta calidad, de este modo se lograra que el personal interactúe con el departamento de mantenimiento y por ende generara agilizar las funciones productivas. Aplicando la

metodología de las 5S's la empresa logro optimizar su producción y disminuir los tiempos de espera en la comercialización de micro formas.

Según (Maldonado, 2014) manifestó en su tesis titulada "Optimización del proceso de mantenimiento de la flota de perforadoras de la empresa Minera Yanacocha S.R.L". Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Manifiesta que con el estudio de tiempos y movimientos del proceso de mantenimiento de perforadoras se puede determinar el cuello de botella e implementar la reestructuración del proceso con la propuesta de ingeniería de reemplazo del caudal de la bomba de lavado de orugas, además al analizar el proceso y determinar los cuellos de botella en las diferentes etapas de ejecución, se proponen mejoras que agilicen y den solución a estos cuellos de botella. En conclusión, aplicando el estudio de tiempos se puede minimizar el cuello de botella y en base a eso se puede proponer mejorar y maximizar el rendimiento de las flotas de perforadoras; así mismo se recomienda analizar el presente estudio y ver que mejoras se puede implementar en la empresa para mejorar la competitividad y productividad de la organización para mejorar su rentabilidad e incrementar sus ingresos con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los miembros que laboran en la empresa.

Según (Lema, 2014), manifestó en su tesis "Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta". Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Sostiene que los principales problemas identificados en la empresa son: La presencia de lugares sucios (desorden en zonas aledañas a la línea PUP3 Sincro 7.6, además de elementos rotos); aspectos sucios en la línea MP1 Recard (motores eléctricos sucios, cubiertos de pasta, mangueras sueltas, falta de instrucciones y señales); desorden en los talleres de mantenimiento mecánico y eléctrico (pasillos ocupados, herramientas sueltas, cables sin identificación). Tiempo alto de cambio de bobina y problemas de organización durante el cambio de grado en la línea PUP Sincro 7.6 que dilata el tiempo en que la máquina esta sin producir. Paradas de máquina, la disponibilidad, efectividad y tasa de calidad en la línea PUP 3 Sincro 7.6 se ve afectada por averías y fallas de operación. Producción informal, debida a problemas en máquina, no se cumple en las fechas estimadas por lo que los supervisores manejan planes "informales". La presente investigación tiene como objetivo disminuir el desorden en el taller mecánico y eléctrico a través de la aplicación de la metodología SMED (Single Change of Minute), con la finalidad de disminuir los tiempos de espera e incrementar la productividad de la maquinaria. Aplicando las herramientas de manufactura esbelta se logró mejorar el proceso productivo y disminuir los problemas de organización que presenta la empresa. En conclusión, implementando las diversas metodologías de Lean Manufacturing,

se consiguió disminuir las paradas de máquina que presentaba la empresa, aumentar la disponibilidad y disminuir las fallas de operación que se presentaban periódicamente.

Según (Cabrea, 2011), manifestó en su tesis: “Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas Lean Manufacturing”. Universidad de Cali, Colombia. Investigación de Pregrado para obtención de Título Universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial. Manifestó que mediante la evaluación de propuestas de mejora utilizando herramientas Lean en las prácticas y métodos empleados en una empresa de confecciones se puede mejorar la productividad y competitividad de los diversos bienes fabricados por la empresa. Según los resultados obtenidos en su diagnóstico, indicaron falencias a nivel operativo ya que no existe una planeación adecuada, no tenían formalidad en el seguimiento de sus procesos, no contaban con estándares en los procedimientos de orden y limpieza. Las primeras herramientas que plantearon los autores para que la fábrica implemente son Value Stream Mapping y 5S’s, mejorando la imagen de la empresa y eliminando elementos innecesarios. La implementación de las herramientas Lean permite obtener mejores resultados, generando una mayor satisfacción de los empleados en sus puestos de trabajo. En conclusión, la presente investigación nos sirvió como referente para estandarizar los procedimientos de orden y limpieza dentro de la empresa donde se está desarrollando la presente investigación

b) Bases teóricas

➤ **Manufactura Esbelta:**

Son muchos los nombres por medio de los cuales se le conoce a esta metodología: Just in time, manufactura esbelta, manufactura ágil, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota y otros más. Los resultados obtenidos a través de sus prácticas la convierten en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia.

Según (**Felipe, 2017**) manifiesta que la manufactura esbelta se remonta a los primeros años del siglo XX, cuando se transmitió a muchos sectores industriales la producción en masa, que fue inventada, desarrollada y potencializada en el sector automovilístico. Sin embargo, unos años después empezó a darse la crisis del modelo de producción que dejó de ser viable, porque no solo hizo referencia a la producción de grandes cantidades de objetos, sino a todo un sistema de tecnologías, de mercados, economías de escala y reglas estrictas que chocaban con el ideal de lograr flexibilidad.

Los japoneses se concientizaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial; ya que desprovistos de materias primas energéticas, solo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse. Mientras en la industria

automovilística norteamericana se utilizaba un método de reducción de costes al producir automóviles en cantidades constantemente crecientes y en una variedad restringida de modelos, en Toyota se plantea la fabricación, a un buen precio, de pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. Por eso plantearon un llamado modelo toyotista de lean manufacturing, que se resume en los siguientes puntos:

- ✓ Eliminación del despilfarro y suministro just-in-time de los materiales.
- ✓ La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
- ✓ Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
- ✓ El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.

➤ **Principios de la Manufactura Esbelta:**

(Díaz, 2009), menciona que existen varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

El sistema de Manufactura Esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- La mejora consistente de Productividad y Calidad

Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto son:

1. Define el Valor desde el punto de vista del cliente:

La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

2. Identifica tu corriente de Valor:

Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

3. Crea Flujo:

Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4. Produzca el “Jale” del Cliente:

Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

5. Persiga la perfección:

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.



Figura n° 1: Cinco Principios del Pensamiento Esbelto

Fuente: Mejora continua.org

➤ **Objetivos de la Manufactura Esbelta:**

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, **Manufactura Esbelta:**

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

➤ **Beneficios de la Manufactura Esbelta:**

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)
- Transporte
- El proceso
- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

Una planta de manufactura esbelta se caracteriza por:

- ✓ Producción integrada de una sola pieza (es decir, un flujo continuo de trabajo) con Inventarios mínimos en cada etapa del proceso de producción.
- ✓ Capacidad de producción en lotes pequeños que esté sincronizado con la programación de embarque.
- ✓ Prevención de defectos en lugar de inspección y retrabajo al crear calidad en el proceso e implementar procedimientos de retroalimentación con tiempo real.
- ✓ Planeación de producción impulsada por la demanda del cliente o “Jalar” y no para satisfacer la carga de la máquina o flujos de trabajo inflexibles en el piso de producción.
- ✓ Organizaciones de trabajo basadas en el equipo con operadores y habilidades múltiples autorizadas a tomar decisiones y mejorar las operaciones con poco personal indirecto.
- ✓ Participación activa de los trabajadores en la depuración y solución de problemas para mejorar la calidad y eliminar desechos.

- ✓ Integración cercana de todo el flujo de valor desde materia prima hasta producto terminado a través de las relaciones orientadas a la cooperación con los proveedores y distribuidores.

➤ **Logros al Implementar la Manufactura Esbelta:**

Pratt & Whitney implementó células de producción con flujo de una pieza y un sistema kanban en su planta de cuchillas de turbinas en North Haven, Connecticut. Estas celdas reemplazaron diez máquinas de molienda de 12 ejes controladas por computadora con celdas de máquinas simples de molienda de 3 ejes. Los beneficios obtenidos de estos cambios fueron:

- ✓ Menor tiempo de proceso (suma de tiempos de ciclo) de 10 días a 75 minutos.
- ✓ Menor tiempo de cambio de 480 minutos a 100 segundos. Se redujo el tiempo muerto debido a los cambios en más del 90%.
- ✓ Costo de herramienta para el nuevo tipo de cuchilla reducido un 70%
- ✓ Inventario WIP reducido de 1,640 cuchillas por máquina de 12 ejes a 15 cuchillas por celda.

Lantech, de Louisville, Kentucky, diseña y produce máquinas de recubrimiento para envolver materiales pre-empacados en pallets para proteger los materiales durante el embarque. Estas máquinas son relativamente complejas (más de 200 partes cada una) y frecuentemente se personalizan según las especificaciones del cliente. Lantech implementó una instrucción Kanban de retiro y producción para reemplazar el sistema de lote y fila de trabajo, y celdas de manufactura con flujo de una pieza para reemplazar la planeación de producción en lote donde de 1 a 3 equipos producían grandes porciones de, si no toda, la máquina

➤ **Pensamiento Esbelto:**

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas.

En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un

trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra **líder** es la clave.

PENSAMIENTO ESBELTO

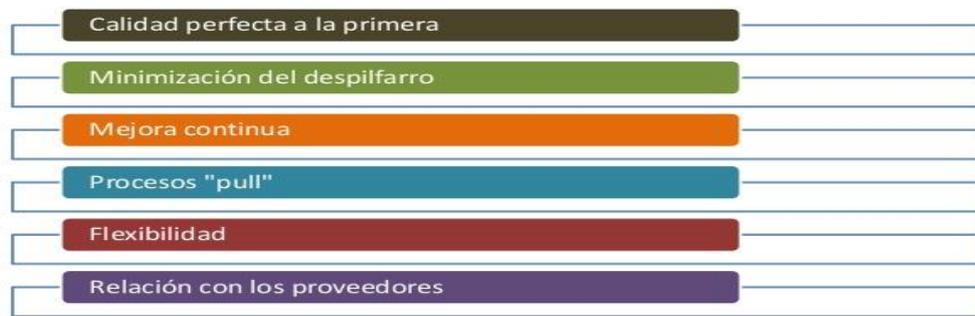


Figura n° 2: Pensamiento Esbelta

Fuente: Universidad Continental

- **Concientización Cultural:**

La implementación exitosa de los Principios de Manufactura Esbelta requiere de una concientización profunda en toda la organización. Mayor responsabilidad y autoridad de los trabajadores, disciplina en el proceso y una búsqueda constante de la mejora continua son elementos críticos para lograr los objetivos a largo plazo de la compañía. Frecuentemente las organizaciones no se dan cuenta de todo el potencial de la Manufactura Esbelta debido a que padecen del síndrome de raíces poco profundas.

✓ **Estructura de Raíces Profundas:**

- Personal y procesos de autorización en el núcleo
- Administración como sistema de soporte para manufactura
- Sólida ingeniería de producción que integra la participación del piso de producción.
- Una visión de que los problemas son oportunidades para el equipo y donde busca la causa raíz
- Un enfoque en toda la planta en la eliminación de desechos.

Las estructuras de Raíces Profundas se caracterizan por:

- **Cultura:** Un mejoramiento continuo de la compañía
- **Planeación:** Establecer objetivos, luchar por conseguirlos.
- **Enfoque:** Eliminar desechos, minimizar costo total.
- **Integración:** Toda la organización relacionada con el sistema de producción.

- **Problemas:** Exponerlos y encontrar soluciones permanentes.

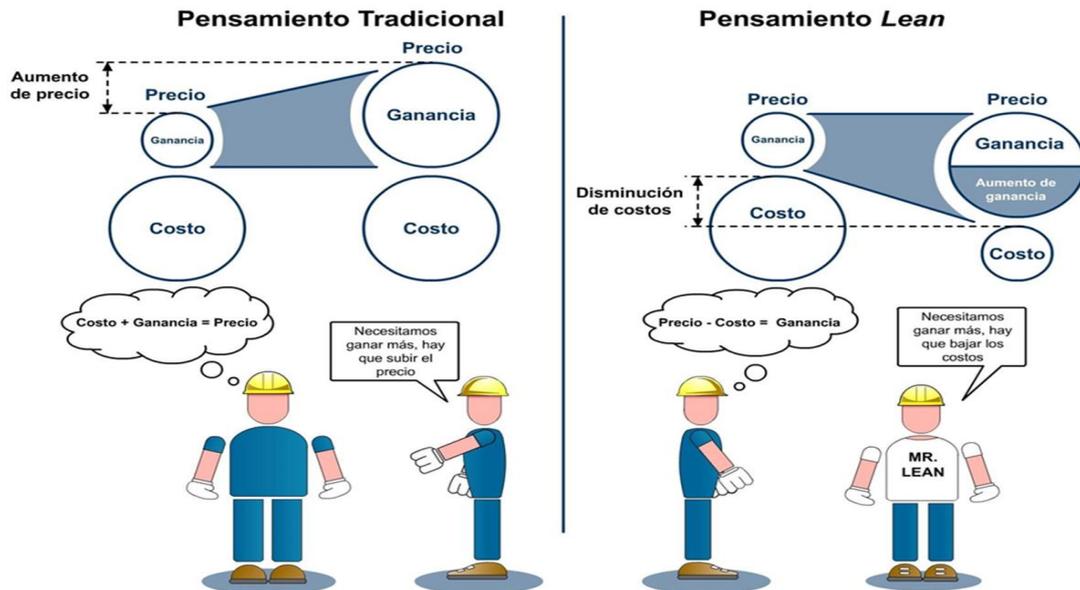


Figura n° 3: Pensamiento tradicional vs pensamiento lean

Fuente: Taichi Ohno – Sistemas de Mejora de Producción

➤ Herramientas de la Manufactura Esbelta:

- **Las Siete Mudras:**

(Menéndez, 2014), menciona que al hablar de la filosofía Lean Manufacturing se tiene que analizar los principales factores de rentabilidad de un sistema productivo, enfocándose en las 7 muda, afirmando que esta es uno de los conceptos lean más fáciles de trasladar a cualquier tipo de situación y en cualquier tipo de organización, ya sea de fabricación de bienes o de prestación de servicios.

Tipo de Despilfarros o Desperdicios:



Figura n° 4: Las 7 mudas

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Sobreproducción:**

Según **(Quiles, 2014)**, afirma que se define como la terminación de elementos antes de que éstos sean requeridos por el siguiente proceso o por el cliente al que van destinados. Consiste en producir todo lo que se pueda sin observar la capacidad del siguiente proceso, asignando material de sobra a los puestos para que no paren.

En la gran mayoría de los casos se realiza para cubrir posibles ineficiencias existentes en el proceso productivo. Muchas veces se fijan erróneamente objetivos locales de productividad sin tener en cuenta el proceso que sigue y se invierten grandes recursos en máquinas de velocidades muy superiores a lo necesario o simplemente se recurre a la fabricación en lotes para optimizar.

La sobreproducción es conocida como la madre de todos los desperdicios y es la principal causante de que los otros desperdicios aparezcan. Los principales efectos negativos que ocasiona en el ciclo productivo son la

penalización del flujo de materiales, la generación de grandes inventarios y el alargamiento del lead time de las piezas en curso.



Figura n° 5: Sobreproducción

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Tiempo de Espera:**

(Solé, 2013) Manifiesta que desde el punto de vista del cliente sólo hay un tiempo de espera: el tiempo transcurrido desde que el pedido sale por su mail o por su fax hasta la entrega del material por parte del proveedor al cual lo ha solicitado. Es evidente que se trata de una variable competitiva fundamental y que cada vez hay más mercados que son cada vez más competitivos y desafiantes con la variable tiempo. Sin embargo, representa sólo una visión parcial del tiempo de entrega. Podríamos destacar que es igual de importante, desde la perspectiva del proveedor, el tiempo que se necesita para convertir un pedido en dinero en efectivo y, de hecho, el tiempo total que el capital de trabajo se mantiene comprometido desde que los materiales se compran, hasta que el pago del cliente es recibido.

Ante ello se analizan dos conceptos con más detenimiento:

- **El ciclo del Pedido:**

Desde el punto de vista del marketing el tiempo transcurrido desde la recepción de un pedido por parte de un cliente, hasta la entrega (a veces conocido como el tiempo de ciclo de pedido (OCT) Order Cycle Time) es crítico. En los entornos Just In Time los plazos de entrega cortos son una importante fuente que aporta una gran

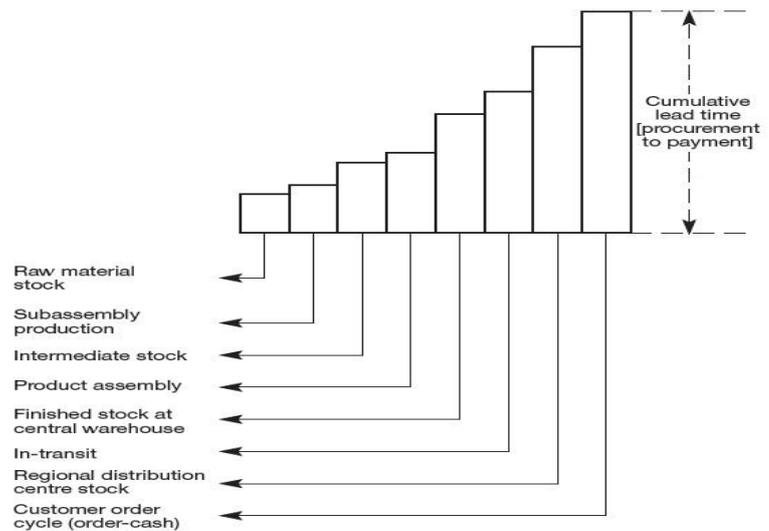
ventaja competitiva. Igualmente importante, sin embargo, es la fiabilidad o la consistencia de este tiempo de entrega. En realidad, puede decirse que la fiabilidad o la credibilidad en la entrega del pedido es más importante que la duración o el tiempo del ciclo de pedido – al menos hasta cierto punto – porque el impacto de la falta de la entrega a tiempo y cuando se necesita es más grave que la necesidad de pasar los pedidos con mucha mayor antelación.

- **El ciclo de efectivo a efectivo:**

Como ya hemos observado, una de las preocupaciones básicas de cualquier organización es: ¿Cuánto tiempo se tarda en convertir un pedido en dinero en efectivo? En realidad, la cuestión no es cuánto tiempo se tarda en procesar los pedidos, hacer las facturas y recibir los pagos, sino cuánto de largo es la cadena de capital que va desde las fuentes de materias primas hasta el producto acabado, ya que a través de los recursos que se consumen diariamente, el capital necesita ser financiado.

No solo debemos tener en cuenta la longitud de la tubería, sino que a veces, la mala gestión del inventario, puede obligar a las compañías a hacer un enorme esfuerzo de financiación con productos de coste elevado, que teóricamente deberían haberse gestionado siguiendo unas pautas que aseguraran mantener a lo largo de la cadena de valor el número de productos necesario que no comprometieran la caja ni los presupuestos de la organización. Cosa muy, pero que muy complicada.

Desde el momento en que se toman las decisiones sobre el suministro y la compra de materiales y componentes, a través de la fabricación y el proceso de montaje para la distribución final, el tiempo se está consumiendo. Ese tiempo está representado por el número de días de inventario en proceso, ya sea como materias primas, trabajos en curso, inventarios en tránsito, o el tiempo necesario para procesar los pedidos, emitir pedidos de reposición, pedidos, así como el tiempo empleado en la fabricación, el tiempo en las colas de los procesos o los cuellos de botella y así sucesivamente. El control total de esta larga tubería es el verdadero alcance que tiene la logística para la gestión del tiempo. Utilizar VSM puede ayudar a ver este tiempo total.



Strategic lead-time management

Source: Stock, J.R. and Lambert, D.M., *Strategic Logistics Management*, 2nd edition, Irwin, 1987.

Figura n° 6: Tiempo de entrega acumulativo

Fuente: Strategic lead – time management

✓ **Transporte:**

Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz al 50%, hay que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.

Además hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado, y para evitarlo aseguramos el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales. O el material puede ser ubicado en un espacio inadecuado de forma temporal, por lo que se deberá volver a mover en un corto periodo de tiempo, lo que ocasionará nuevamente mano de obra y costes innecesarios.

El transporte ineficiente de material puede ser causado por:

- Una mala distribución en la planta
- El producto no fluye continuamente
- Grandes lotes de producción
- Largos tiempos de Suministro
- Grandes áreas de almacenamiento.



Figura n° 7: Transporte Innecesario

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Procesos Inapropiados o Subprocesos:**

La optimización de los procesos y revisión constante del mismo es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso. Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que debemos eliminar, y que es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobreproceso no sabe que lo está haciendo. Por ejemplo: limpiar dos veces, o simplemente, hacer un informe que nadie va a consultar.

Debemos preguntarnos el por qué un proceso es necesario y por qué un producto es producido. Una vez realizada esta reflexión, es importante eliminar todos los procesos innecesarios deben ser eliminados.

Las posibles causas de este tipo de pérdidas son:

- Una lógica “Just in case”: hacer algo “por si acaso”
- Un cambio en el producto sin que haya un cambio en el proceso
- Los requerimientos del cliente no son claros
- Una mala comunicación
- Aprobaciones o Supervisiones innecesarias
- Una información excesiva que haga hacer copias extras



Figura n° 8: Sobreproducción

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Exceso de Inventario:**

Se refiere al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales, como piezas en proceso, como producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso. A menudo un stock es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, posibilidades de sufrir daños, tiempo invertido en recuento y control y errores en la calidad escondidos durante más tiempo.

Las causas de esta pérdida pueden ser:

- Prevención de posibles casos de ineficiencia o problemas inesperados en el proceso.
- Un producto complejo que pueda ocasionar problemas
- Una mala planificación de la producción
- Prevención de posibles faltas de material por ineficiencia de los proveedores
- Una mala comunicación
- Una lógica "Just in Case": tener Stock "por si acaso"



Figura n° 9: Exceso de inventario

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Movimientos Innecesarios:**

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios hacen que un aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas dorso lumbares y demás dolencias, así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.

Las causas más comunes de movimiento innecesario son:

- Eficiencia baja de los trabajadores (por ejemplo, no aprovechan un viaje a una zona de mala accesibilidad para hacer todo lo necesario allí, en vez de ir dos veces)
- Malos Métodos de Trabajo: Flujo de trabajo poco eficiente, métodos de trabajo inconsistentes o mal documentados.
- Mala distribución en la planta: Layout incorrecto
- Falta de orden, limpieza y organización (por ejemplo, si no se encuentran las herramientas es necesario un movimiento de los operarios para buscarla)



Figura n° 10: Movimientos innecesarios

Fuente: Gregorio Menéndez

✓ **Defectos:**

Los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que consumimos materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo pueden provocar insatisfacción en el cliente.

Es preferible, por tanto, prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos.

Las causas de estos defectos pueden ser:

- Falta de control en el proceso.
- Baja calidad.
- Un mantenimiento mal planeado.
- Formación insuficiente de los operarios.
- Mal diseño del producto.



Figura n° 11: Defectos

Fuente: Gregorio Menéndez

Se ha considerado el desaprovechamiento del Talento Humano como un desperdicio debido a que actualmente las empresas no utilizan la creatividad e inteligencia de la fuerza laboral para eliminar desperdicios y por diferentes causas:

- La cultura y la política de la empresa no permite surgir al operario, limitándolo a realizar una labor ineficiente.
- Insuficiente entrenamiento o formación a los trabajadores
- Salarios bajos que no motivan a los trabajadores
- Un desajuste entre el plan estratégico de la empresa y la comunicación del mismo personal.

Como resumen podemos afirmar que hay que ser conscientes de que todos estos desperdicios no aportan un valor añadido al producto o servicio que paga el cliente, por lo que representan un coste directo para la empresa.

La reducción o eliminación de desperdicios nos llevará a una mejora de costes y por tanto a ser más competitivos, dando una mayor flexibilidad y eficacia en nuestro proceso productivo. Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

Es importante también el ser capaces de diseñar un sistema sostenible en el tiempo fundamentado en la mejora continua, dado que los principales problemas surgen con el mantenimiento de las mejoras alcanzadas y la poca adaptación de la empresa a nuevos cambios en el entorno.

Aplicando un plan sistemático de reducción y eliminación de desperdicios, se obtendrán los siguientes resultados:

- Reducción de costes.
- Aumento de la productividad.
- Organización del área de trabajo.
- Motivación del equipo.
- Mejora de la imagen de la compañía respecto a proveedores.

➤ **Kaizen:**

Según (**Suárez, 2013**), desde que Masaaki Imai acuñara e introdujera el término Kaizen a mediados de los años ochenta en su libro el KAIZEN – The key to Japan's Competitive Success (1986), en términos de una posible definición, de sus características y su relación con las prácticas gerenciales japonesas, el término Kaizen entró en la arena del management, como el posible "elemento perdido" del éxito operacional de las empresas japonesas. De hecho, el concepto cobró tanta fuerza en este sentido, que el Kaizen ha sido considerado como un elemento clave para la competitividad de las organizaciones japonesas en los últimos tres décadas del siglo XX (Imai 1986; Brunet 2000).

Pueden identificarse a grandes rasgos dos alternativas para lograr una mejora de las operaciones de una organización, estas son la innovación, y la mejora continua.

Innovación:

- Alta inversión
- Alto impacto
- Alta tecnología
- Media / Baja participación del personal
- Alto riesgo de perder el nivel de mejora (Depreciable)

Proceso de mejora continúa

- Optimización del recurso existente (Baja inversión)
- Velocidad en implementación de cambios
- Alta participación del personal (En todas las fases de la mejora)
- Pequeños pasos
- Acercamiento continuo al objetivo trazado (No depreciable)

Combinar ambas alternativas de mejora puede traer consigo resultados sorprendentes para la organización, en la siguiente gráfica representamos la

diferencia entre un proceso de innovación (la cual se deprecia), y un proceso combinatorio de mejora a través de innovación y Kaizen.

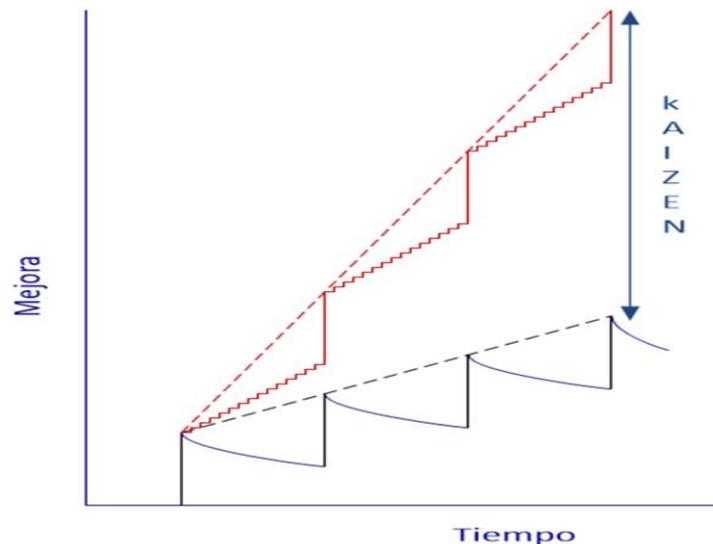


Figura n° 12: Análisis Tiempo - Mejora de la herramienta Kaizen

Fuente: Elaboración Propia

El Kaizen o la Mejora Continua en su caso, puede ser entendido, como un elemento más de la Gestión por Calidad Total (**Crosby 1979; Ishikawa 1986; Deming 1986; Garvin 1987; Juran 1990; Hakes 1991; Feigenbaum 1991; Dean y Bowen 1994; Oakland 1999; Hellsten y Klefsjö 2000**), o como la plataforma básica de Sistema de Producción Toyota o el Pensamiento Esbelto (o Lean Thinking) caracterizado por la participación de los empleados en la solución de los problemas o desperdicios (Muda) que surgen en el trabajo cotidiano; la forma en que se ejecuta dicha eliminación es a través de equipos de mejora o de la aplicación de las 5'S y la estandarización.

➤ **Poka Yoke:**

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en el año de 1960, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad del Poka-yoke es la de eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. Un dispositivo Poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo.

La práctica del sistema Poka-yoke se realiza más frecuentemente en la comunidad manufacturera para enriquecer la calidad de sus productos previniendo errores en la línea

de producción. Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka-Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo. Los efectos de un sistema poka-yoke en la reducción de defectos varían dependiendo del tipo de inspección.

•Tipos de Errores Humanos:

- Olvidos
- Falta de Entendimiento
- Errores en identificación
- Falta de experiencia
- Errores voluntarios
- Errores Inadvertidos
- Errores por lentitud
- Falta de Estándares
- Errores por sorpresa
- Errores Intencionales

•Causas de los Errores:

- Procedimientos Incorrectos
- Variación excesiva en el proceso
- Variación excesiva en materia prima
- Dispositivos de medición Inexactos
- Procesos no claros o no documentados
- Especificaciones no claras o incompletas
- Errores humanos mal intencionados
- Cansancio, distracción

• Tipos de Inspección

Para tener éxito en la reducción de defectos dentro de las actividades de producción, debemos entender que los defectos son generados por el trabajo, y que toda inspección puede descubrir los defectos.

Los tipos de inspección son:

- Inspección de criterio: Es usada principalmente para descubrir defectos.
- Inspección para separar lo bueno de lo malo
- Comparado con el estándar
- Muestreo o 100%, cualquiera de los dos.

La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos.

Funciones reguladoras Poka-Yoke

Existen dos funciones reguladoras para desarrollar sistemas.

- **Métodos de Control:** Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos. No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la maquinaria completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita "marcar" la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la máquina y continuar con el proceso.
- **Métodos de Advertencia:** Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control. En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.
- **Medidores utilizados en sistemas POKA-YOKE**
Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:
 - ✓ Medidores de contacto
 - ✓ Medidores sin-contacto
 - ✓ Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.

Las características principales de un buen sistema Poka-Yoke:

- ✓ Son simples y baratos.
- ✓ Son parte del proceso.
- ✓ Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

➤ **Kanban:**

El kanban es una tarjeta física que se utiliza en el Sistema de Producción de Toyota (TPS - Toyota Production System) para soportar un control productivo descentralizado por demanda (“pull”).

Según **(Figuerola, 2015)**, afirma que es una herramienta proveniente de la filosofía Lean, de tipo “pull”, lo que significa que los recursos deciden cuándo y cuánto trabajo se comprometen a hacer. Los recursos toman (“pull”) el trabajo cuando están listos, en lugar de tener que recibirlo (“push”) desde el exterior.

(Ceveró, 2015), afirma que debido a la necesidad de activar sus sistemas de producción y generar competitividad. Se generó un cambio en los modelos de producción en Japón los cuales fueron influyentes a nivel mundial.

La producción industrializada se convirtió en una prueba importante para Japón, quien buscaba lograr activar su economía. Poniendo en marcha planes los cuales generaran menores pérdidas y optimizar los procesos de producción; aumentando la calidad dando la oportunidad a Japón de convertirse en uno de los líderes mundiales en la fabricación industrial.

La mayoría de las empresas manufactureras en Japón generaron una cadena de ensamble para sus productos de una manera continua: Primero **Diseño – Producción – Distribución**, de **Ventas – Servicios** enfocados de manera directa al **Cliente** siendo para la mayoría elemento primordial para la ejecución el método Kanban, este sistema es primordialmente usado en las cadenas de supermercado; la cual se caracteriza por ser un indicador importante para la organización y distribución manufacturera.

Toyota desarrolla el método Kanban en la década de los 50, como un método que corresponde a la manera en que se controla el flujo de materiales de manera lineal. La manera de verlos es un sistema de producción altamente efectivo eficiente y continuamente mejorable. El cual genera un contexto de trabajo óptimo industrializado básico y sencillo, que puede competir de manera global.

La manera más competitiva y eficiente en la actualidad corresponde a generar una producción sin pérdidas de forma rápida y ordenada. Llevando un producto de calidad con los tiempos deseados de entrega. De esta manera identificamos los diferentes procesos que deben ser intervenidos por sistemas de operación que logren automatizar procesos, no generar costes importantes para la empresa, proporcionen un análisis continuo de los métodos y desarrollen las pautas importantes de cada proceso según sea requerido.

Tabla n° 1: Empresas que implementaron el Kanban vs empresas sin implementación

Empresas que usan el Kanban	Empresas que no usan el Kanban
centrados en la satisfacción del consumidor	Centrada en los beneficios
Del mercado hacia dentro (satisfacer la demanda)	Del producto hacia afuera (crear demanda)
Paciencia	Impaciencia
Mayor trabajo en equipo	Poco trabajo en equipo
Adquiere certificación QS-900 (Creada por general Motors, DaimlerChrysler y Ford)	Sin certificación QS-900
La alta dirección contacta con la fábrica y con los clientes	La alta dirección esta distante de la fábrica o de los clientes
Homogeneidad	Diversidad
Los problemas son tesoros	Los problemas son signo de debilidad
Técnicas de comunicación visual	Técnicas de comunicación verbal (toma tiempo)
La estandarización es esencial	La estandarización es una imitación
El enfoque es claro para todos	Todo es importante
Se sigue una dirección de arriba hacia abajo	Resistencia a una dirección de arriba hacia abajo
Anticipación al cambio tanto en elaboración de tipos de productos como en la cantidad de los mismos	Ser víctimas de un cambio

Fuente: Cuadro comparativo Kanban

➤ **5S's:**

(Álvarez, 2018), afirma que el propósito de realizar las 5S's en un entorno laboral es con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

- Organizar y estandarizar las áreas de trabajo dedicadas a la producción de mesas y tachos.
- Adoptar una nueva cultura de trabajo basada en el compromiso, trabajo en equipo, responsabilidad, orden y disciplina para mejorar la productividad de la empresa.
- Desarrollar un ambiente laboral agradable, de seguridad, orden, limpieza y que mejore continuamente el desempeño de las actividades de trabajo diarias.
- Mejorar continuamente este manual.

Las 5'S es una metodología de trabajo, originaria de Japón, después de la Segunda Guerra Mundial, y se basa en los principios de aumento de la productividad, reducir el consumo de materiales y los tiempos de trabajo. Se llaman 5'S por sus siglas en japonés y significa:

➤ **Seiri (Seleccionar)**

Significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo.

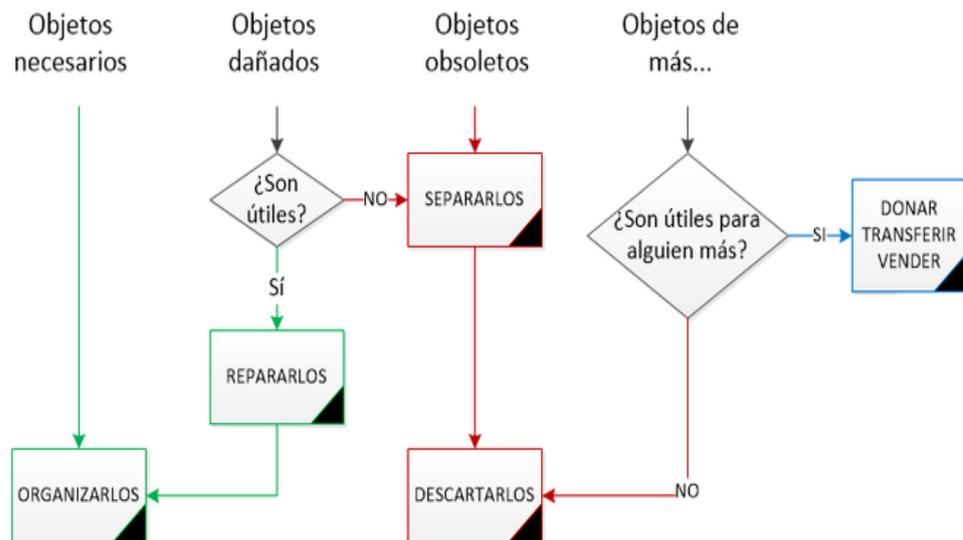


Figura n° 13: Pasos para aplicar la primera “S”

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

➤ **Seiton (Organizar)**

Significa ordenar y mantener los equipos y herramientas necesarias, para que cualquier persona implicada en el proceso pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.

Tabla 2: Etapas para aplicar la segunda “S”

Frecuencia de uso	Disposición
Lo utiliza en todo momento	Téngalo a la mano, utilice correas o cintas que unan el objeto a la persona
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	Téngalo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	
Lo utiliza una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colóquelo en el almacén, perfectamente localizado

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

➤ **Seiso (Limpiar)**

Limpiar completamente el área de trabajo, suelos, máquinas y equipos, quitar obstáculos que dificulten las labores del operario. Con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallas.

➤ ***Seiketsu (Estandarizar)***

En esta fase se mantiene constantemente, la organización, orden y limpieza, mediante procesos estandarizados y acciones de control permanentes.

➤ ***Shtisuke (Autodisciplina)***

Significa cumplir con los procedimientos de trabajo especificado y estandarizado.

Las 5´S plantean conductas de trabajo dedicadas a tener áreas de trabajo más productivas, ambientes confortables, limpios y ordenados, de manera que el trabajador realice sus actividades más eficientemente y adopte mejores prácticas de trabajo. Muchas empresas alrededor de todo el mundo ya han adoptado esta metodología con resultados sobresalientes. Sin embargo, para alcanzar dichos resultados, todo comienza por la concientización de la gente, el personal, el cual es importante que esté capacitado y concientizado de la importancia de esta metodología.

(Velásquez, 2013), menciona que al planificar la mejora de las organizaciones frecuentemente buscamos soluciones complejas. Hablar de organizar, ordenar y limpiar puede ser considerado por muchos como algo trivial o demasiado simple. Son conceptos que asociamos al ámbito doméstico y nunca al empresarial.

Sin embargo, estos conceptos tan sencillos es una primera impresión, son el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora y una premisa básica e imprescindible para aumentar la productividad y obtener un entorno seguro y agradable.

Las 5S´s pueden ser aplicables en cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua.

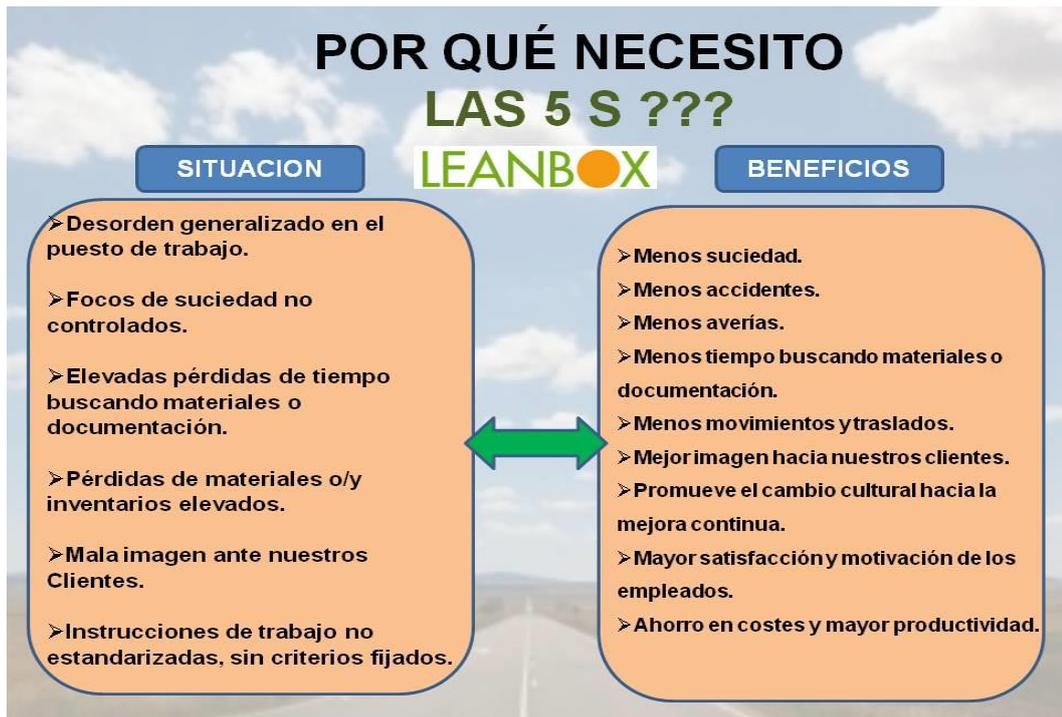


Figura n° 14: Problemas y beneficios de aplicar las 5's

Fuente: <https://leanbox.es/por-que-necesito-las-5s/>

➤ Mapa de Flujo de Valor:

(Rother, 2015), los mapas de flujo de valor son un método de diagrama de flujo para ilustrar, analizar y mejorar los pasos necesarios para entregar un producto o prestar un servicio. Como pieza clave de la metodología esbelta "lean", los VSM verifican el flujo de los pasos del proceso y la información desde su origen hasta la entrega al cliente. Al igual que otros tipos de diagramas de flujo, usan un sistema de símbolos para representar diversas actividades de trabajo y flujos de información. Los VSM son particularmente útiles para encontrar y eliminar desperdicios. Los elementos se representan en un mapa en función de si agregan o no valor desde el punto de vista del cliente, con el objetivo de eliminar aquellos que no agregan valor.

Es importante tener en cuenta que a los clientes, ya sean externos o internos, les importa el valor que un producto o servicio tiene para ellos, no los esfuerzos requeridos para producirlo o el valor que pueda aportar a otros clientes. Los mapas de flujo de valor se centran en eso. Un proceso común es dibujar un VSM del estado actual y, luego, modelar una forma mejorada con un VSM que describa un estado futuro o ideal. Puedes empezar a dibujarlo a mano y después trasladarlo a un software de VSM para lograr una mejor comunicación, análisis y colaboración.

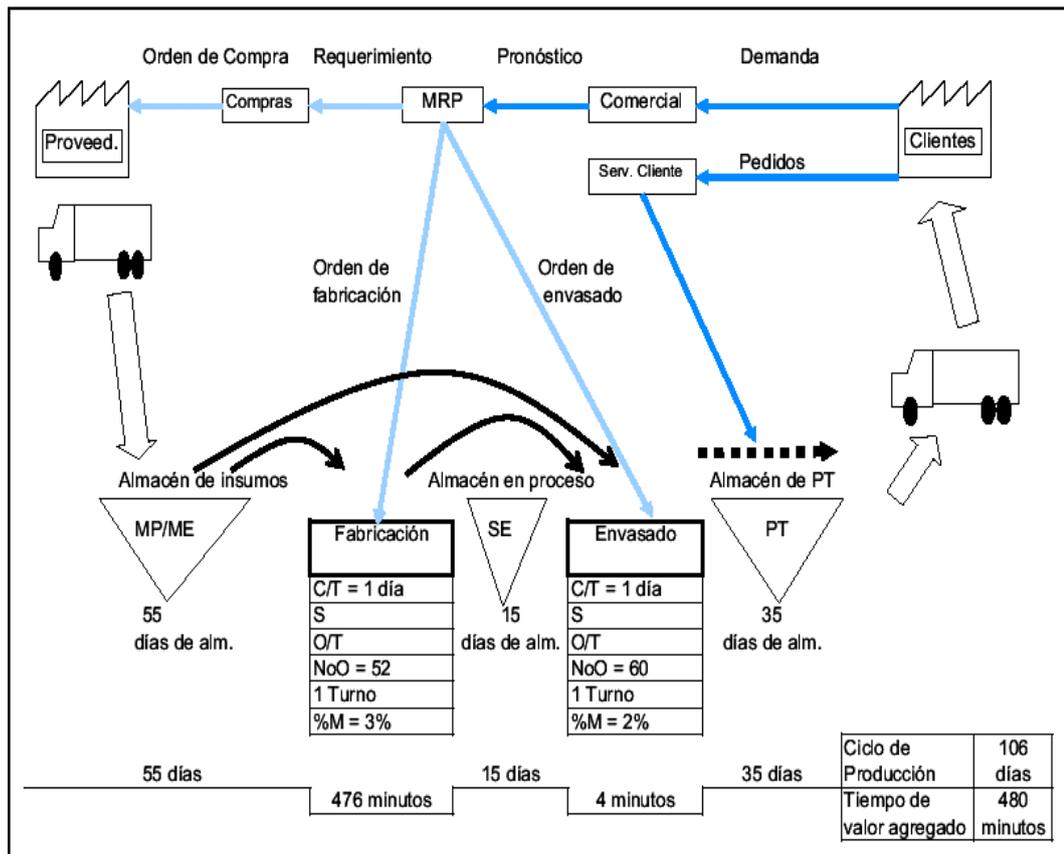


Figura n° 15: Diagrama de Flujo de Valor – Distribución de Repuestos

Fuente: Rother, 2015

➤ Distribución de Planta:

(Muther, 2014), afirma que “La distribución en planta es el proceso de ordenamiento físico de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”.

La decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio.

Es una herramienta propia de la ingeniería Industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional.

➤ **Productividad:**

Según **(Nuñez, 2008)**, menciona que el concepto de productividad ha evolucionado a través del tiempo y en la actualidad son diversas las definiciones que se ofrecen sobre la misma, así mismo de los factores que la conforman, sin embargo hay ciertos elementos que se identifican como constantes, estos son: la producción, el hombre y el dinero. La producción, porque en definitiva a través de esta se procura interpretar la efectividad y eficiencia de un determinado proceso de trabajo en lograr productos o servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad, en el que necesariamente intervienen siempre los medios de producción, los cuales están constituidos por los más diversos objetos de trabajo que deben ser transformados y los medios de trabajo que deben ser accionados. El hombre, porque es quien pone aquellos objetos y medios de trabajo en relación directa para dar lugar al proceso de trabajo; y el dinero, ya que es un medio que permite justipreciar el esfuerzo realizado por el hombre y su organización en relación con la producción y sus productos o servicios y su impacto en el entorno. Entre los factores a medir en productividad están: la eficiencia, la efectividad y la eficacia.

➤ **Eficiencia:**

Según **(Chiavenato & McGraw, 2004)**, **eficiencia** "significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados".

(Andrade, 2005), define la eficiencia como " La expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos"

➤ **Eficacia:**

(Oliveira, 2002), define a la eficacia como el logro de los objetivos o resultados propuestos, es decir, es la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que se alcanzan los objetivos o resultados.

(*Robbins & Mary, 2005*), menciona que la eficacia es hacer las cosas correctas, en el tiempo determinado y que permitan alcanzar las metas propuestas, de ese modo las actividades de trabajo serán totalmente eficientes y se logrará obtener resultados.

➤ **Efectividad:**

(*Pérez, 2013*), menciona que la efectividad es el grado de cumplimiento de los objetivos planificados o sea es el resultado o el producto de dividir el Real/Plan o lo que es lo mismo: los resultados obtenidos entre las metas fijadas o predeterminadas. La define también como el grado de cumplimiento de la entrega del producto o servicio en la fecha y momento en que el cliente realmente lo necesita.

➤ **Ritmo de Producción:**

(*Alvarado, 2015*), menciona que para asegurarse de cumplir con la demanda, las grandes empresas utilizan un concepto sumamente sencillo y útil para organizar sus sistemas de producción: Takt Time o 'tiempo Takt', que corresponde al ritmo en el que las unidades deben ser producidas para cumplir con las exigencias de los consumidores. Este puede ser calculado en base al tiempo disponible y a las unidades demandadas. Por ejemplo, si una empresa necesita producir 1000 unidades en un periodo de 12 horas de trabajo (43200 segundos), la velocidad de producción de cada unidad debe ser equivalente a una pieza cada 43,20 segundos. Dicho lapso de tiempo representa el 'tiempo Takt'. A partir de este, las empresas deben establecer un ritmo de producción estable y en sincronía con la demanda.

Como se puede observar, el Takt Time no es definido por la empresa, sino por el cliente. En este sentido, debe diferenciarse del Cycle Time o 'tiempo de ciclo', el cual consiste en las unidades de tiempo requeridas para la fabricación de una pieza. Dicho tiempo es establecido en función de la naturaleza del producto y el rendimiento de la empresa.

Para que una empresa pueda satisfacer a su demanda, requiere de un tiempo de ciclo menor al Takt Time, de modo que no tenga que recurrir al uso de horas o turnos extra para completar el trabajo. No obstante, si la diferencia es excesiva a favor del tiempo Takt, se pueden producir tiempos de espera perjudiciales para el rendimiento de los sistemas de producción.

➤ **Medición del Trabajo:**

Según (*Moori, 2012*), define como la parte cuantitativa del estudio del trabajo que se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador

cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida o siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

✓ **Tiempo Estándar:**

Es el tiempo en que se puede llevar a cabo una tarea cualquiera por una persona bien entrenada en este trabajo, desarrollando una actividad normal según el método establecido y en donde se incluyan las tolerancias debidas a retrasos que están fuera del control del trabajador. Tiene como principales ventajas reducir los costos y mejorar las condiciones obreras.

✓ **Tiempo Normal:**

Es el tiempo que está compuesto por el tiempo observado promedio y la valoración o ponderación que se le asigne, para ello es necesario sacar un conjunto de muestras que ayuden a determinar un tiempo aproximado; así mismo se le asigna una ponderación según el sistema Westinghouse, el cual considera y evalúa cuatro factores los cuales son: La actuación del operario, la habilidad, el esfuerzo y las condiciones de trabajo.

➤ **Reproceso por Área:**

Según (*Vivas, 2010*), reproceso y reparación se dan sobre un producto, es decir algo que ya es el resultado final de un proceso, ambas en el momento de la reparación o reproceso son productos no conformes, la diferencia radica en que el reproceso generalmente se da a un producto no conforme que generalmente no ha llegado al cliente y lo único que se le puede hacer es reprocesarlo, recordemos que el prefijo re

significa repetición, es decir ese producto no conforme va a pasar de nuevo por el proceso que paso previamente para que se genere de manera conforme (ejemplo: partes de acero que no cumplen especificaciones se vuelven a fundir para hacerlas a modo que cumplan) Por otro lado la reparación puede o no darse a un producto que llevo al cliente, y que puede o no haya sido conforme alguna vez, entre ellos como la norma lo menciona está el mantenimiento, (por ejemplo un coche sale de la fábrica conforme pero con el tiempo y desgaste comienza a fallar y se manda a darle mantenimiento y a veces reparar, ya sea la transmisión, embrague u otra parte). Digamos que la reparación se da a productos no conformes que se pueden arreglar y el reproceso a aquellos que no tienen forma. Una reparación por producto no conforme no necesariamente corre a cargo del que presta el servicio o producto.

➤ **Eficiencia de Equipos:**

(*Mokate, 1999*), Menciona que un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo a lo demás igual. La eficiencia es el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible. El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulta ineficiente (o menos eficiente).

Para lograr una concepción más profunda de la eficiencia, se debe analizar y conceptualizar a fondo la eficiencia, por ello se analizara la eficiencia tanto física como económica.

✓ **Eficiencia Técnica:**

La eficiencia técnica examina la relación entre el producto o resultado generado y la cantidad de un determinado insumo utilizado en su generación. Se encarga de medir la relación entre el producto y la energía utilizada en su producción. En ciertas aplicaciones, la energía sirve como unidad de medición que permite estimar el “costo” (en unidades de energía) de diversas técnicas o tecnologías de producción. Diferentes insumos se miden en alguna unidad energética para expresar un “costo” total de lograr el resultado.

✓ **Eficiencia Económica:**

La eficiencia económica permite agrupar los diversos insumos con la unidad de medida monetaria. El criterio de eficiencia económica, entonces, se puede relacionar con un índice de **costo - efectividad**. Mide el logro de los objetivos por un lado y los costos de haber producido los logros. Si la iniciativa A y la B tienen los mismos costos, pero A produce mayor impacto social (logra más del objetivo social), A va a ser más costo-efectivo o, lo que es lo mismo, más eficiente. De la misma manera, si realizar C cuesta menos que realizar D y C y D son dos maneras de producir un determinado efecto y las dos iniciativas producen ese mismo efecto medido tanto cuantitativa como cualitativamente, C será más costo - efectivo y más eficiente que D.

➤ **Calidad de Producto Terminado:**

(*Naranjo, 2012*), afirma que la calidad significa llegar a un estándar más alto en lugar de estar satisfecho con alguno que se encuentre por debajo de lo que se espera cumpla con las expectativas. También podría definirse como cualidad innata, característica absoluta y universalmente reconocida, aunque, en pocas palabras calidad es hacer las cosas bien a la primera, es decir, que el producto salga bien al menor costo posible. Es el resultado de una actitud enérgica y comprometida de esfuerzos sinceros de una ejecución talentosa.

La calidad es diferenciarse cualitativa y cuantitativamente respecto de algún atributo requerido, esto incluye la cantidad de un atributo no cuantificable en forma monetaria que contiene cada unidad de un atributo.

La calidad implica la capacidad de satisfacer a la vez los deseos de los consumidores. La calidad de un producto depende de cómo éste responda a las preferencias y a las necesidades de los clientes, por lo que se dice que la calidad es adecuación al uso de sí mismo en la actualización de los roles presentados a un consumidor.

La calidad significa aportar valor al cliente, esto es, ofrecer unas condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un precio accesible.

También, la calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la sociedad humana mostrando cierto interés por parte de la empresa a mantener la satisfacción del cliente.

Una visión actual del concepto de calidad indica que calidad es entregar al cliente no lo que quiere, sino lo que nunca se había imaginado que quería y que una vez que lo obtenga, se dé cuenta que era lo que siempre había querido.

➤ **Sobrecosto:**

(*Association, 2017*), afirma que un sobrecosto, también conocido como un incremento de costo o sobrepasar el presupuesto, es un costo inesperado que se incurre por sobre una cantidad presupuestada debido a una subestimación del costo real durante el proceso de cálculo del presupuesto. El sobrecosto debería ser distinguido de la escalación del costo, que es usado para expresar un crecimiento anticipado en el costo presupuestado debido a factores tales como la inflación.

✓ **Costos:**

(*Ortega, 2007*), menciona que los costos es el egreso que se sacrifica para lograr un objetivo específico. También se mide, como el importe monetario que se debe pagar para adquirir, transformar bienes (elementos del costo) y servicios.

Los costos se clasifican en:

- **Costos de Producción:** Incluyen las materias primas directas, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación (denominados elementos del costo), en que se haya incurrido para elaborar un bien o un producto. Los costos de

ingeniería y del diseño del producto que ocurren antes de la manufactura también son costos de producción.

- **Los costos de marketing:** También conocidos como costos de venta o de comercialización, estos costos resultan de la venta y entrega de productos e incluyen los costos de promoción de ventas, atención a clientes, transporte, almacenamiento y otros costos de distribución.
- **Los costos de administración:** Son resultado de las actividades de dirección, control de la empresa, y de actividades de índole general como las funciones referentes al personal, arriendos, consumo de servicios básicos, etc.

➤ **Tiempo Ocioso:**

Se utiliza este término en el mundo laboral a la mano de obra indirecta que representa salarios pagados por tiempo improductivo debido a circunstancias ajenas al control del trabajador. Es decir, los trabajadores reciben un sueldo aunque no tengan trabajo por realizar, son remunerados por su tiempo. (*Montenegro, 2014*).

➤ **Producción:**

Proceso por el cual los insumos se combinan, se transforman y se convierten en productos. La relación entre la cantidad de factores productivos requerida y la cantidad de producto que puede obtenerse se denomina función de producción.

(*Alfonso, 2011*)

Para analizar la relación entre la decisión de producción de una empresa y sus costos, debemos diferenciar entre dos estructuras de tiempo de decisión:

- ✓ El corto plazo
 - ✓ El largo plazo
- El corto plazo es un periodo de tiempo a lo largo del cual no pueden variar algunos de los factores a los que se le denomina factores fijos. La empresa puede ajustar los factores variables, incluso a corto plazo. Casi siempre los recursos fijos de una empresa son su tecnología, su edificio y su capital. La organización administrativa también es fija en el corto plazo. Al conjunto de recursos fijos de la empresa se le denomina planta, por lo tanto la planta de una empresa es fija en el corto plazo.
 - Largo plazo: es una estructura de tiempo en donde las cantidades de todos los recursos pueden variar. Es decir, el largo plazo es un periodo de tiempo durante el cual la

empresa puede cambiar su planta. Las decisiones a largo plazo no se revierten con facilidad. Una vez que se ha tomado la decisión con respecto a la planta en general, la empresa tiene que mantenerla por cierto tiempo. Al costo pasado de comprar una planta sin valor de reventa se le llama costo hundido. Lo único que influye en las decisiones de las empresas son el costo a corto plazo de cambiar sus insumos de trabajo y el costo a largo plazo de cambiar su planta.

➤ **Eficiencia de Línea:**

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

- **Cantidad:** El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- **Continuidad:** Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

(**Soriano, 2013**), menciona que para lograr incrementar las eficiencias de línea se necesita ser innovador con los procesos y productos, con el fin de mantener a la empresa competitiva y rentable, lo cual generara mayor reconocimiento a la organización en el mercado.

Para mejorar la eficiencia de la empresa se necesita tener en claro algunos puntos que servirán como base para mejorar la producción, los cuales son:

- Medir el rendimiento de las líneas, así como conocer los tiempos improductivos y las causas de improductividad para cada una de ellas.
- Aumentar la productividad de las líneas (unidades producidas/recursos empleados), mediante:
 - La identificación del ‘cuello de botella’ de las líneas, el correcto equilibrado de las operaciones y la definición de los métodos de trabajo.
 - La eliminación de operaciones de no valor añadido.
 - La puesta en marcha de acciones para la resolución de incidencias y mejora del diseño de las líneas.
 - La propia involucración del personal al cumplimiento de objetivos.
- Determinar estándares y métodos, así como los tiempos de los procesos que determinen la operativa del proceso con sus tiempos asociados.
- Conocer de forma adecuada la rentabilidad de los productos para facilitar la toma de decisiones, así como disponer de una base de datos de operaciones y tiempos de procesos, que permita la estimación de los costes de nuevos productos con un alto grado de fiabilidad.
- Mejorar las operaciones de cambio de referencia en las líneas y, en concreto, disminuir los tiempos de cambio y estandarizar las operaciones. De esta manera, se mejorará la flexibilidad de las líneas.
- Mejorar la contribución del personal a los resultados de la empresa mediante su integración en el cumplimiento de objetivos de productividad y puesta en marcha de acciones de mejora.

Para lograr incrementar la eficiencia se deben aplicar diversas metodologías que ayudarán a mejorar el balance de línea, algunas de estas son:

c) Definición de Términos Básicos:

- **Ciclo: (Thompson, 2016)** , Serie de elementos que ocurren en un orden normal y hacen posible una operación. Estos elementos se repiten al realizar de nuevo la operación.

- **Competitividad: (Krugman, 2014)** define como la capacidad de generar la mayor satisfacción de los consumidores fijando un precio o la capacidad de poder ofrecer un menor precio fijado por una cierta calidad. Además se mide a través de la rentabilidad que tiene la organización frente a sus competidores.
- **Demora: (González, 2014)** “Cualquier interrupción de la rutina de trabajo que no ocurre en el ciclo de trabajo típico”
- **Desperdicio: (Giannasi, 2017)** , Es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para los clientes. Desperdicio, pérdida o despilfarro, en este contexto, es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de la empresa, como por ejemplo: sobreproducción, rotura de stock, movimientos innecesarios, etc.
- **Lean: (Vargas, 2016)**, El concepto lean trata de añadir valor y en reducir al máximo el desperdicio, es decir capaz de adaptarse a las necesidades del cliente.
- **Manufactura: (Méndez, 2016)**, La manufactura, es la transformación de las materias primas en un producto totalmente terminado que ya está en condiciones de ser destinado a la venta en algún mercado, o sea cotiza en el mercado correspondiente.
- **Proceso: (Conte, 2015)**, Un proceso es la sucesión de diferentes fases o etapas de una actividad. También se puede definir como el conjunto de acciones sucesivas realizadas con la intención de conseguir un resultado en el transcurso del tiempo.
- **Valor: (Bautista, 2015)**, Consiste en examinar los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente y ver qué es lo que el cliente espera del proceso; el objetivo de agregar valor al proceso es minimizar el tiempo gastado en operaciones que no suman valor mediante la organización de herramientas, equipos y materiales.

d) Hipótesis

Al diseñar e implementar las herramientas de Manufactura Esbelta en procesos de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. se mejorará la productividad.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

1.1 Operacionalización de variables

Tabla n° 3: Matriz de Operacionalización

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE MANUFACTURA ESBELTA	(Madariaga, 2013), Es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación – personas, materiales, máquinas y métodos – que persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro. (p. 20)	Estudio de tiempos	Ritmo de Producción
			Producción
			Tiempo ocioso
		Reprocesos	% Reprocesos por área
			% Reprocesos por unidad vehicular
		Mapa de Flujo de Valor	Estandarización de Procesos
		Kaizen	Rendimiento Laboral
		Poka – Yoke	Cero Fallas
		Kanban	Formulación Sistemática de Actividades
5S	Nivel de Orden		
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	(Alfaro, 1999) Permite comparar los grados de aprovechamiento que tiene la empresa en el empleo de los factores de producción aplicados. (p. 25)	Eficiencia	Eficiencia de MO
			Eficiencia Económica
		Calidad de PT	N° de unidades conformes
		Productividad	Productividad de Mano de obra
			Productividad de energía utilizada
			Productividad de capital empleado

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Diseño de investigación

Pre-experimental, transversal.

1.3 Unidad de estudio

La unidad de estudio del presente trabajo es la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. desde el mes marzo de 2017 hasta la actualidad.

1.4 Población

La población son las áreas de trabajo que conforman la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

1.5 Muestra (muestreo o selección)

El objeto de estudio del presente material está centrado en el área de planchado y pintura de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

1.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Tabla n° 4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBSERVACIÓN	PRIMARIA	Se elaborará un análisis en base a los datos históricos que maneja la empresa y con los cuales aún no toma acciones correctivas para mejorar su productividad.
-------------	----------	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 5: Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACION	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
ENTREVISTA	Permitirá analizar y evaluar la perspectiva del personal de trabajo y la satisfacción de los clientes.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lapicero. ➤ Cámara. ➤ Formulario de preguntas. 	Trabajadores del área en estudio y clientes de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

ENTREVISTA

Objetivo

Conocer la situación actual de la empresa tanto por parte de los trabajadores de ella, así como la satisfacción de los clientes.

Procedimiento

Realizaremos la entrevista a todos los trabajadores que tengan participación en cada área de la empresa, así mismo a los clientes que presten los servicios por parte de la empresa.

Preparación

Como parte de la elaboración de la entrevista que aplicaremos, se procederá a realizar preguntas de entrada para luego seguir con sugerencias y comentarios finales de cada trabajador y cliente entrevistado en cuanto al cumplimiento de nuestro objetivo.

Secuencia

Analizar y evaluar las preguntas cualitativas y cuantitativas para elaborar un informe final.

Instrumentos

- Lápiz.
- Cámara.
- Laptop.
- Formulario de preguntas.
- Impresora.

1.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Para poder analizar y evaluar los indicadores y herramientas de productividad se va a utilizar Microsoft Office donde podremos comparar los resultados, analizarlos y evaluarlos.

1.8 Información del sector industrial

La empresa ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L. es una empresa que principalmente brinda servicios directos a las compañías aseguradoras de nuestra ciudad como Pacífico seguros, Mapfre y la positiva seguros. Realizando la reparación, planchado, pintura y soluciones en seguridad automotriz, brindando servicios de calidad y logrando la satisfacción de sus clientes, así también realiza servicios a distintas empresas en Cajamarca.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico situacional de la empresa.

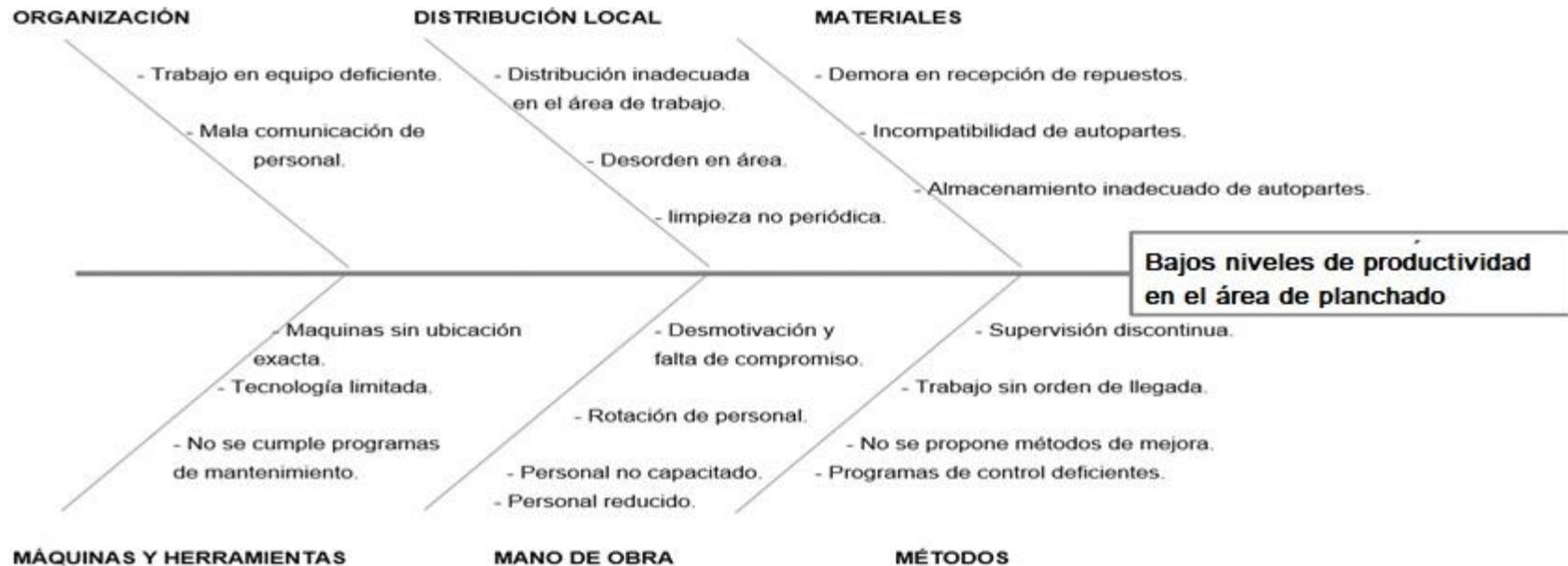


Figura n° 16: Diagrama de Ishikawa – Bajos niveles de productividad en el área de planchado

Fuente: Elaboración Propia

Realizando el diagrama de Ishikawa (Causa y efecto), en máquinas y herramientas se observa que la distribución de estas no es la apropiada, generando movimientos innecesarios en los operarios generando fatiga en estos, además no se realizan mantenimientos periódicos de las maquinarias lo cual ocasiona que el rendimiento de estas no sea óptimo, generando que la producción y tiempo de atención a los usuarios no se cumpla en el tiempo establecida. En la organización se presentan problemas debido a la poca comunicación que existe por parte de gerencia y operadores, lo que ocasiona un trabajo en equipo deficiente, desorden en áreas de trabajo y baja productividad de los operarios, que como consecuencia origina que la competitividad de la empresa sea baja y deficiente.

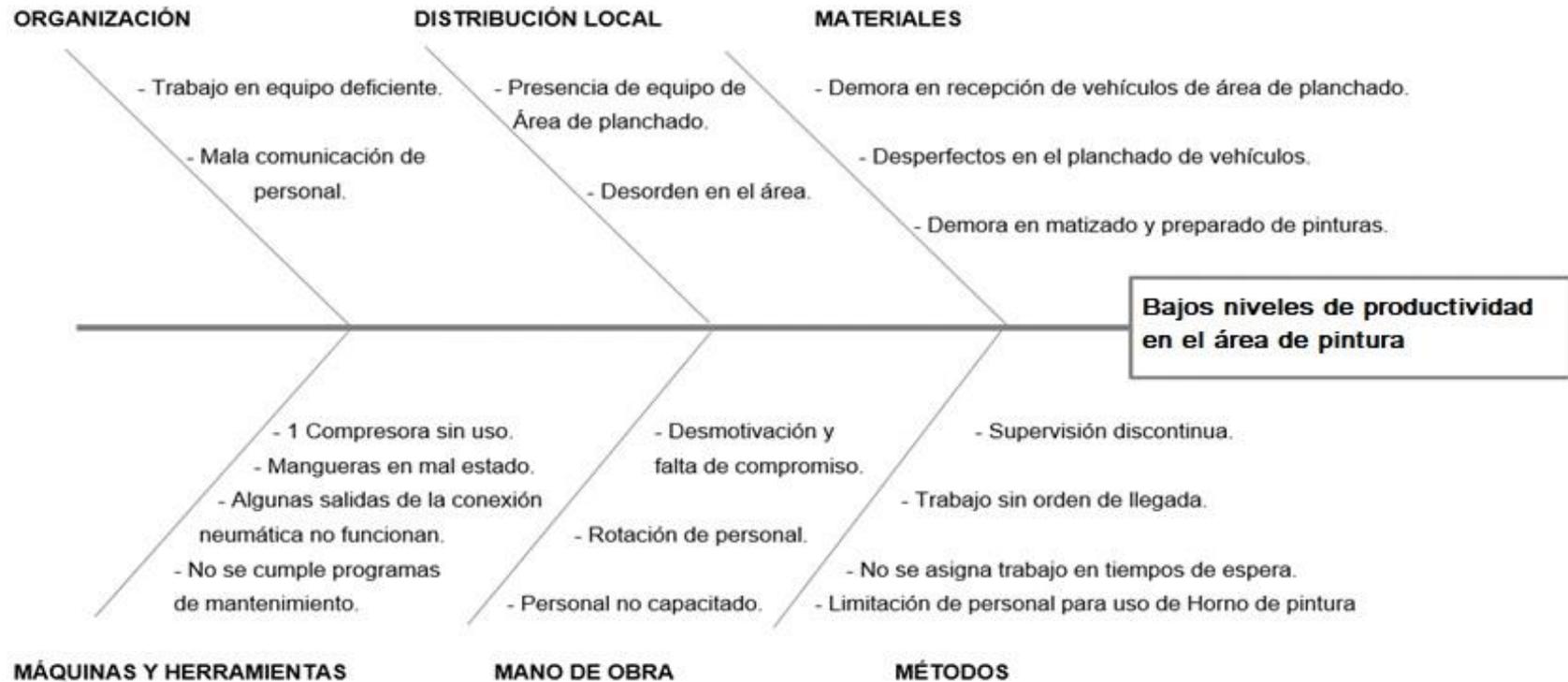


Figura n° 17: Diagrama de Ishikawa – Bajos niveles de productividad en el área de pintura

Fuente: Elaboración Propia

La falta de organización genera que las actividades que realizan los operarios sean deficientes y poco productivas, generando que la competitividad de la empresa disminuya; el desorden y mala distribución de las máquinas, ocasionan que los operarios no se encuentren motivados ya que laboran en un ambiente sucio y desagradable, además de no estar capacitados lo que implica que la productividad laboral sea ineficiente; los métodos aplicados no son los adecuados, debido a que las actividades realizadas no registran un tiempo de inicio y de finalización lo que implica que los procesos no estén estandarizados, generando tiempos de espera elevados e insatisfacción a los usuarios.

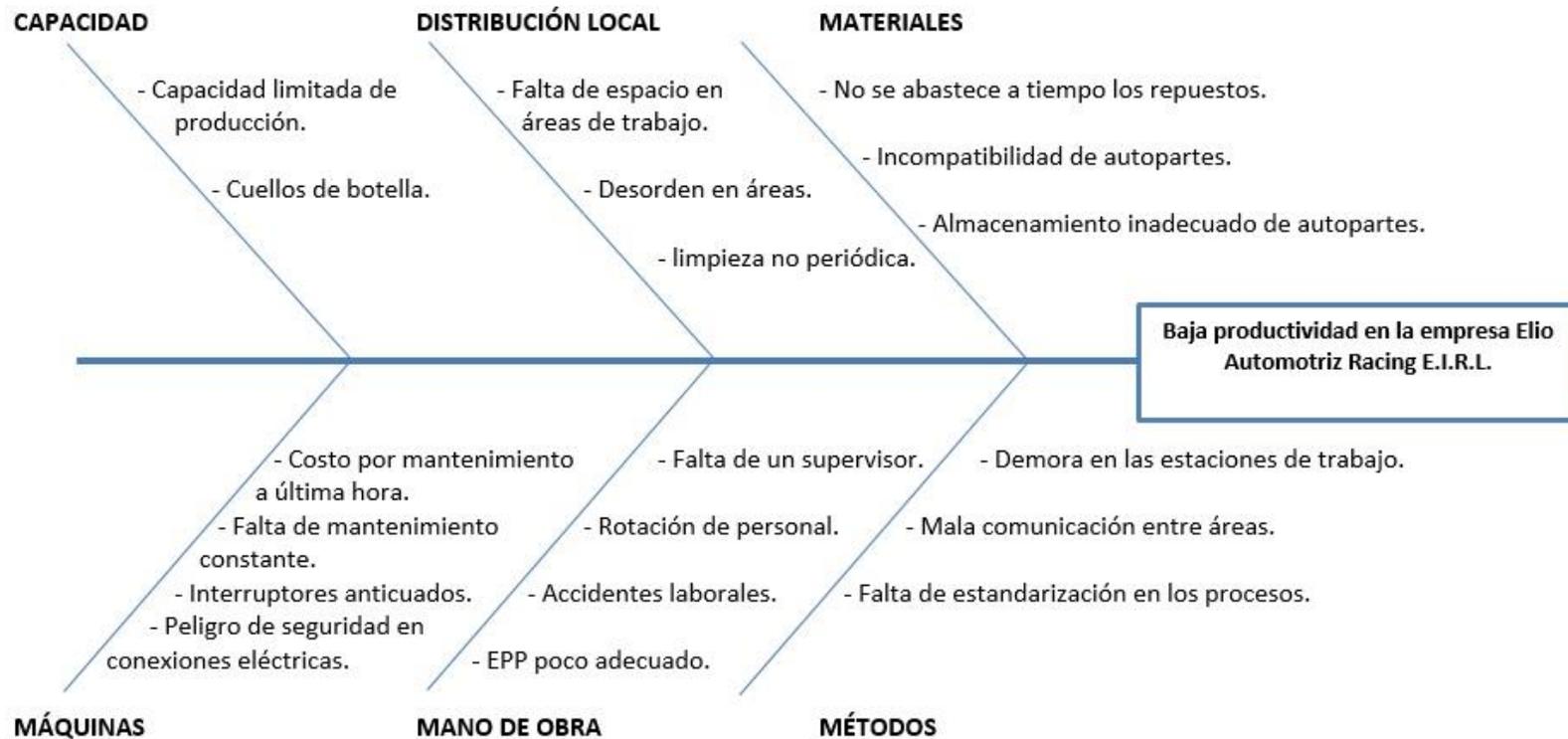


Figura n° 18: Baja productividad en la empresa

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el área de atención a Unidades Vehiculares, vemos que la causas que generan problemas son los cuellos de botella elevados en las áreas de planchado y pintura, la capacidad limitada en producción es una causa crítica que genera que la capacidad para atender a las unidades vehiculares no sea la adecuada y genera disconformidad al usuario, la falta de un supervisor a los operarios ocasiona que estos no realicen sus actividades de manera eficiente y en el tiempo establecido, la baja remuneración a los operarios genera que estos no se encuentren totalmente motivados a realizar sus laborales, ya que sienten que la remuneración no es la adecuada en relación a las actividades que estos realizan.

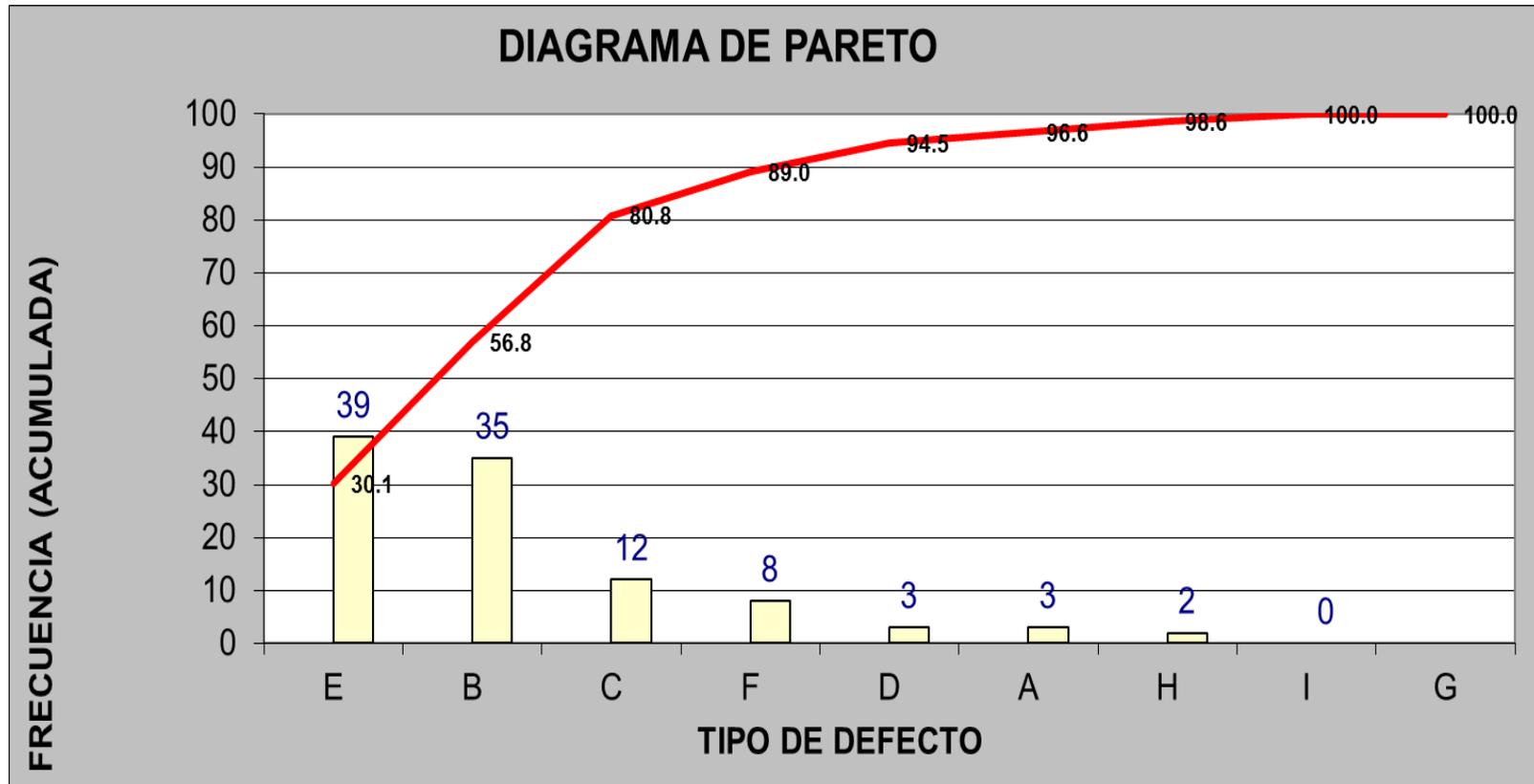


Figura n° 19: Diagrama de Pareto de Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 6: Errores comunes en la reparación de un vehículo

TIPOS DE ERRORES
A (Falla Humana)
B (Falta de Mantenimiento)
C (Falta de Conocimiento)
D (Falta de Adiestramiento)
E (Falta de Inversión)
F (No existe almacén)
G (No se realiza supervisión a operarios)
H (No se realiza capacitación al operario)
I (Falta de Maquinaria)

Fuente: Diagrama de Pareto

Como se puede observar en este diagrama la mayor parte de los defectos, los provocan pocas causas. Es decir, el 80% de todos los defectos, están provocados por 3 causas de un total de 9, lo que representa un 33% del total, para esto se deberá buscar solucionar, prioritariamente, los defectos como falta de inversión (E), falta de mantenimiento (B) y falta de conocimiento (C), respectivamente.

Tabla n° 7: Diagrama del Proceso Crítico

DIAGRAMA DEL PROCESO CRÍTICO (DPP)

tipo de actividad	descripcion de sub actividades	PROBLEMAS IDENTIFICADOS							
		falta de limpieza	desorden y desorganizacion	inseguridad	mermas	desperdicios	malas posturas	sin estandares	equipos y herramienta
operaciones	Recepción de Unidades Vehiculares	X	X						
	Ánàlisis del daño de la unidad	X	X	X					
	Informe Detallado a la Aseguradora								
	Selección del daño de la Unidad (Leve, Media y Grave)			X				X	
	Acuerdo del tiempo de entrega con el propietario			X				X	
	Escaneo de la Unidad Vehicular		X					X	
	Ánàlisis de la unidad en el área mecánica		X	X	X			X	
	Establecer los paños de pintura por área dañada		X	X	X			X	
	Establecer la soldadura autógena por área dañada			X	X			X	
Realizar actividad de planchado y pintura				X					
transportes	Transporte de la unidad al área de diagnóstico		X		X	X	X		
	Transporte de la unidad al área de mecánica		X		X	X	X		
	Transporte de la unidad al área de Planchado		X		X	X	X		
	Transporte de la unidad al área de horno de pintura		X			X	X		
inspección/operación	Inspección de la unidad en el área de diagnóstico		X	X		X		X	X
	Inspección de la unidad en el área de mecánica			X		X	X	X	X
	Inspección de la unidad en el área de planchado			X		X	X	X	X
	Inspección de la unidad en el área de pintura			X		X	X	X	X
esperas o mermas	Demora en tiempo de entrega de unidad		X	X		X			X
	Espera en tiempo de atención de unidad según orden de llegada		X	X	X	X			X
	Paradas de máquina		X	X	X	X			X
RESUMEN DE PROBLEMAS OBSERVADOS		2	13	13	9	11	7	10	7
% PROBLEMAS OBSERVADOS		0.09	0.38	0.38	0.30	0.34	0.25	0.32	0.25

Fuente: Elaboración Propia

Elaborando el diagrama del proceso crítico, se detallaron diversas causas que originan los problemas y haciendo una evaluación cuantitativa de estos factores se determinó que los problemas más críticos observados en la empresa son el desorden y desorganización (38%), lo que genera que las actividades realizadas sean ineficientes y el tiempo de entrega de la unidad vehicular no sea el establecido; la inseguridad (38%) es un problema de gran magnitud, ya que genera que los procesos productivos no tengan valor ocasionando que la calidad de servicio brindado por la empresa no sea el idóneo, disminuyendo la competitividad de la organización y productividad laboral de los trabajadores; y finalmente los desperdicios (34%), generan fatiga y cansancio en gran escala en los trabajadores, debido a que realizan movimientos innecesarios al trasladarse de un área productiva a otra, el tiempo de espera elevado afecta de manera directa al operario ya que la parada de máquina genera tiempos ociosos y muertos que también perjudican a la organización.

Tabla n° 8: Diagrama analítico de Proceso

DIAGRAMA ANÁLITICO DE PROCESO

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESOS										<input checked="" type="checkbox"/> Operación: Recorrido de vehículo
PROCESO: Inscripción completa										<input type="checkbox"/> Material:
METOD: <input checked="" type="checkbox"/> ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO										<input type="checkbox"/> Hombre:
N°	Descripción Actividades	Op.	Trp.	op./E	Ctr.	Esp.	Alm.	distancia	Días	OBSERVACIONES
1	Recepción de Unidades Vehiculares	○	→	○	□	□	▽	3	1	
2	Análisis del daño de la unidad	○	→	○	□	□	▽		1	
3	Informe Detallado a la Aseguradora	○	→	○	□	□	▽		2	
4	Selección del daño de la Unidad (Leve, Media y Grave)	○	→	○	□	□	▽		1	
5	Acuerdo del tiempo de entrega con el propietario	○	→	○	□	□	▽		50	Dependiendo del daño sufrido de la unidad
6	Escaneo de la Unidad Vehicular	○	→	○	□	□	▽		1	
7	Análisis de la unidad en el área mecánica	○	→	○	□	□	▽		1	
8	Establecer los paños de pintura por área dañada	○	→	○	□	□	▽	1	0.5	
9	Establecer la soldadura autógena por área dañada	○	→	○	□	□	▽		0.5	
10	Realizar actividad de planchado y pintura	○	→	○	□	□	▽		15	
11	Análisis de la unidad en el área de diagnóstico	○	→	○	□	□	▽		0.3	
12	Análisis de la unidad en el área de mecánica	○	→	○	□	□	▽		0.5	
13	Análisis de la unidad en el área de Planchado	○	→	○	□	□	▽		0.5	
14	Análisis de la unidad en el área de Pintura	○	→	○	□	□	▽	1	0.5	
15	Inspección de la unidad en el área de diagnóstico	○	→	○	□	□	▽		20	
16	Inspección de la unidad en el área de mecánica	○	→	○	□	□	▽		10	
17	Inspección de la unidad en el área de planchado	○	→	○	□	□	▽		15	
18	Inspección de la unidad en el área de pintura	○	→	○	□	□	▽		20	
19	Demora en tiempo de entrega de unidad	○	→	○	□	□	▽		50	
20	Espera en tiempo de atención de unidad según orden de llegada	○	→	○	□	□	▽		2	
21	Paradas de máquina	○	→	○	□	□	▽		3	
22	Escaneo Final de la Unidad Vehicular	○	→	○	□	□	▽		0.5	
23	Inspección Final de la Unidad Vehicular	○	→	○	□	□	▽	2	0.5	
24	Entrega de la unidad al cliente	○	→	○	□	□	▽		0.1	
TOTAL		16	3	3	0	2	0	7		

RESUMEN	CANTIDAD	16	4	5	0	0	0
	TIEMPO	68.8	66.5	4.5	0	16	0

DIAGRAMADO POR : Royer Manosalva y Freddy Mercado
fecha: 5/07/2017

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente diagrama de recorrido que se obtuvo del análisis aleatorio de un vehículo de la empresa en estudio, para su reparación se realizaron 16 operaciones en un tiempo de 68.8 minutos, 4 actividades de transporte en un tiempo de 66.5 minutos, tiempo excesivo debido a la falta de orden que existe en cada una de las áreas de trabajo, dificultando el desplazamiento correcto del personal de trabajo. Así mismo se identificó 5 operaciones combinadas en el transcurso de la reparación de ésta unidad.

4.1.1. Referencias generales de la empresa.

Actualmente la empresa está dedicada a la reparación, mantenimiento, planchado y pintura de vehículos multimarca, teniendo convenio directo con las principales aseguradoras de nuestra ciudad, además de clientes particulares.

4.1.2. Descripción general de la empresa.

La empresa “ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.” es una empresa contratista que brinda servicios directos a las compañías de seguros Pacífico, Mapfre y La Positiva seguros, ya que sirve como soporte para que dichas aseguradoras puedan realizar sus operaciones con normalidad y garantía de calidad para sus clientes.

La empresa “ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.” realiza trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, reparación, planchado y pintura de todo tipo de vehículos multimarca, brindando servicios efectivos y de confianza a reconocidas compañías aseguradoras de nuestra ciudad de Cajamarca.

Visión

Ser una empresa líder y confiable en el sector automotriz, ofreciendo la mejor respuesta a los problemas mecánicos automotrices, siendo reconocidos como primera opción de referencia para nuestros clientes. Además mantener un crecimiento y mejora continua basada en la satisfacción de nuestros clientes.

Misión

La misión de Elio Automotriz Racing es proporcionar soluciones de seguridad automotriz confiables y duraderas a las incidencias mecánicas producidas, con un buen servicio de mantenimiento, planchado y pintura de manera eficiente y de calidad que satisfaga las necesidades de nuestros clientes, haciendo uso de equipos y herramientas en óptimas condiciones.

4.1.3. Organigrama.

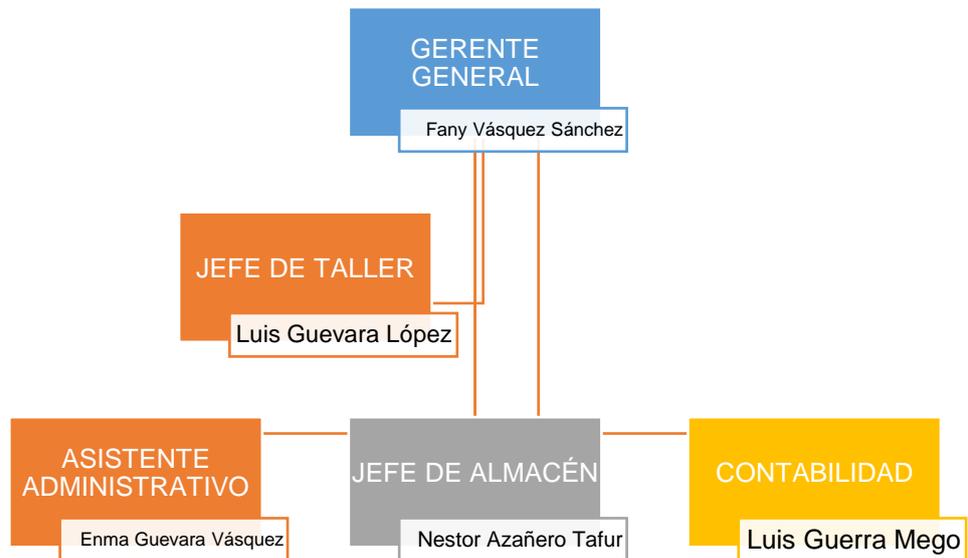


Figura n° 20: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Proveedores.

- Autonort
- DercoCenter
- Divemotor
- Nissan
- Mitsubishi motors
- Otros proveedores nacionales

PROVEEDORES MAPFRE							
CODI	NOMBRE PROVEEDOR	RUC	REPUESTOS MARCA	TELEFONO	PERSONA CONTACTO	CORREO	SCUENTO
818	NAZCAR	20218279831	ACCESORIOS MUSICALES (RADIOS, NEBLINEROS, HD, ALARMA)	998121076	GONZALO MONTES	nazcar677@gmail.com	
221	DB INVERSIONES	20392467832	ACCESORIOS MUSICALES(MATAPERROS, ACCESORIOS,BARRAS ANTIVUELCOS)	961691867-946194844	DARIO BUIZA	dvinversiones@hotmail.com	
1750	YEMAR	20100751225	ALTERNATICO (PEUGEOT - CITROE-RENAULT)	998337506	WALTER MEJIA	ventas@importacionesyemar.com	
1461	GERMSA	20101876137	ALTERNATICO ALTA GAMA	981249164	MIGUEL HUAYNATE	miguel@germsa.com	
10552	SOMA AUTOS	20470095378	ALTERNATIVOS	985097586-946102978	MARIA ROSA COLFER GONZALES	somautos@claroempresas.com.pe	
5269	REPUESTOS TONG YANG	20514200557	ALTERNATIVOS	946232911	EDWING ALTAMIRANO	repuestos-ton-yan@hotmail.com	
10554	SILVER CAR	20172053824	ALTERNATIVOS	975359835	VILMA YANQUE	silver.car@scsac.com	
4584	FULL IMPACTO	20556602710	ALTERNATIVOS CHINOS	#976051624	WILSON ZUÑIGA	fullimpacto1@gmail.com	
814	REPUESTOS VICMA	20518249623	ALTERNATIVOS Y CHINOS	994161227/994160909	VICTOR MEZA	repuestosvicmasac@terra.com.pe	
2	EUROSHOP	20349065488	AUDI-PORSCHE-SEAT	618-7360 anexo 1208/#998323966	JULIO MEDINA	jmedina@euroshop.com.pe	15%
961	JOHNSON INDUSTRIAS	20523196333	CHEVROLET	981167220/981167124	MARLENE VITE/DAVID NAPA	mvite@ji.com.cotizaciones@ji.com	32%
4514	ZUAUTO	20547067071	CHEVROLET(PROVINCIAS)	982567030-5000190 anexo 1732	SAUL TRILLO	strillo@zuauto.com.pe	25%
4	MANASA-MINVEST	20503258901	CITROE	#986629950	WILDER FERNANDEZ	wfernandez@agildemeister.com.pe	20%
5696	SKBERGE-LIMAUTOS	20524207509	FIAT		MARIO ROMAN	mrroman@limautos.pe	15%
827	FASTLANE	20427593259	HONDA	981517260	ROBERTO MANCILLA	rmancilla@fastlane.pe	10%
4411	REPUESPORT	20548019983	HYUNDAI-BRILLANCE-ZOTYE-MAHINDRA (TODAS LAS MARCA QUE DISTRIBUYA EL GRUPO GILDEMESITER)	#994135340 / #994135340 / #947000903	JULIO PEREZ, JOSE LLACSA RICHARD VALLENTE	jlacsa@repuesport.com ; jperez@repuesport.com ; rvaliente@repuesport.com	26%
29	SANTA CLARA	20100176701	IZUZU	954627288	MOISES HUAMAN	mhuaman@santaclara.com.pe	28%
961	JOHNSON INDUSTRIAS	20523196333	KIA	947177681	SANTIAGO HUAMAN	shuaman@ji.com.pe	19%
5696	SKBERGE-LIMAUTOS	20524207509	MG/CHERY		GINO OLIVA	goliva@limautos.pe	15%
5696	SKBERGE-LIMAUTOS	20524207509	MITSUBISHI/FUSO		MARTIN MENDEZ	mmendez@limautos.pe	15%
29	SANTA CLARA	20100176701	NISSAN	946419758	LEOPOLDO PACHECO	lpacheco@santaclara.com.pe	10%
26	BRAILLARD	20100084920	PEUGEOT - BAICC	981475725	Juan Carlos Chachapoyas	jchachapoyas@braillardperu.com	10%
6592	ORBITS PARTS	20515813692	RENAULT-ORIGINAL	988339335-#734715	ENRIQUE GAMARRA	orbit_parts@hotmail.com	10%
1264	SANTA CRUZ	20524040370	REPARACION DE AROS -VENTA DE NEUMATICOS	#955067368, 980273981	LUIS SANTA CRUZ	clinarios_lsc@hotmail.com	
2124	LLANTAMAS	2052643179	REPARACION DE AROS NEUMATICOS	998451090	KARIM HERNANDEZ	llantamasperu@hotmail.com	
68	SILCAR	20516422018	REPARACIONES DE ARO, VENTA DE LLANTAS	#856488-	MARCO GONZALES	marcautos@hotmail.com	
0558	MIAMI PARTS	20518516338	REPUESTOS AMERICANOS Y	#964748373	JORGE CARDENAS	info@miamipartspetu.com	
354	EL AUTODROMO	20101193161	SUBARU	242-8221 989174932	Margot Alberca/Alfonso Mendoza	malberca@elautodromo.com	5.00%
4555	DERCO	20548527113	SUZUKI, CHEVROLET, MARCAS CHINAS	7135078 - 989232009	JUAN PORTUGAL	jportugal@dercoperu.net	10%
524	ALT IMPORT	20331717062	SUZUKI, GREAT WALL MAZDA(TODAS LAS MARCAS QUE DISTRIBUYA DERCO)	944575811-944575810	FABIAN VILELA	fvilela@altimport.com.pe	10%
205	mitsui	20256211310	TOYOTA/HINO/DAIHATSU/LEXUS	812*9322 RPM: *389881 Cel: 99 523 1997	WILFREDO MENDOZA	wmendoza@mitsuiautomotriz.com	40%-65%
810	PANAMOTORS	20536429183	TOYOTA/HINO/DAIHATSU/MOTOS	6342020/946359582	GUSTAVO HOYOS	ghoyos@panamotors.com.pe	41%-66%
21	FLECHELLE	20100299969	VOLSWAGEN	4495000 Anexo 225	FRANCISCO PAUCAR	repuestos@flechelle.com	24%
4	MANASA	20503258901	VOLVO - LAND ROVER	6197777 anexo 3643/#989131154	MARIO HURTADO	mhurtado@mansa.com.pe	10%

Figura n° 21: Lista de proveedores para talleres autorizados

Fuente: Mapfre Perú

TALLERES AFILIADOS CONCESIONARIOS O ESPECIALISTAS			
AUDI	Frewagen Av. Ejército 512	Cerro Colorado	054-258880
CHRYSLER DODGE	Divemotor Av. Aviación Km 6	Cerro Colorado	054-272077
FIAT	Motorsur (Perumotor) Via de Evitamiento Km 3.9	Cerro Colorado	054-383100
FORD	Incamotors Variante Uchumayo Km 4.5 (24h) Av. Parra 122 (24h)	Cerro Colorado Arequipa	054-607485 054-222200
	Sur Motors Av. Venezuela 2515	Cercado	054-232660
HONDA	Perumotor Via de Evitamiento Km 3.9	Cerro Colorado	054-383100
HYUNDAI	Incamotors Variante Uchumayo Km 4.5 (24h) Av. Parra 122 (24h)	Cerro Colorado Arequipa	054-607485 054-222200
	Sur Motors Av. Venezuela 2515	Cercado	054-232660
JEEP	Divemotor Av. Aviación Km 6	Cerro Colorado	054-272077
KIA MG, CHERY	Motorsur (Perumotor) Via de Evitamiento Km 3.9	Cerro Colorado	054-383100
MAZDA	Derco Center Av. Alfonso Ugarte C5	Cercado	054-241786
MERCEDES BENZ	Divemotor Av. Aviación Km 6	Cerro Colorado	054-272077
MITSUBISHI MITSUBISHI FUSO	Perumotor Via de Evitamiento Km 3.9	Cerro Colorado	054-383100
NISSAN	Resersur Av. Alfonso Ugarte 250	Cercado	054-606600
PEUGEOT	Frewagen Av. Ejército 512	Cerro Colorado	054-258880
SSANGYONG	Sur Motors Av. Venezuela 2515	Cercado	054-232660
SUZUKI	Derco Center Av. Alfonso Ugarte C5	Cercado	054-241786
TOYOTA	Conauto Av. Alfonso Ugarte 205	Cercado	054-206655
VOLKSWAGEN	Frewagen Av. Ejército 512	Cerro Colorado	054-258880
VOLVO	Autrisa Variante Uchumayo Km 4.5	Cerro Colorado	054-608474



CAJAMARCA

Figura n° 22: Lista de proveedores para talleres autorizados

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

4.1.6. Clientes

- Pacífico Seguros
- La Positiva Seguros
- Mapfre Perú
- Clientes particulares

4.1.7. Competidores.

- Autonort Cajamarca S.A.C
- Auto centro Cajamarca
- Automotriz Máster Cars
- Taller DERCO Cajamarca
- Washington Automotriz E.I.R.L
- Betos Car
- Clinicar Cajamarca

4.1.8. Personal.

Tabla n° 9: Personal de Elio automotriz Racing E.I.R.L.

Lista de personal de Elio Automotriz Racing E.I.R.L.	
N° Trabajador	Apellidos y Nombres
1	Aliaga Cotrina Melania
2	Azañero Tafur Néstor
3	Calua Carmona Eduardo
4	Carranza Zambrano José Luis
5	Castrejón Castope Idelso
6	Chávez Gallardo Frank
7	Cotrina Bueno César
8	Cusquisivan Tucto Martín
9	Gallardo Quiliche Adolfo
10	Guerra Mego Luis Antonio
11	Guevara López Luis Manuel
12	Guevara Vásquez Enma Alejandra
13	Llovera Castañeda Antony Franklin
14	Manya Pérez Salomón
15	Marrufo Zamora Jaime
16	Pérez Muñoz José Luis
17	Pizarro Reyes Martín
18	Portal Sánchez Ever
19	Ramírez Vásquez Denis
20	Rumay Portal Alex
21	Sánchez Duran Oscar
22	Sánchez Tirado Lalo
23	Vizconde Idrugo Berly

Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Máquinas y equipo.

Descripción de maquinaria y equipo

1. Diagnóstico inicial: 3 operarios

2. Planchado: 6 operarios

- Máquina de traccionamiento (1 unid)
- L hidráulica – Traccionamiento (1 unid)
- Expansor hidráulico (4 unid)
- Máquinas de soldadura Mig (4 unid)
- Máquina de Soldadura Autógena (2 Unid)
- Taladro (3 unid)
- Esmeril – Amoladora (3 unid)
- Herramientas convencionales (Planchas, limas, martillos, etc.)

3. Pintura: 4 operarios

- Compresora (3 unid)
- Sopletes (2 unid)
- Máquina neumática – Lijado (2 unid)
- Taladro – Limpieza (4 unid)
- Sopletes Truper – Horno (2 unid)
- Cocina para fibra de vidrio (1 unid)
- Espátulas, lijas, etc.

4. Mecánica: 4 operarios

- Elevador electrohidráulico (1 unid)
- Máquina de alineamiento (1 unid)
- Pluma hidráulica – 2 ton (1 unid)
- Destornillador neumático (1 unid)
- Prensa tornillo (1 unid)
- Herramientas convencionales

5. Diagnóstico computarizado: 2 operarios

- Scanner automotriz (1 unid)
- Herramientas convencionales

4.1.10. Análisis FODA.

Tabla n° 10: Análisis FODA

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de horarios Cuenta con personal joven -Disponibilidad de equipos y herramientas -Propio servicio de grúa -Brindar servicio multimarca 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay suficiente personal -Falta de control -Desorden y falta de limpieza -Personal poco capacitado -Desmotivación de personal
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Necesidades del servicio de mantenimiento -Crecimiento vehicular -Costo de reparación elevado por la competencia -Mercado en crecimiento 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Existen muchos talleres por la zona Capacitación de la competencia -Clientes con mejores opciones de servicio -Los concesionarios de vehículos ofrecen su propio servicio -Vehículos nuevos y sofisticados -Herramientas y equipos más costosos y tecnológicos

Fuente: *Elaboración Propia*

Analizando minuciosamente el cuadro FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) teniendo como principal fortaleza la disponibilidad de equipos y herramientas ya que ayudan a realizar el trabajo de manera instantánea sin generar tiempos muertos y ociosos en los operarios, las debilidades más significativas que presenta la organización son el desorden y falta de limpieza, personal poco capacitado y operarios poco capacitado, debido a que genera que la productividad laboral disminuya generando procesos ineficientes que perjudican de manera significativa a la organización; las oportunidades más relevantes que se presentan en la organización son el crecimiento vehicular debido a que se registran tres a cuatro accidentes diarios en la región, lo cual genera que se incremente el mercado para la empresa, y las amenazas que con frecuencia se presentan en la organización son la competencia masiva y el cambio tecnológico de equipos y maquinaria, debido a que el mercado constantemente esta en cambio y la organización se tiene que adaptar a los cambios para que pueda cumplir los requerimientos del usuario.

4.2. Diagnóstico situacional del área de estudio.

4.2.1. Descripción del área.

- **Área de planchado:**

Después de haber realizado el diagnóstico inicial y haber identificado todos los daños de la unidad se pasa a ésta área donde se realiza el desmontaje, separación y selección de autopartes dañadas y por reparar, luego se realiza el enderezado de chasis, soldaduras de diversos tipos según la gravedad del siniestro, para proceder al planchado de la unidad, ésta es el área en general que toma mayor tiempo en realizar los procesos para la reparación de unidades.

- **Área de pintura:**

Una vez que el vehículo sale del área de planchado se hace un control de calidad por parte del especialista en el área de pintura, para ver si la unidad se encuentra apta para el pintado, en caso contrario la unidad es rechazada para que se reprocese las partes no aptas.

En ésta área de pintura se inicia con el preparado de la unidad, lijado, pinturas bases, refinados y finalmente el pintado general del vehículo, ya sea en el horno o a temperatura ambiente.

4.2.2. Mapa de procesos del área.

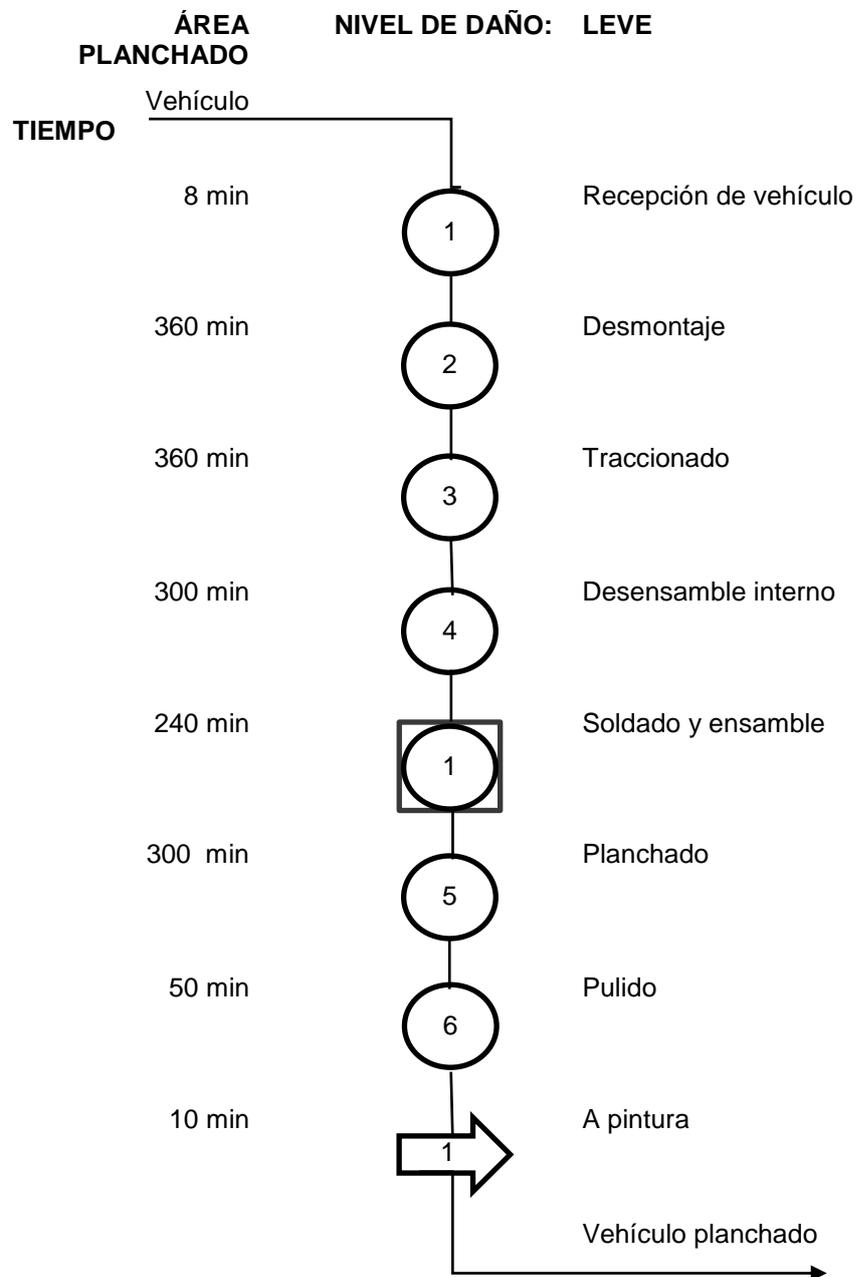


Figura n° 23: Diagrama de operaciones área de planchado - leve

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 11: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - leve

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	1378
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	240
TOTAL	8	1628

Fuente: Elaboración Propia

En el área de planchado primeramente recepcionar la unidad, conjuntamente con el check list y la orden de las operaciones a realizar e inmediatamente se procede al desmontaje, traccionamiento y después de una serie de procesos se realiza el planchado general de la unidad, según el nivel de daño que ésta presente, en este caso daño leve con un tiempo aproximado de 1628 minutos.

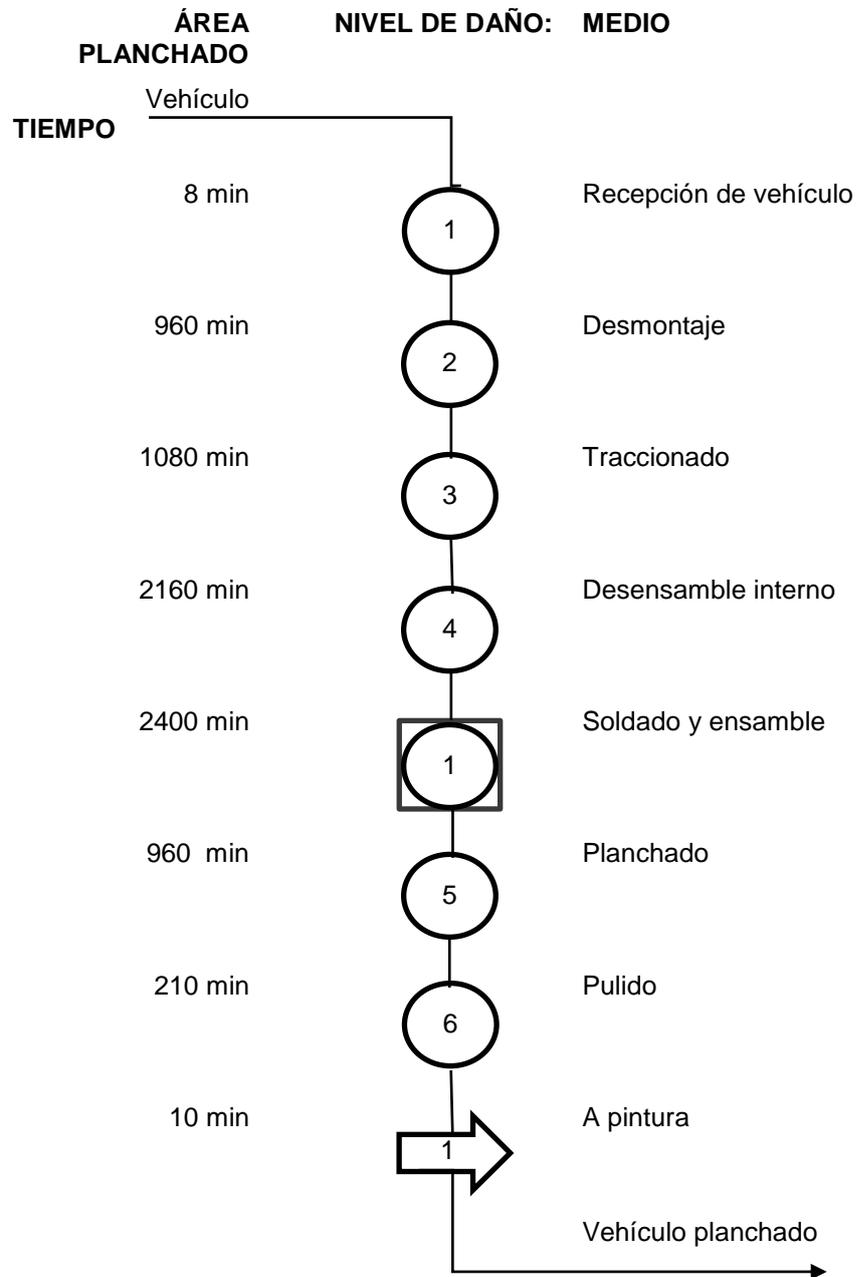


Figura n° 24: Diagrama de operaciones área de planchado - medio

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 12: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - medio

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	5378
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	2400
TOTAL	8	7788

Fuente: Elaboración Propia

En el área de planchado primeramente recepcionar la unidad, conjuntamente con el check list y la orden de las operaciones a realizar e inmediatamente se procede al desmontaje, traccionamiento y después de una serie de procesos se realiza el planchado general de la unidad, según el nivel de daño que ésta presente, en este caso daño medio con un tiempo aproximado de 7788 minutos.

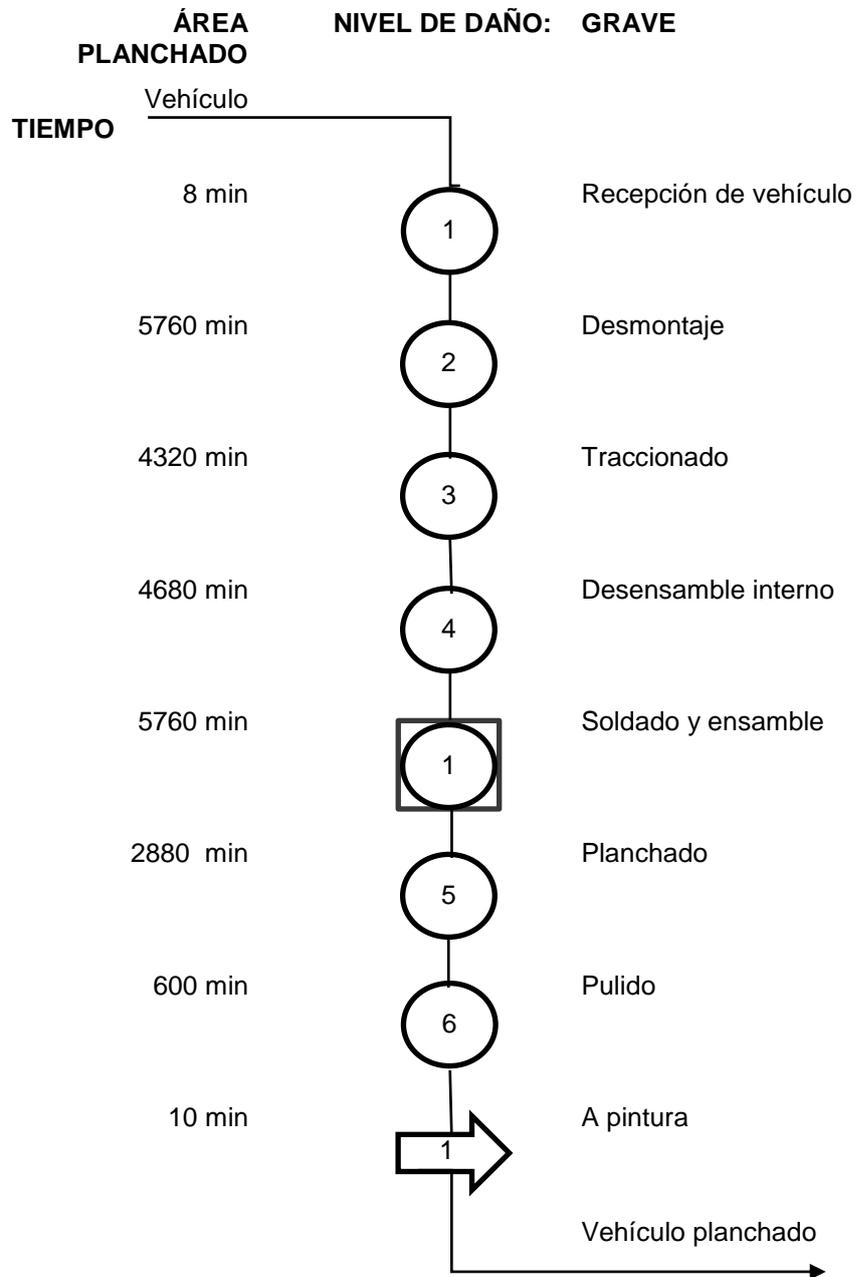


Figura n° 25: Diagrama de operaciones área de planchado - grave

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 13: Diagnóstico Situacional del Área de planchado - grave

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	18248
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	5760
TOTAL	8	24018

Fuente: Elaboración Propia

En el área de planchado primeramente recepcionar la unidad, conjuntamente con el check list y la orden de las operaciones a realizar e inmediatamente se procede al desmontaje, traccionamiento y después de una serie de procesos se realiza el planchado general de la unidad, según el nivel de daño que ésta presente, en este caso daño grave con un tiempo aproximado de 24018 minutos.

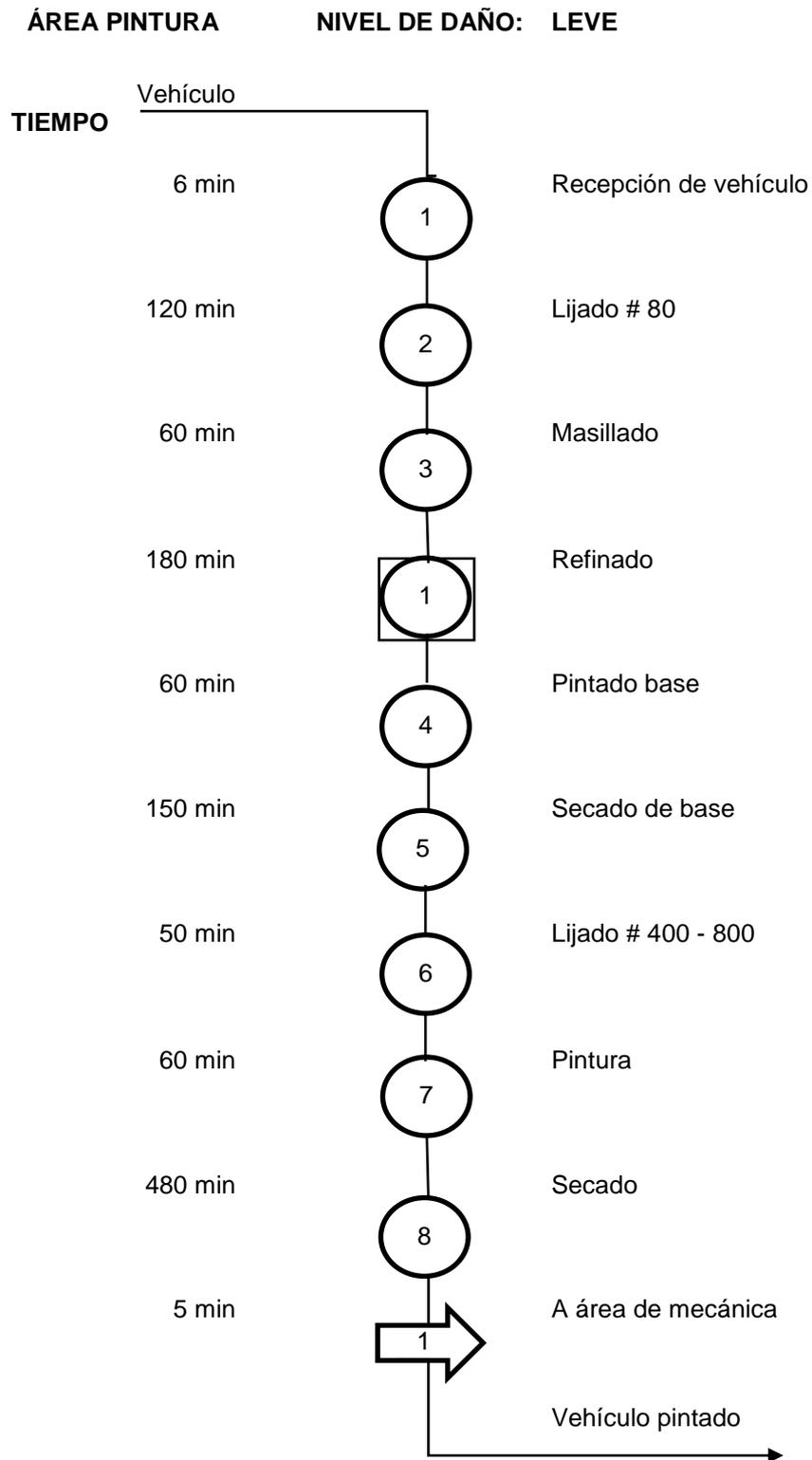


Figura n° 26: Diagrama de operaciones área de pintura - leve

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 14: Diagnóstico Situacional del Área de pintura - leve

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	986
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	180
TOTAL	10	1171

Fuente: Elaboración Propia

En el área de pintura primeramente recepcionar la unidad, después de haber pasado el control de calidad y ser apta para su pintado se realiza una serie de operaciones como el lijado de diversos espesores, pintado de bases, refinados y finalmente el pintado en general esto puede tardar un buen tiempo incluyendo el secado como una operación además del nivel de daño de la unidad, en este caso leve con un tiempo aproximado de 1171 minutos.

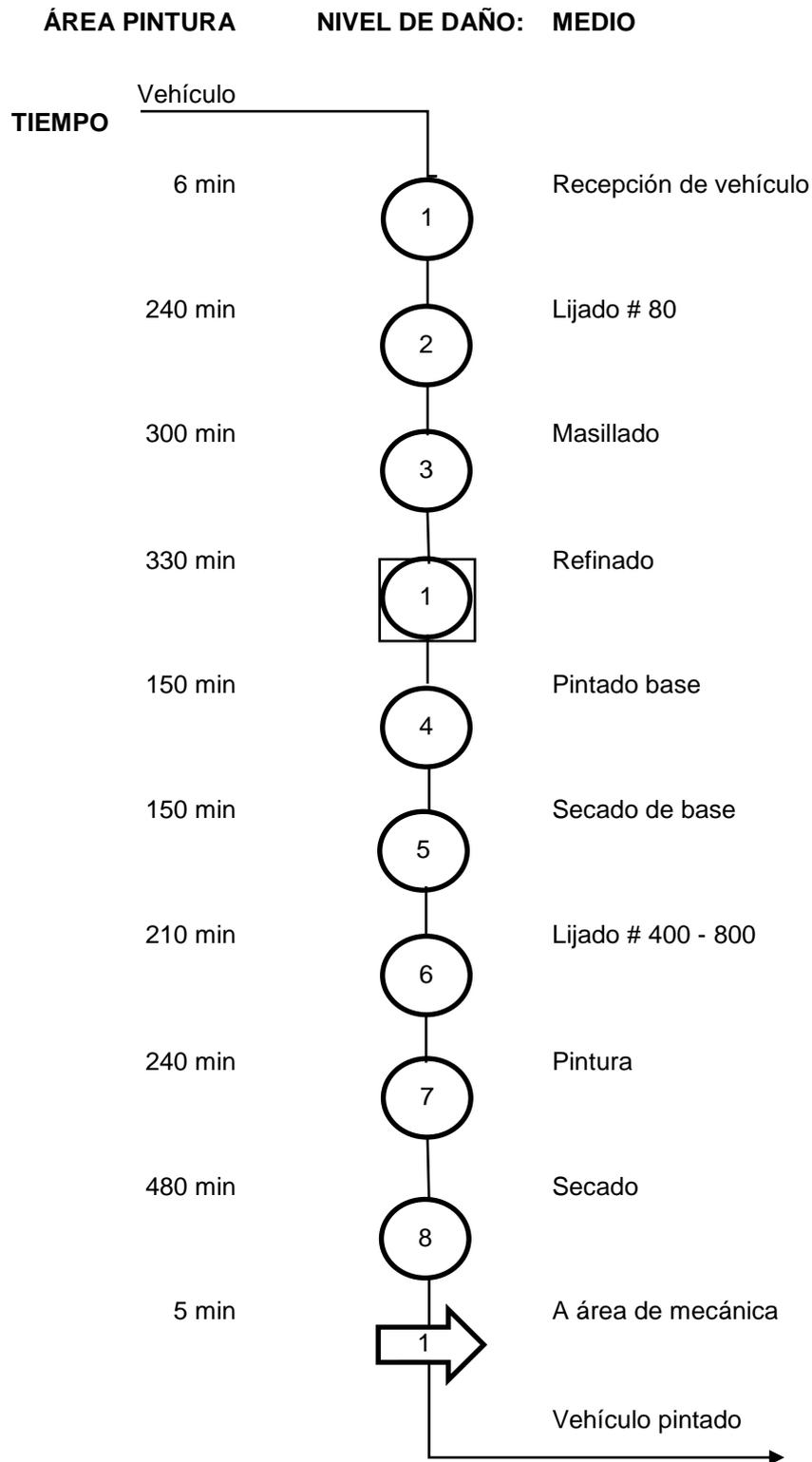


Figura n° 27: Diagrama de operaciones área de pintura - medio

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 15: Diagnóstico Situacional del Área de pintura - medio

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	1776
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	330
TOTAL	10	2111

Fuente: Elaboración Propia

En el área de pintura primeramente recepcionar la unidad, después de haber pasado el control de calidad y ser apta para su pintado se realiza una serie de operaciones como el lijado de diversos espesores, pintado de bases, refinados y finalmente el pintado en general esto puede tardar un buen tiempo incluyendo el secado como una operación además del nivel de daño de la unidad, en este caso medio con un tiempo aproximado de 2111 minutos.

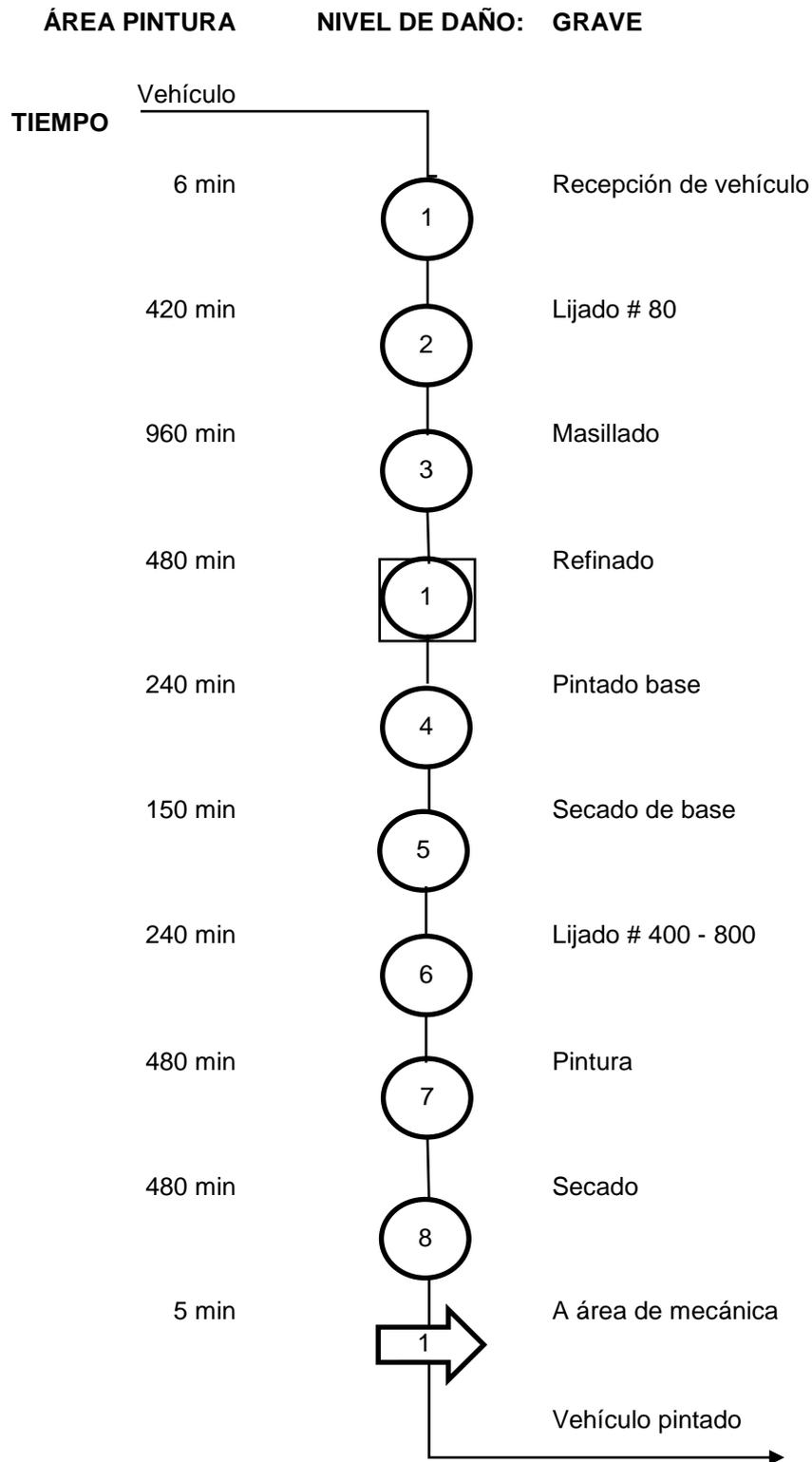


Figura n° 28: Diagrama de operaciones área de pintura - grave

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 16: Diagnóstico situacional del área de pintura - grave

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	2976
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	480
TOTAL	10	3461

Fuente: Elaboración Propia

En el área de pintura primeramente recepcionar la unidad, después de haber pasado el control de calidad y ser apta para su pintado se realiza una serie de operaciones como el lijado de diversos espesores, pintado de bases, refinados y finalmente el pintado en general esto puede tardar un buen tiempo incluyendo el secado como una operación además del nivel de daño de la unidad, en este caso grave con un tiempo aproximado de 3461 minutos.

4.2.3. Distribución del área.

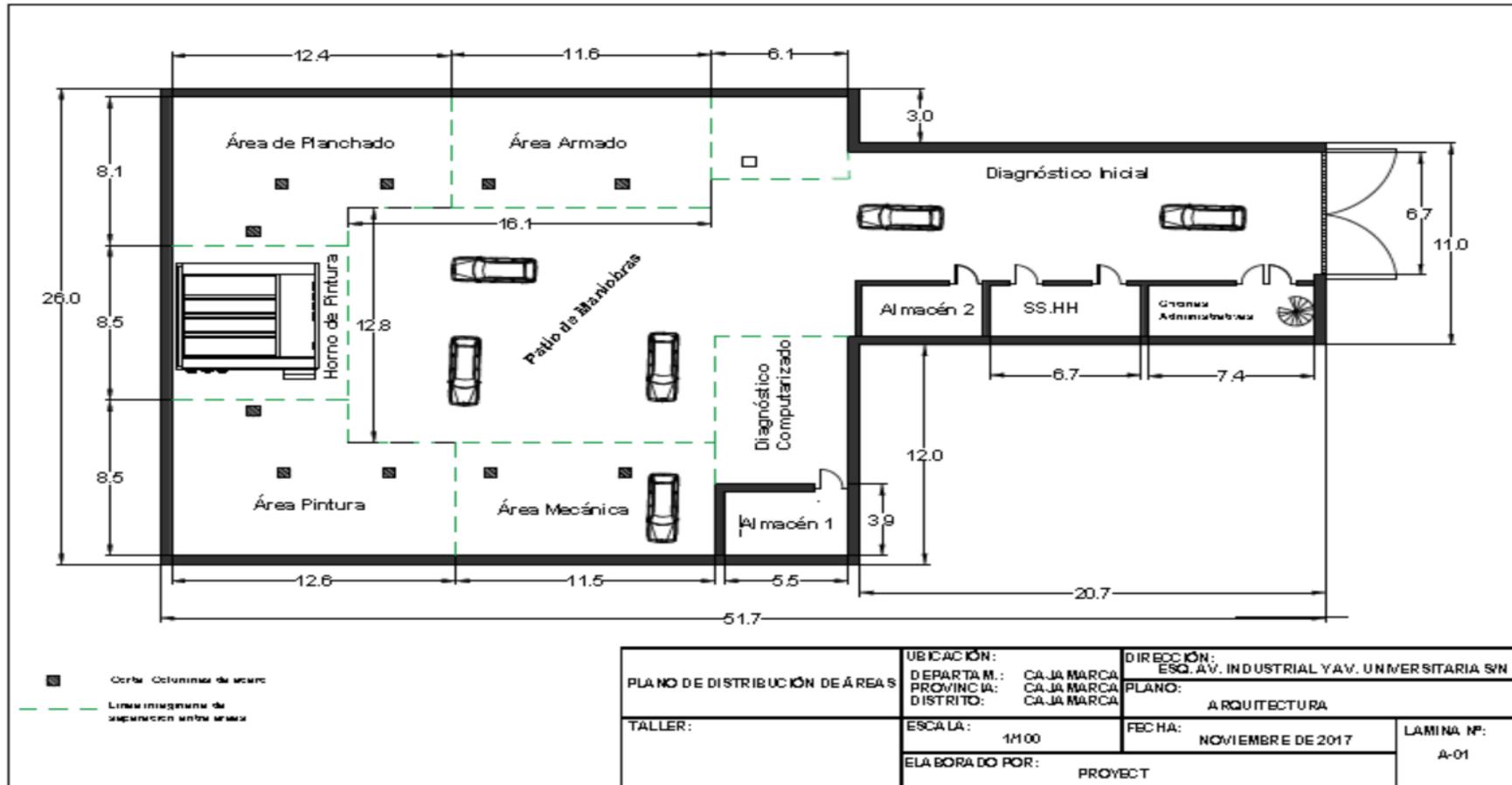


Figura n° 29: Plano de distribución de áreas de Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Diagnóstico Situacional del proceso actual.

Tabla n° 17: *Diagnóstico situacional de áreas de estudio*

<i>Problemas/Efectos</i>	Empeora la situación de los procesos y empresa	Disminuye o afecta la calidad del producto o servicio	Se genera mayores costos	Disminuye la competitividad de la empresa	Total
Ineficiencia de maquinarias	4	5	5	4	4.5
Insatisfacción del cliente	3	4	4	5	4
Decremento de la productividad	4	4	3	4	3.75
Desorden masivo en áreas productivas	2	2	1	2	1.4
Herramientas deterioradas	3	4	4	3	3.5
Descuido en el trabajo realizado	3	4	2	3	3
Cuellos de botela excesivos	4	5	5	5	4.75
Acumulación de chatarras	2	3	2	2	2.25

Fuente: *Elaboración Propia*

Problemas Críticos:

Ineficiencia de máquinas, insatisfacción del cliente, cuellos de botella excesivos.

Aplicando la matriz de Identificación de problemas, se detectaron diversas causas que ocasionan que los servicios brindados por la empresa sean ineficientes y de mala calidad. Entre los problemas se detectaron algunos que impactan de manera negativa más que otros, debido a ello se los clasificó como críticos, éstos implican que la empresa no crezca ya que su productividad laboral es deficiente, el tiempo de reparación de unidades es amplio y genera incomodidad e insatisfacción por parte de los clientes.

Tabla n° 18: Problemas y causas comunes en la reparación de vehículos.

Ranking	Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados	ID en gráfico	Posición real (Causas y datos ordenados)		Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
5	Ineficiencia de Máquinas	15	P1	1	Herramientas deterioradas	60	60	25%
8	Falta de Conocimiento del Operario	12	P2	2	Cuellos de botella excesivo	20	80	8%
9	Excesiva Confianza del operario	12	P3	3	Poca Inversión	20	100	8%
6	Falta de Mantenimiento de Máquina	15	P4	4	Acumulación de chatarras	18	118	8%
10	Falta de Adiestramiento	12	P5	5	Ineficiencia de Máquinas	15	133	6%
12	Insatisfacción del Cliente	10	P6	6	Falta de Mantenimiento de Máquina	15	148	6%
13	Decremento de la Productividad	10	P7	7	Descuido en el trabajo realizado	15	163	6%
14	Desorden masivo en áreas productivas	4	P8	8	Falta de Conocimiento del Operario	12	175	5%
1	Herramientas deterioradas	60	P9	9	Excesiva Confianza del operario	12	187	5%
7	Descuido en el trabajo realizado	15	P10	10	Falta de Adiestramiento	12	199	5%
2	Cuellos de botella excesivo	20	P11	11	Falta de supervisión a operarios	12	211	5%
4	Acumulación de chatarras	18	P12	12	Insatisfacción del Cliente	10	221	4%
11	Falta de supervisión a operarios	12	P13	13	Decremento de la Productividad	10	231	4%

Fuente: Elaboración Propia

Analizando los problemas que se originan en las áreas de estudio, observamos que el mayor efecto de éstos se viene dando por falta de supervisión de los operarios con un 97% , esto se debe a la confianza y falta de control por parte de gerencia y jefe de taller, otro punto muy importante es la acumulación de chatarras que existe en las áreas de la empresa, esto causa insatisfacción al cliente porque puede accidentarse al pasar a supervisar el trabajo que se realiza y al operario porque le retrasa en sus labores, además de que no tenga un buen ámbito laboral por el desorden que existe en cada una de sus áreas.

4.3. Resultados de indicadores del diagnóstico – Matriz de Operacionalización de Variables.

4.3.1. Ritmo de producción

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)

Jornada Laboral	8	horas/turno
Tiempo de Almuerzo	2	horas/turno
Número de Turnos	1	turno/día
Días Hábiles por mes	24	días/mes
Demanda Mensual	30	vehículos

Tabla n° 19: Ritmo de producción de unidades vehiculares

Tiempo	$(8\text{horas/turno}) - (2\text{horas/turno})$	6	horas/turno
	$(6\text{horas/turno}) * (60\text{min/hora})$	360	min/turno
	$(360\text{min/turno}) * (1\text{turno/día}) * (60\text{seg/min})$	21600	seg/día
Demanda Diaria	$(30 \text{vehículos/mes}) / (24 \text{días/mes})$	1.25	vehículos/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible /Demanda Diaria	17280	seg/vehículo

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Para satisfacer las necesidades de la demanda en la empresa, tenemos que cada 17280 segundos se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular, para luego ser entregada al cliente.

4.3.2. Producción

Se calcula la Producción según el tipo de unidad: Auto, Camionetas, Camiones

Tabla 20: Unidades procesadas

$$\text{Producción} = (\text{Tiempo Base}) / (\text{Ciclo})$$

Auto
13
Autos/mes

Camionetas
14
Camionetas/mes

Camiones
3
Camiones/mes

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos evidenciar que la mayor cantidad de unidades producidas por la empresa son las camionetas, y en segundo lugar por una unidad de diferencia que puede variar en cada mes de trabajo se tiene a los autos, en última instancia los camiones que la mayoría trabajan para empresas y tienen un control riguroso en sus operaciones, es por esto que se tiene una baja demanda de este tipo de unidades.

4.3.3. Tiempo ocioso

$$\delta = Kc - \sum t_i$$

a) Área de planchado

- Nivel de daño: Leve

Tabla n° 21: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	1378
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	240
TOTAL	8	1628

Donde:

K=	Número de estaciones	8	estaciones
c=	Tiempo de ciclo	360	min
ti=	Sumatoria de tiempos	1628	min

Tiempo Muerto:	1252	Minutos/unid
-----------------------	------	--------------

Fuente: Elaboración propia

○ **Nivel de daño: Medio**

Tabla n° 22: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	5378
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	2400
TOTAL	8	

Donde:

K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	2400	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	7788	minutos

Tiempo Muerto:	11412	Minutos/unid
-----------------------	-------	--------------

Fuente: Elaboración propia

○ **Nivel de daño Grave**

Tabla n° 23: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	18248
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	5760
TOTAL	8	24018

Donde:

K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	5760	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	24018	minutos

Tiempo Muerto:	22062	Minutos/unid
-----------------------	-------	--------------

Fuente. Elaboración propia

Interpretación:

Analizando los 3 niveles de daño en el área de planchado se da a conocer que el mayor tiempo ocioso es en el nivel de daño grave con 22062 minutos, debido a que existe una mayor cantidad de trabajo en las unidades que ingresan a dicha área.

b) Área de pintura

o Nivel de daño: Leve

Tabla n° 24: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	986
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	180
TOTAL	10	1171

Donde:

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	480	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	1171	minutos
Tiempo Muerto	3629	Minutos/unidad	

Fuente: Elaboración propia

○ **Nivel de daño: Medio**

Tabla n° 25: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	1776
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	330
TOTAL	10	2111

Donde:

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	480	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	2111	minutos

Tiempo Muerto	2689	Minutos/unidad
----------------------	------	----------------

Elaboración propia

○ **Nivel de daño Grave**

Tabla n° 26: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	2976
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	480
TOTAL	10	3461

Donde:

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	Tiempo de ciclo	960	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	3461	minutos

Tiempo Muerto	6139	Minutos/unidad
----------------------	------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Analizando los 3 niveles de daño en el área de pintura se da a conocer que el mayor tiempo ocioso es en el nivel de daño grave con 6139 minutos, debido a que existe una mayor cantidad de trabajo en las unidades que ingresan a dicha área.

4.3.4. Reprocesos por área

Tabla n° 27: Porcentaje de reprocesos por área de pintura

Área de Pintura			
Tipo de Unidad	Leve	Medio	Grave
Nivel de Daño			
Auto	13%	50%	76%
Camioneta	4%	14%	43%
Camión	3%	12%	35%

Fuente: Elaboración Propia

Se calcula por el impacto de daño ocasionado del accidente por área cuadrada, según paño de pintura utilizado.

Fórmula:
$$\frac{\text{(Número de Unidades * Número de Paño * Número de Horas)}}{\text{(Paños totales)}}$$

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de reprocesos en el área de pintura, el tipo de unidad donde se generan mas reprocesos es en los autos, debido a su gran variedad de modelos y la estructura de sus diseños que al tener partes tan lujosas y minuciosas dificultan en parte el pintado de cada auto que ingresa en esta área.

Tabla n° 28: Tiempo de reprocesos en el área de planchado por hora

Área de Planchado			
En horas			
Tipo de Unidad	Leve	Medio	Grave
Nivel de Daño			
Auto	40	112	224
Camioneta	56.00	152.00	280.00
Camión	96.00	360.00	822.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 29: Tiempo de reprocesos en el área de planchado por día

Costo hora hombre \$14

En días

Nivel de daño (días)		
Leve	Medio	Grave
5	14	28
7	19	35
12	45	102.75

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de reprocesos en el área de planchado se estima que el mayor tiempo promedio según el nivel de daño que toma un reproceso es en camiones, por su estructura son mas dificultosos de tener la unidad terminada.

4.3.5. Reprocesos por unidad vehicular

Tabla n° 30: Porcentaje de vehículos reprocesados

	Autos	Camionetas	Camiones
Total de vehículos reprocesados	4	3	1
Cantidad total de producción	13	14	3
Total	31%	21%	33%

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según las unidades que son reprocesadas, podemos evidenciar que el tipo de unidad de camiones tienen un mayor porcentaje de reprocesos, este alto porcentaje se debe a que en un mes sólo se tiene una cantidad de producción de 3 unidades.

4.3.6. Mapa de Flujo de Valor (VSM)

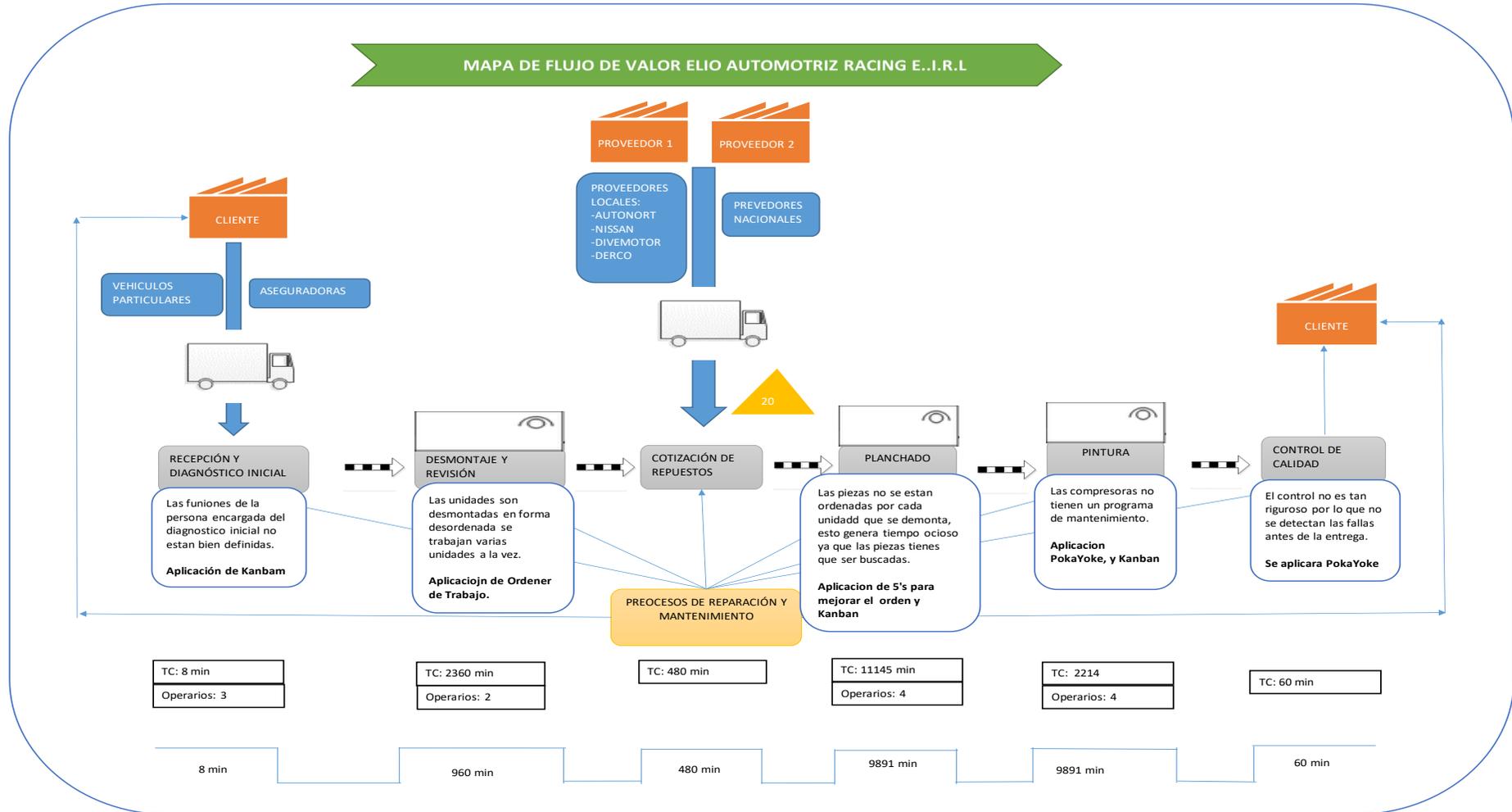


Figura n° 30: Mapa de flujo de valor (VSM) situación actual

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Presentamos un mapa de flujo de valor (VSM) actual del sistema de trabajo desde la llegada de la unidad vehicular, en el cual detallamos todos los procesos y actividades que realiza el personal de trabajo, para entregar la unidad terminada al cliente final.

Además podemos visualizar los problemas y el tiempo de ciclo en cada área de trabajo. Debido a éstos problemas se da a conocer la herramienta de manufactura esbelta que se aplicará para disminuir y eliminar la fuente de los desperdicios.

4.3.7. Kaizen

Con esta herramienta se buscará detectar problemas y errores en el personal de trabajo, así capacitar, comprometer y desempeñar el trabajo en equipo como un solo objetivo. Además de buscar la mejora continua de la empresa.



Figura n° 31: Problemas encontrados en la organización de la empresa

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra los principales problemas encontrados en las diferentes áreas de la empresa, los cuales se analizarán a fondo y se buscarán las causas raíz, para buscar la mejor solución se utilizará una de las herramientas de manufactura esbelta (Kaizen).

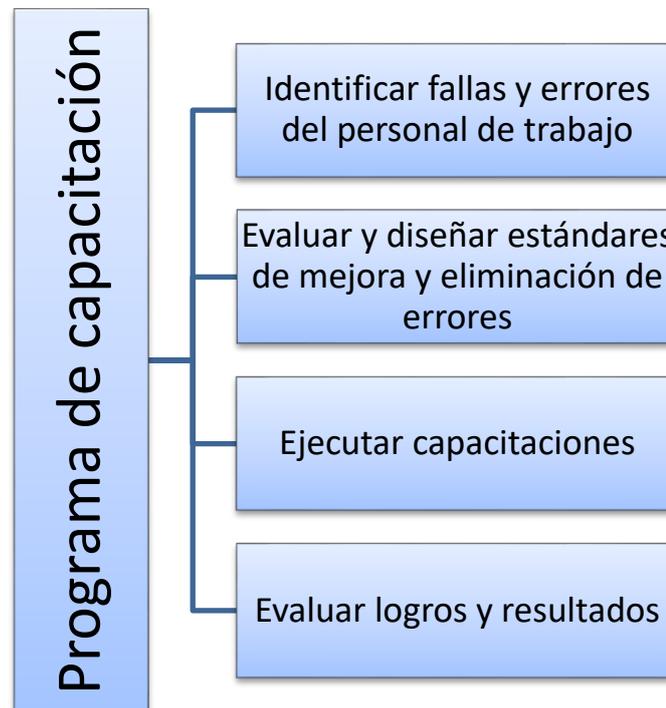


Figura n° 32: Pasos para una capacitación

Fuente: Elaboración propia}

4.3.8. Poka Yoke

Para evitar paradas innecesarias de maquinas y equipos, daños en la estructura y conexión del sistema aire que es uno de los principales problemas en el área de pintura, se recomiendan usar sensores de presión, que indiquen cuando las tuberías y mangueras que interconectan con el sistema compresor tengan fugas y se dañen generando las paradas que afectan en la operación normal de la empresa.

Además se recomienda el uso de válvulas selenoides para controlar el flujo de aire que conecta a las herramientas utilizadas en el área de pintura, para que éstas no se dañen y operen con normalidad.

Para el área de planchado recomendamos el uso de interruptores diferenciales, para evitar cortos circuitos, daños a las maquinas de soldadura, traccionamiento y herramientas eléctricas comunmente usadas, también se logrará proteger a los operarios de accidentes directos e indirectos provocados por el contacto con partes defectuosas de su equipo de trabajo. Éste tipo de Interruptores también nos ayudarán a prevenir incendios, ya que en esta área existen equipos altamente inflamables que pueden generar daños graves tanto para la empresa y el personal humano.



Figura n° 33: Dispositivos a implementar por área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.3.9. Kanban

Para evitar desperdicios como reprocesos, malas prácticas de manufactura, control deficiente y actividades que no generan valor para la empresa se aplicarán tableros de control visual y ordenes de trabajo que mejoren la productividad de los operarios.

Así mismo se asignará un tiempo específico para cada una de las actividades y un operario encargado de realizarlas, con un estándar de trabajo, buenas prácticas de manufactura y que dicho operario se concentre en la labor iniciada hasta terminarla, además de fijar un tiempo de entrega y que se cumpla bajo las reglas para cada unidad vehicular que se procesa.

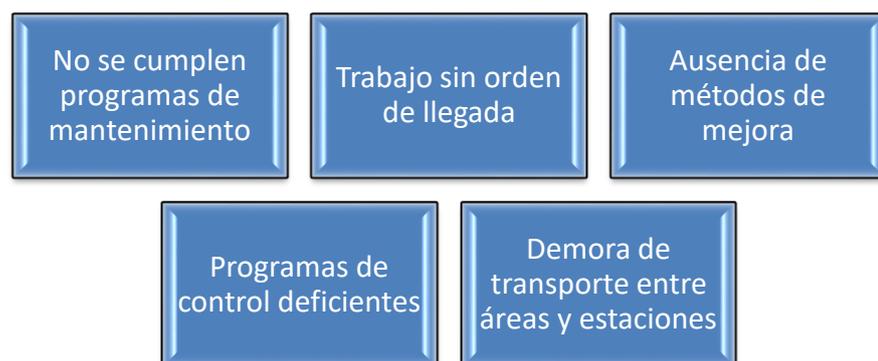


Figura n° 34: Problemas encontrados en la organización de la empresa

Fuente: Elaboración propia

4.3.10. 5's

Para la implementación de las 5s en la empresa se debe seguir los siguientes pasos:

CLASIFICACIÓN (SEIRI):

Seleccionamos todo lo que es innecesario en el taller ya sean, envases de aceite y grasas, cajas de repuestos, plásticos y papeles, productos que se usan menos de una vez al año, porque esto genera incomodidad y ocupa espacio innecesario que impide el trabajo para el operario y no genera ningún beneficio.

Clasificamos los objetos conforme a su frecuencia de utilización y definimos su almacenamiento para mejorar su ubicación y función.

Como evitar la acumulación de objetos.

Se pueden seguir los siguientes pasos:

- Controlar compras de Materia Prima
- Controlar Stock de Materia Prima
- Controlar Stock en Proceso
- Controlar Stock en Productos Acabados



Figura n° 35: Objetos y autopartes en desorden y sin clasificar

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

La presente imagen evidencia el desorden y mal apilamiento que puede existir entre las áreas de trabajo de la empresa, se pueden evidenciar algunas máquinas, envolturas, cajas, y envases plásticos que deberían desecharse.

ORGANIZACIÓN (SEITON)

Establecemos el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Se debe considerar:

- Seguridad
- Practicidad
- Flujo de personas y materiales.
- Implementación de Placas de Señalización
- Adicionar Color al Lugar de Trabajo
- Diseñar Líneas de Piso

TECNICAS PARA ORGANIZAR

- ✓ Guardar las herramientas utilizadas con más frecuencia junto al lugar de trabajo.
- ✓ Guardar herramientas con un hilo o un imán en la máquina en que se está trabajando.
- ✓ Establecer un cuadro de herramientas que contenga la identificación de la misma, organizar por colores.



Figura n° 36: Casilleros sin asignación de herramientas y autopartes.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

En ésta imagen se puede apreciar los casilleros que están fuera de uso y sin asignación específica para guardar equipos, herramientas y autopartes de cada vehículo y a la vez ser ubicadas fácilmente por el personal de trabajo y facilitar sus tareas laborales.



Figura n° 37: Herramientas desordenadas y sin ubicación fija

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

En la presente imagen se puede evidenciar que las herramientas no tienen una ubicación fija y son dejadas en desorden dificultando su ubicación para realizar trabajos específicos.

LIMPIEZA (SEISO):

Nos concentramos en la eliminación de las fuentes de suciedad y en realizar las acciones manteniendo un orden y que estén en buenas condiciones. En este caso nosotros vamos a dividir la limpieza en tres fases.

- a) Definir zonas y responsabilidades.
- b) Definir la limpieza e inspección.
- c) Implementar la limpieza, inspección y mantenimiento.



Figura n° 38: Áreas de trabajo en desorden y obstáculos en el transporte

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Figura n° 39: Patio de desplazamiento obstaculizado por unidades vehiculares

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

En las imágenes anteriores podemos evidenciar que las áreas de trabajo se encuentran con obstáculos que dificultan el paso como, cables eléctricos, máquinas mal ubicadas, herramientas y autopartes en desorden fuera de su lugar de trabajo, las cuales pueden ocasionar accidentes en los operarios, además los patios de desplazamiento se encuentran obstaculizados por vehículos que no están en su respectiva área tanto para ser reparados como para la entrega al cliente.

ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

Creamos estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día.

Estandarizar = mantener organizado / limpio / ordenado

- Regularizar las Actividades de las 5S para que las anomalías aparezcan.
- Evidenciar las anomalías y normalidades del proceso para que las personas puedan distinguirlas y obrar correctamente.
- Ejercitar la creación y mantenimiento de formatos y controles visuales.

MANTENER - DISCIPLINA (SHITS UKE)

En esta etapa trabajamos permanentemente de acuerdo con lo establecido, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua. Si en esta etapa no se aplica lo necesario, el sistema 5S

pierde su eficacia. Se busca el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

Disciplina = hacer las cosas bien naturalmente

Estrategias para el Mantenimiento de la Autodisciplina.

- Entrenamientos periódicos con el personal de trabajo.
- Cuadros dispersos por la fábrica y resultados del 5S antes y después de su implementación.
- Afiches con frases del 5S, promociones, concursos, eventos, boletines, etc.
- Cuadro de los 5S, Auditorias, Equipo de 5S (gerencia) y Check List.

4.3.11. Eficiencia de mano de obra

Tabla n° 31: Eficiencia de Mano de obra

Eficiencia	(Horas estándar Producidas/Horas Trabajadas)		
Horas por mes:	(60min/hora)*(24días/mes)		11520 min/mes
	Se convierte a horas		192 horas/mes
Inspecciones:	4	horas	
Refrigerio:	2	horas	
Suplementos de fatiga:	10%	horas/mes	
Horas Trabajadas:	192	horas/mes	
Horas estándar producidas:	166.8	horas	
Eficiencia	86.88%		

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de eficiencia de MO se tiene que del total de horas trabajadas sólo se aprovecha un 86.88 %, debido a que existen tiempos que no se aprovechan al máximo por inadecuada asignación de tareas y capacitación de personal.

4.3.12. Eficiencia de económica

$$E_e = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

$$E_e > 1$$

La E_e debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios.

Tabla n° 32: Ingresos mensuales

Mes	Ingresos al mes
ABRIL	\$ 285,994.00
MAYO	\$ 286,990.00
JUNIO	\$ 288,602.00
JULIO	\$ 307,814.00
AGOSTO	\$ 292,025.00
SEPTIEMBRE	\$ 365,673.00
OCTUBRE	\$ 283,761.00
NOVIEMBRE	\$ 305,226.00
DICIEMBRE	\$ 289,524.00
ENERO	\$ 302,069.00
FEBRERO	\$ 269,944.00
MARZO	\$ 321,988.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 299,967.50
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 12,498.65

Fuente: Elio automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 33: Capital invertido

Mes	capital invertido al mes
ABRIL	\$ 262,344.00
MAYO	\$ 263,229.00
JUNIO	\$ 254,593.00
JULIO	\$ 278,310.00
AGOSTO	\$ 264,124.00
SEPTIEMBRE	\$ 319,975.00
OCTUBRE	\$ 257,063.00
NOVIEMBRE	\$ 274,520.00
DICIEMBRE	\$ 264,593.00
ENERO	\$ 269,714.00
FEBRERO	\$ 244,271.00
MARZO	\$ 283,636.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 269,697.67
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 9,632.06

Fuente: Elio automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 34: Eficiencia económica actual

Estado actual		
datos		
Ventas	\$ 299,967.50	\$/mes
costos (inversiones)	\$ 269,697.67	\$/mes
Eficiencia Económica:	\$ 1.11	\$ ganados/\$ invertido

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La eficiencia económica actual de la empresa en relación a las ventas es de 0.11 dólares por cada dólar invertido.

4.3.13. Calidad de producto terminado

Se clasifica según el daño: Leve, Medio y Grave

Producto Defectuoso = (Número de Unidades Defectuosas) / (Unidades Procesadas)

Tabla n° 35: Porcentaje de unidades conformes

	Auto	Camioneta	Camión
Unidades Defectuosas	4	3	1
Unidades Procesadas	13	14	3
Total	31%	21%	33%
Unidades Conformes	69%	79%	67%

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de calidad de producto terminado, tenemos el tipo de unidad camionetas tiene el mayor porcentaje de conformidad y satisfacción de los clientes debido a que la mayoría de estas unidades son similares y se tiene la capacidad para poder mejorar aún más, también el personal ya tiene la experiencia y la facilidad para realizar un trabajo de calidad en la reparación de la unidad.

4.3.14. Productividad de mano de obra

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas-hombre empleadas}}$$

Tabla n° 36: Productividad de mano de obra actual

Estado actual		
Datos:		
Producción:	1.25	vehículos / día
Operarios	4	8 horas / día

Productividad de MO =	0.31	vehículos / hora - hombre
-----------------------	------	---------------------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad actual de la empresa en relación al promedio de la demanda es de 1.25 vehículos por día entre los 4 operarios que laboran diariamente, por ende se obtuvo una productividad, donde cada operario tiene un avance de 0.31 vehículos / hora - hombre.

4.3.15. Productividad de energía utilizada

Medida múltiple de productividad

$$\frac{\text{Producto (total bienes y servicios)}}{\text{Personal + material + capital + otros}}$$

Ejemplo

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Energía empleada en planta}}$$

Tabla n° 37: Consumo de energía

Mes	Consumo mensual de energía 2017-2018 (Kw)
ABRIL	622
MAYO	630
JUNIO	594
JULIO	649
AGOSTO	592
SEPTIEMBRE	593
OCTUBRE	614
NOVIEMBRE	603
DICIEMBRE	644
ENERO	618
FEBRERO	614
MARZO	635
Promedio mensual	617.33
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	25.72

Fuente: Elío automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 38: Productividad de energía utilizada

Estado actual		
datos		
Unidades reparada	30	Unidades / mes
Energía empleada (24 días)	617.33	Kwh / mes

Productividad de energía utilizada:	0.049	Unidades / kwh
-------------------------------------	-------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad de energía utilizada actual de la empresa en relación a las unidades es de 0.049 vehículos / kwh, resultado obtenido del ritmo de consumo de energía en base a las unidades reparadas en la empresa.

4.3.16. Productividad de capital empleado

$$\text{Productividad capital} = \frac{\text{producción}}{\text{Insumos de capital}}$$

Tabla n° 39: Capital invertido

Mes	Capital invertido al mes
ABRIL	\$ 262,344.00
MAYO	\$ 263,229.00
JUNIO	\$ 254,593.00
JULIO	\$ 278,310.00
AGOSTO	\$ 264,124.00
SEPTIEMBRE	\$ 319,975.00
OCTUBRE	\$ 257,063.00
NOVIEMBRE	\$ 274,520.00
DICIEMBRE	\$ 264,593.00
ENERO	\$ 269,714.00
FEBRERO	\$ 244,271.00
MARZO	\$ 283,636.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 269,697.67
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 11,237.40

Fuente: Elío automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 40: Capital invertido

Estado actual		
datos		
Unidades reparadas	360	unidades/año
Capital empleado	269697.67	\$/año

Productividad de energía utilizada:	0.0013	unidades/\$
-------------------------------------	--------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad del capital utilizado actual de la empresa en relación a las unidades es de 0.0013 vehículos por cada dólar invertido en un periodo de un año, resultado obtenido del ritmo de producción actual de la empresa.

4.4. Diseño de la propuesta:



Figura n° 40: Pasos para implementar la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n° 41: Cuadro de problemas encontrados y solución propuesta

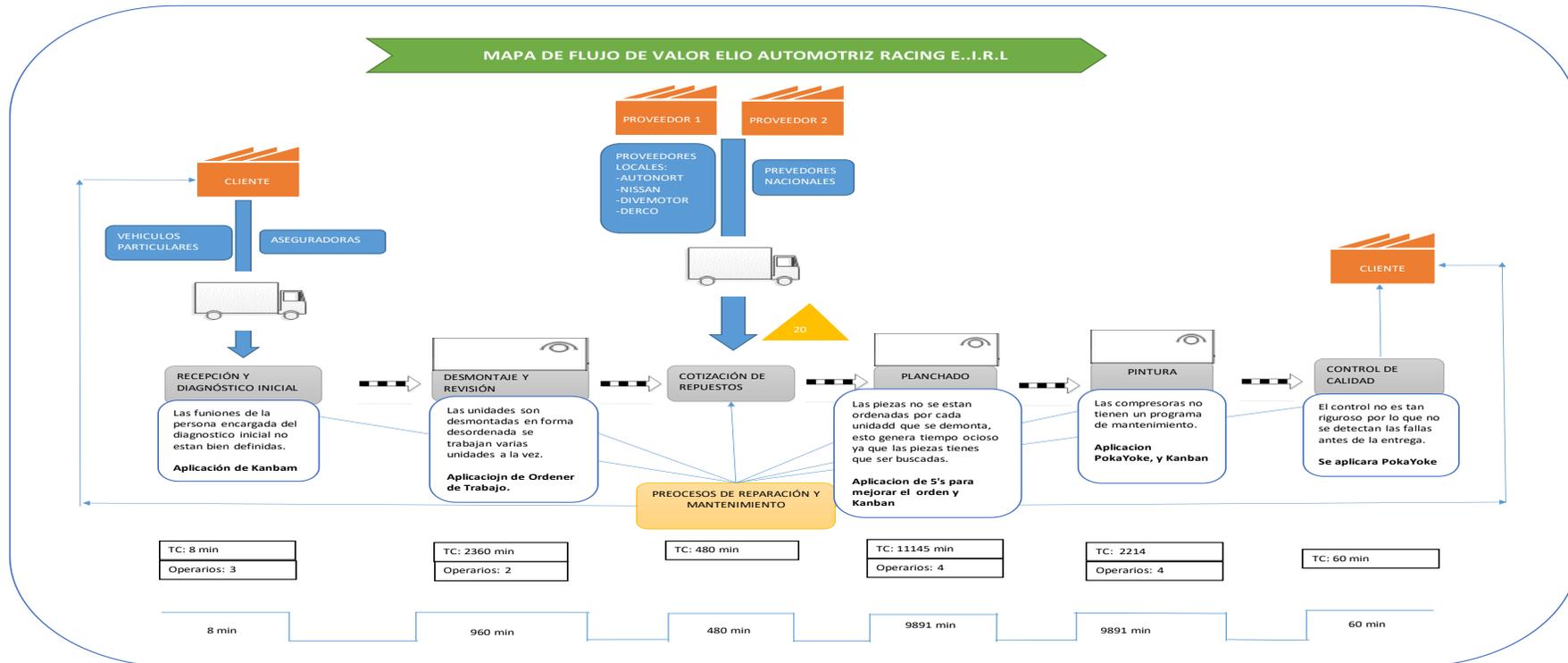
PROBLEMA	SOLUCIÓN
Trabajo en equipo deficiente	Kaizen
Mala comunicación del personal	Kaizen
Máquinas mal ubicadas	5's
Tecnología limitada	Poka Yoke
Paradas innecesarias	Poka Yoke
No se cumplen programas de mantenimiento	Kanban
Desorden y limpieza no periódica	5's
Personal desmotivado y no comprometido	Kaizen
Personal no capacitado	Kaizen
Supervisión discontinua	Kaizen
Trabajo sin orden de llegada	Kanban
Ausencia de métodos de mejora	Kanban
Programas de control deficientes	Kanban
Demora en recepción de repuestos	Kaizen
Almacenamiento inadecuado de autopartes	5's
Demora de transporte entre áreas y estaciones	Kanban
Falta de espacio de trabajo	Plano de redistribución de áreas
Distribución inadecuada entre áreas	Plano de redistribución de áreas

Fuente: elaboración propia

En la tabla anterior podemos evidenciar los problemas encontrados en las diferentes áreas de la empresa, después de un previo análisis, observación y evaluación, éstos datos fueron obtenidos utilizando diagramas de causa efecto (Ishikawa) y se priorizó mediante un diagrama de Pareto.

Para ello presentamos cada uno de los problemas y la solución más favorable utilizando las herramientas de manufactura esbelta.

MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM)



Interpretación:

Presentamos un mapa de flujo de valor (VSM) actual del sistema de trabajo desde la llegada de la unidad vehicular, en el cual detallamos todos los procesos y actividades que realiza el personal de trabajo, para entregar la unidad terminada al cliente final. Además podemos visualizar lo problemas y el tiempo de ciclo en cada área de trabajo. Debido a éstos problemas se da a conocer la herramienta de manufactura esbelta que se aplicará para disminuir y eliminar la fuente de los desperdicios.

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA ORGANIZACIÓN.

La experiencia de implementación de la filosofía Kaizen en la organización nos permite concluir que las principales restricciones para su introducción son de carácter cultural, tanto en el caso de las convicciones personales de los trabajadores, como en la estructura organizacional de la empresa. Una compañía que quiera desarrollar una metodología Kaizen deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Alto compromiso de la dirección de la empresa (Creación de escenarios de participación)
- Alta receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes
- Alta disposición de implementar cambios
- Actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso
- Alta valoración del recurso humano
- Disposición de elaboración de estándares (garantía para no depreciar las mejoras)

La metodología KAIZEN se aplicará en la organización para generar que los procesos y actividades mejoren, se lleva a cabo cuando:

- Se pretende redistribuir las áreas de la empresa.
- Se requiere optimizar el tiempo de alistamiento de un equipo o un proceso.
- Se requiere mejorar un atributo de calidad.
- Se pretende optimizar el ciclo total de pedido.
- Se requieren disminuir los desperdicios.
- Se requieren disminuir los gastos operacionales.
- Se requiere mejorar el orden y la limpieza.

En la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. se implementará esta metodología utilizando los siguientes pasos:

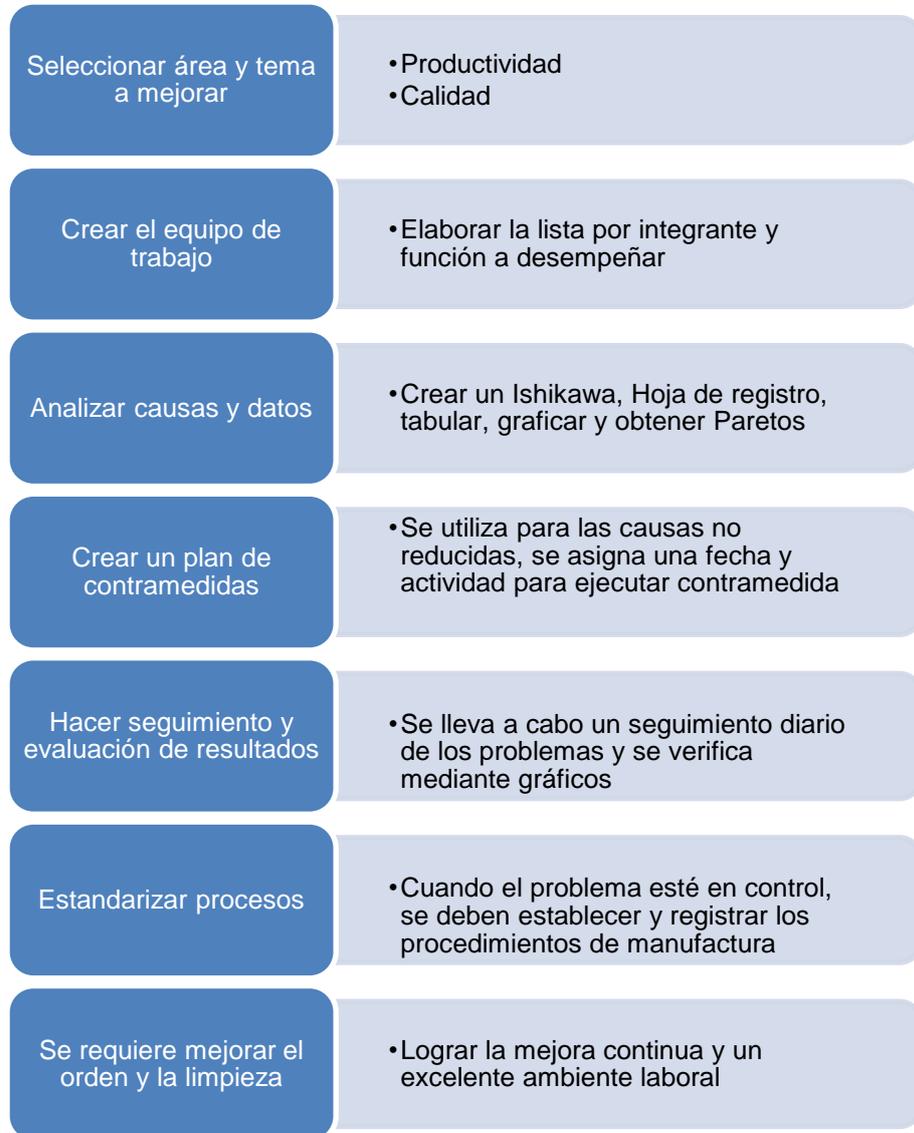


Figura n° 41: Pasos para implementar Kaizen

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KANBAN EN LA ORGANIZACIÓN.

En la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. se implementará esta metodología utilizando los siguientes pasos:

Diseñar flujo de trabajo	Establecer límites de trabajo	Gestión de flujo	Establecer reglas
<ul style="list-style-type: none"> Plantear procedimientos y dibujarlos en un tablero o usar un software 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar el límite del equipo para realizar cada tarea, revisar fechas de entrega y tiempo empleado por cada una de ellas 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar constantemente el flujo de trabajo y su funcionamiento, si hay fallas solucionarlas 	<ul style="list-style-type: none"> Las reglas de trabajo son claras y se acuerdan con el equipo de trabajo y la organización, las cuales son el tiempo desea de entrega, límite de trabajo, priorización de actividades

Figura n° 42: Pasos para implementar Kanban

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA POKE – YOKE

Los Poka-Yoke pueden utilizarse en diversos contextos, desde las operaciones, pasando por los procesos productivos o administrativos, servicios, inclusive en la experiencia del usuario o la usabilidad de un producto. Dependiendo del contexto se pueden percibir las ventajas de su implementación, algunas de las cuales son:

- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores (aplica para los operarios o para los usuarios).
- Contribuye a mejorar la calidad en cada operación del proceso.
- Proporciona una retroalimentación acerca de los errores del proceso.
- Evita accidentes causados por fallas humanas.
- Evita que acciones o medidas críticas dependan del criterio o la memoria de las personas.
- Son mecanismos o dispositivos de fácil implementación, razón por la cual los operarios del proceso pueden contribuir significativamente en ella.
- Mejora la experiencia de uso en los clientes: productos más sencillos de instalar, ensamblar y usar.
- Evita errores en el cliente que puedan afectar la calidad de los productos o la integridad de las personas.

En la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L. se implementará esta metodología utilizando los siguientes pasos:

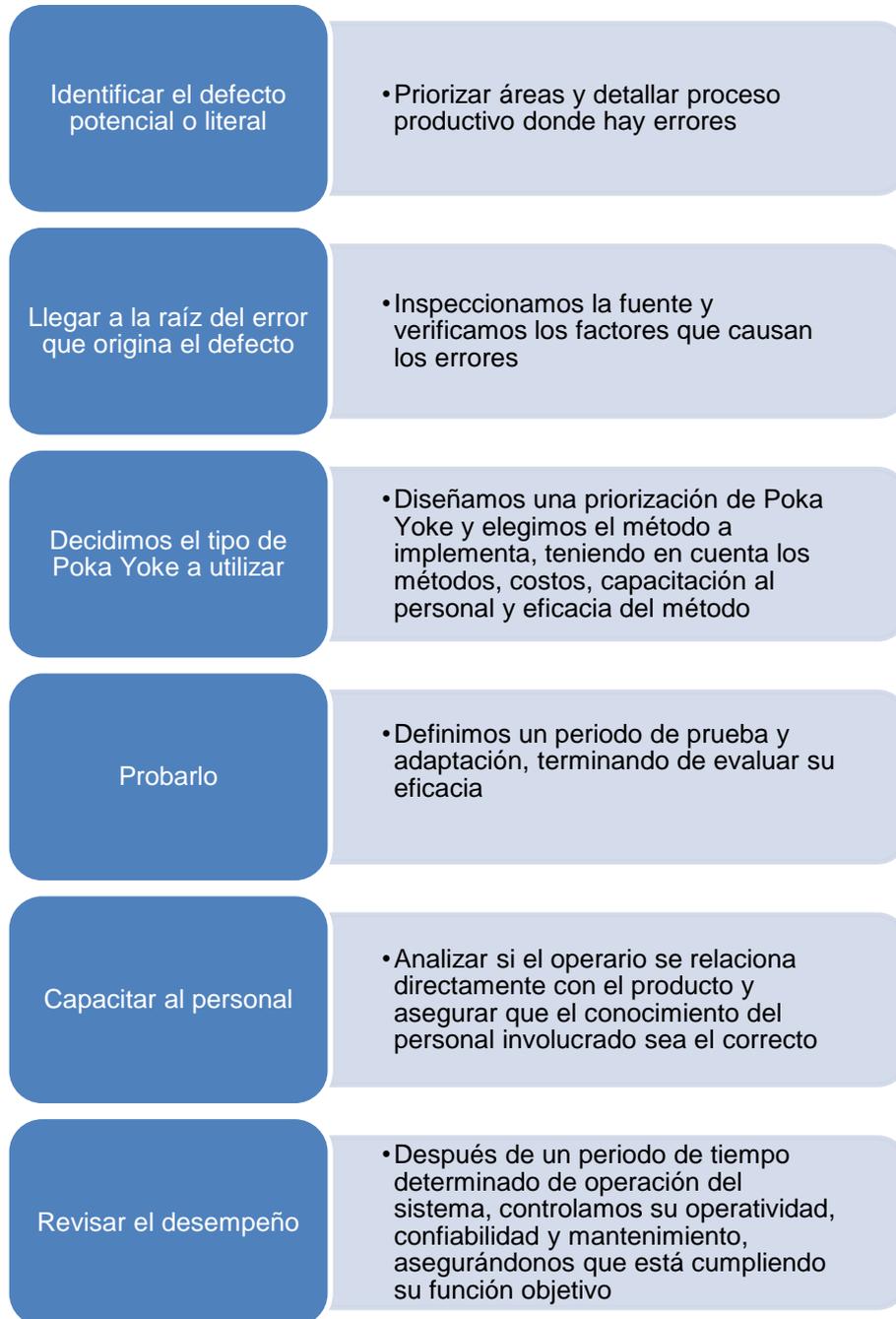


Figura n° 43: Pasos para implementar Poka Yoke

Fuente: Elaboración propia

4.5. Desarrollo de Diseño de la propuesta

4.5.1. Ritmo de producción

Tabla n° 42: Ritmo de producción de la empresa

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)

Jornada Laboral	8	horas/turno
Tiempo de Almuerzo	2	horas/turno
Número de Turnos	1	turno/día
Días Hábiles por mes	24	días/mes
Demanda Mensual	30	vehículos

Tiempo Disponible	$(8\text{horas/turno}) - (2\text{horas/turno})$	6	horas/turno
	$(6\text{horas/turno}) * (60\text{min/hora})$	360	min/turno
	$(360\text{min/turno}) * (1\text{turno/día}) * (60\text{seg/min})$	21600	seg/día

Demanda Diaria	$(30\text{unid vehic /mes}) / (24\text{ días/mes})$	1.25	vehículos/día
-----------------------	---	------	---------------

TAKT TIME	Tiempo Disponible /Demanda Diaria	17280	seg/vehículo
------------------	-----------------------------------	-------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Para satisfacer las necesidades de la demanda en la empresa, tenemos que cada 17280 segundos se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular, para luego ser entregada al cliente.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 43: Ritmo de producción aplicando mejora

APLICANDO EL PLAN DE MEJORA			
Jornada Laboral	8	horas/turno	
Tiempo de Almuerzo	2	horas/turno	
Número de Turnos	1	turno/día	
Días Hábiles por mes	28	días/mes	
Demanda Mensual	50	unidades vehiculares	
Tiempo Disponible	$(8\text{horas/turno}) - (2\text{horas/turno})$		6 horas / turno
	$(6\text{horas/turno}) * (60\text{min/hora})$		360 min / turno
	$(360\text{min/turno}) * (1\text{turno/día}) * (60\text{seg/min})$		21600 seg / día
Demanda Diaria	$(50\text{unid vehic /mes}) / (28 \text{ días/mes})$		1.785714286 vehículos /día
TAKT TIME	Tiempo Disponible /Demanda Diaria		12096 seg / vehículo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Para satisfacer las necesidades de la demanda en la empresa, tenemos que cada 12096 segundos se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular, para luego ser entregada al cliente.

Si disminuimos el ritmo de tiempo de producción, se podrá atender más rápido las urgencias de los clientes, además se logrará reparar el vehículo en menos tiempo, lo cual genere mayor satisfacción del cliente.

4.5.2. Producción

Se calcula la producción según el tipo de unidad: Auto, camionetas y camiones

Tabla n° 44: Producción mensual de unidades vehiculares

Producción: (Tiempo Base) / (Ciclo)		
Auto	Camionetas	Camiones
13	14	3
Autos/mes	Camionetas/mes	Camiones/mes

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos evidenciar que la mayor cantidad de unidades producidas por la empresa son las camionetas, y en segundo lugar por una unidad de diferencia que puede variar en cada mes de trabajo se tiene a los autos y en última instancia los camiones que la mayoría trabajan para empresas y tienen un control riguroso en sus operaciones, es por esto que se tiene una baja demanda de este tipo de unidades.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 45: Producción mensual de unidades vehiculares aplicando mejora

APLICANDO EL PLAN DE MEJORA		
Producción: (Tiempo Base) / (Ciclo)		
Auto	Camionetas	Camiones
20	24	6
Autos/mes	Camionetas/mes	Camiones/mes

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Con el aumento de la producción de atención de unidades vehiculares averiadas, incrementaríamos el trabajo a los operarios, ocasionando que se incrementen los ingresos de la empresa, reduzcan los plazos de entrega, por ende la rentabilidad y competitividad de la empresa aumente considerablemente.

4.5.3. Tiempo Ocioso

$$\delta = Kc - \sum t_i$$

a) **Área de planchado**

- o **Nivel de daño: Leve**

Tabla n° 46: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)	
Operación	6	1378	
Inspección	0	0	
Transporte	1	10	
Demora	0	0	
Almacenaje	0	0	
Operación - inspección	1	240	
TOTAL	8	1628	
Donde:			
K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	360	min
ti=	Sumatoria de Tiempos	1628	min
Tiempo Muerto	1252	Minutos/unid	

Fuente: Elaboración propia

- o **Nivel de daño: Medio**

Tabla n° 47: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)	
Operación	6	5378	
Inspección	0	0	
Transporte	1	10	
Demora	0	0	
Almacenaje	0	0	
Operación - inspección	1	2400	
TOTAL	8		
Donde:			
K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	2400	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	7788	minutos
	11412	Minutos/unid	

Fuente: Elaboración propia

o **Nivel de daño Grave**

Tabla n° 48: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	18248
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	5760
TOTAL	8	24018
Donde:		
K=	Número de Estaciones	8 estaciones
c=	tiempo de ciclo	5760 minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	24018 minutos
	22062	Minutos/unid

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Analizando los 3 niveles de daño en el área de planchado se da a conocer que el mayor tiempo ocioso es en el nivel de daño grave con 22062 minutos, debido a que existe una mayor cantidad de trabajo en las unidades que ingresan a dicha área.

b) **Área de pintura**

o **Nivel de daño: Leve**

Tabla n° 49: Tiempo ocioso nivel de daño leve, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	986
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	180
TOTAL	10	1171
K=	Número de Estaciones	10 estaciones
c=	tiempo de ciclo	480 minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	1171 minutos
	3629	Minutos/unid

Fuente: Elaboración propia

○ **Nivel de daño: Medio**

Tabla n° 50: Tiempo ocioso nivel de daño medio, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	1776
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	330
TOTAL	10	2111

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	480	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	2111	minutos
	2689	Minutos/unid	

Fuente: Elaboración propia

○ **Nivel de daño Grave**

Tabla n° 51: Tiempo ocioso nivel de daño grave, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	2976
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	480
TOTAL	10	3461

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	960	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	3461	minutos
	6139	Minutos/unid	

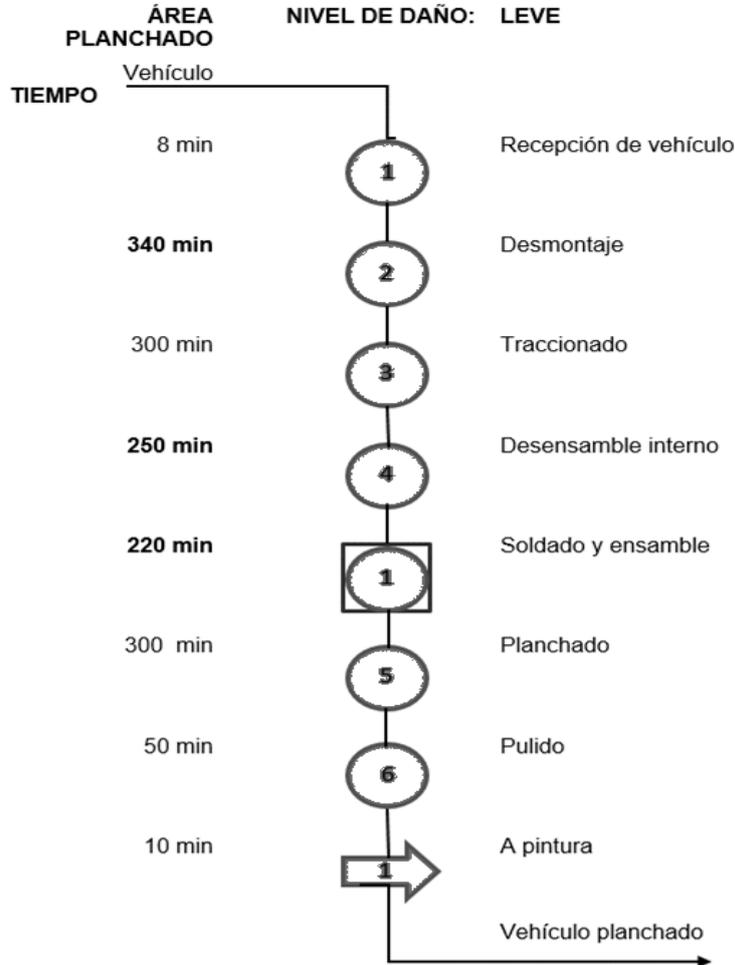
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Analizando los 3 niveles de daño en el área de pintura se da a conocer que el mayor tiempo ocioso es en el nivel de daño grave con 6139 minutos, debido a que existe una mayor cantidad de trabajo en las unidades que ingresan a dicha área.

PLAN DE MEJORA:

a) Área de planchado:



Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	1248
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	220
TOTAL	8	1478

K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	300	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	1478	minutos

Tiempo Muerto	922	Minutos/unidad
----------------------	-----	----------------

Figura n° 44: Diagrama de operaciones y tiempo ocioso daño leve, área planchado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de traccionado, hemos considerado que se capacitara al personal para mejorar su eficiencia al momento de laborar, además se les incrementará el sueldo y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

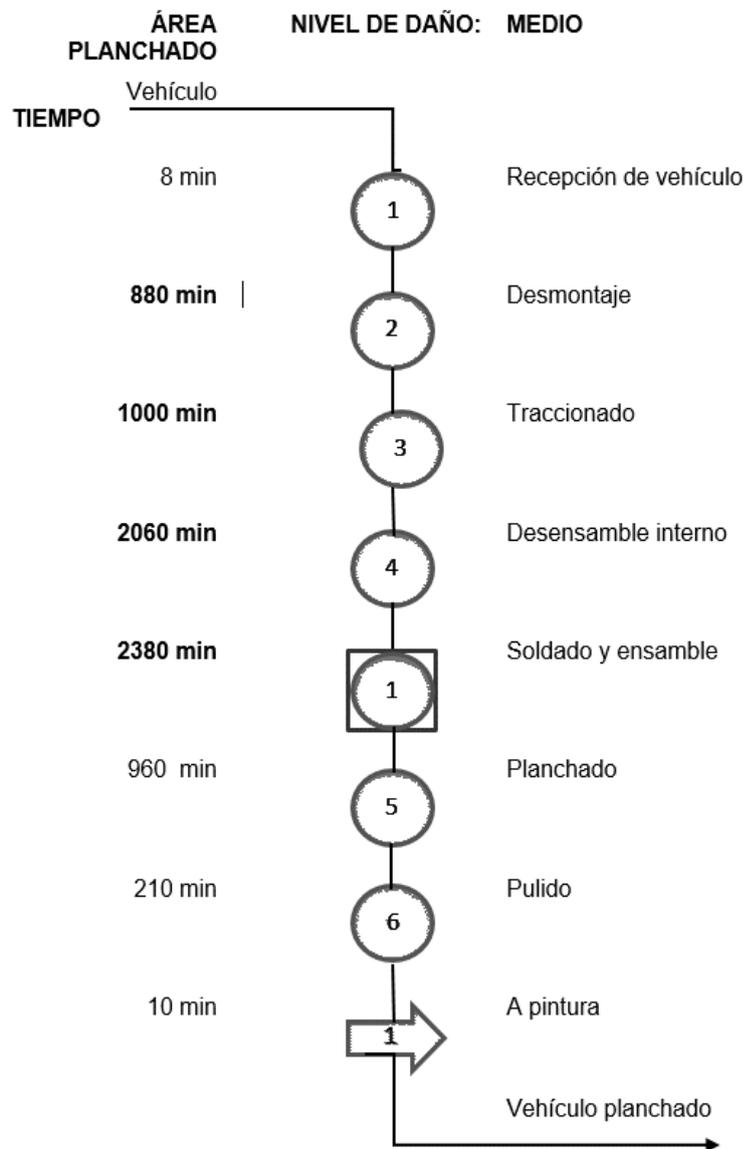


Figura n° 45: Diagrama de operaciones daño medio, área planchado

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 52: Tiempo ocioso daño medio implementando mejora, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	5118
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	2380
TOTAL	8	7508

K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	2380	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	7508	minutos

Tiempo Muerto	11532	Minutos/unidad
----------------------	-------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de soldado y ensamble, hemos considerado que se incrementará el número de operarios a realizar esta actividad, se capacitara al personal para mejorar su eficiencia al momento de laborar, además se les incrementará el sueldo y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

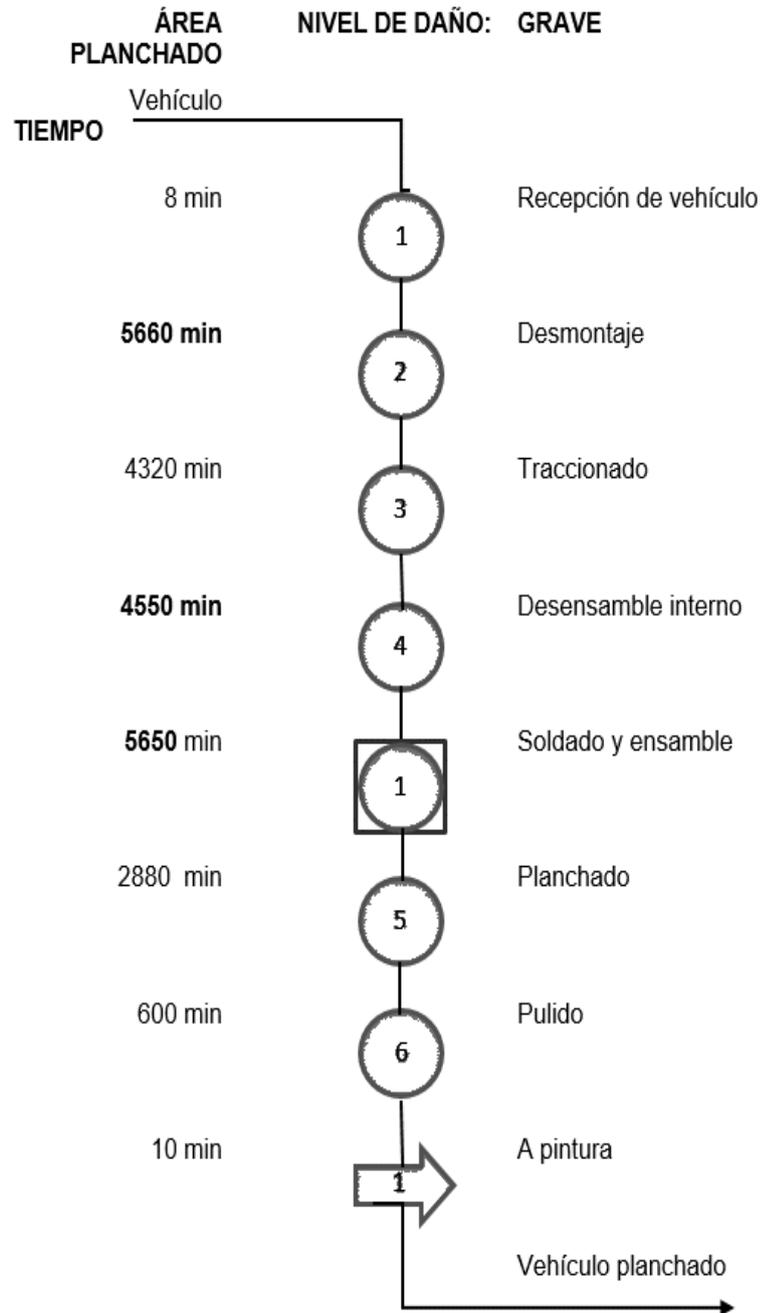


Figura n° 46: Diagrama de operaciones daño grave, área planchado

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 53: Tiempo ocioso daño grave implementando mejora, área planchado

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	6	18018
Inspección	0	0
Transporte	1	10
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	5650
TOTAL	8	23678

K=	Número de Estaciones	8	estaciones
c=	tiempo de ciclo	5660	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	23678	minutos

Tiempo Muerto	21602	Minutos/unidad
----------------------	-------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de desmontaje, hemos considerado que se incrementará el número de operarios a realizar esta actividad, se capacitará al personal para mejorar su eficiencia al momento de laborar, y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

b) Área de pintura:

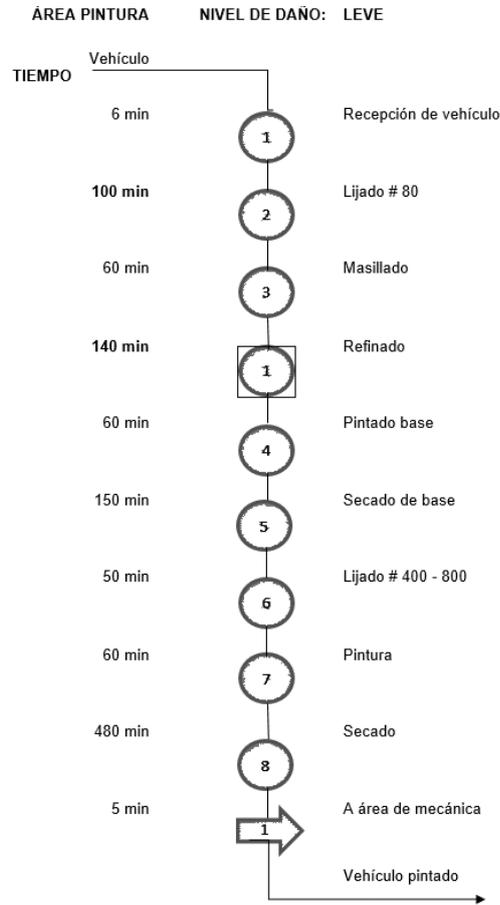


Figura n° 47: Diagrama de operaciones daño leve, área pintura

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 54: Tiempo ocioso daño leve implementando mejora, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	966
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	140
TOTAL	10	1111

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	480	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	1111	minutos

Tiempo Muerto	3689	Minutos/unidad
----------------------	------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de secado, hemos considerado aumentar las horas que trabajan las máquinas para agilizar el proceso, además se incrementara el número de operarios y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

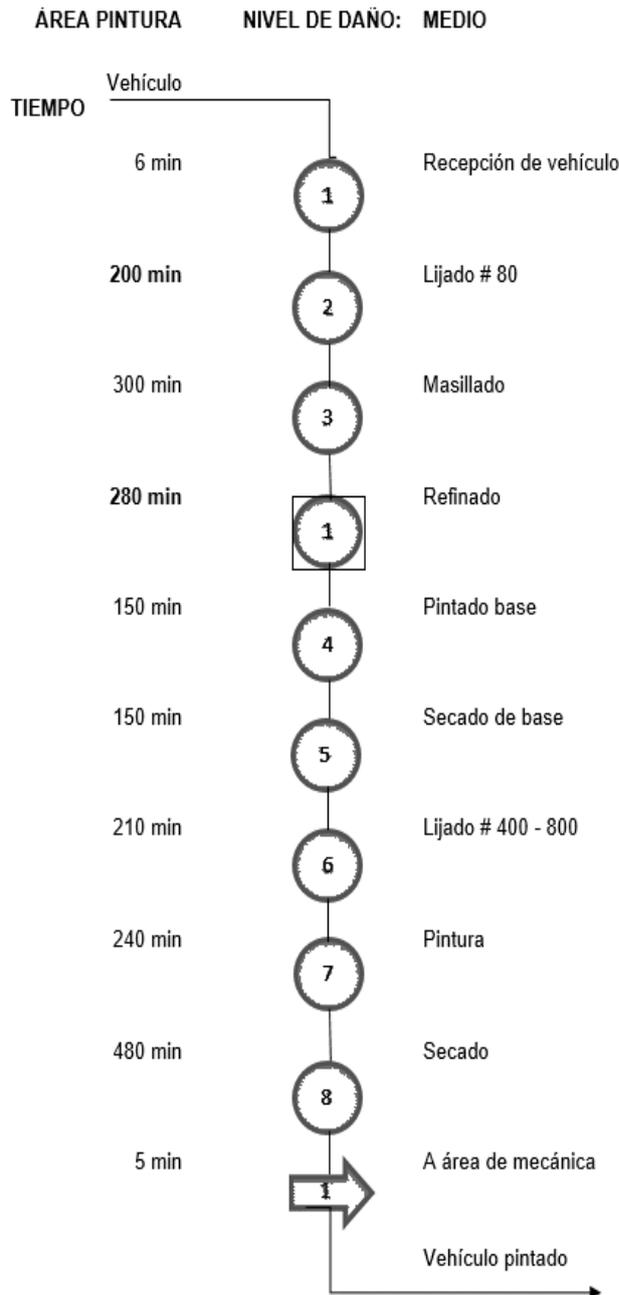


Figura n° 48: Diagrama de operaciones daño medio, área pintura

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 55: Tiempo ocioso daño medio implementando mejora, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	1736
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	280
TOTAL	10	2021

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	480	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	2021	minutos

Tiempo Muerto	2779	Minutos/unidad
----------------------	------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de secado, hemos considerado aumentar las horas que trabajan las máquinas para agilizar el proceso, además se incrementara el número de operarios y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

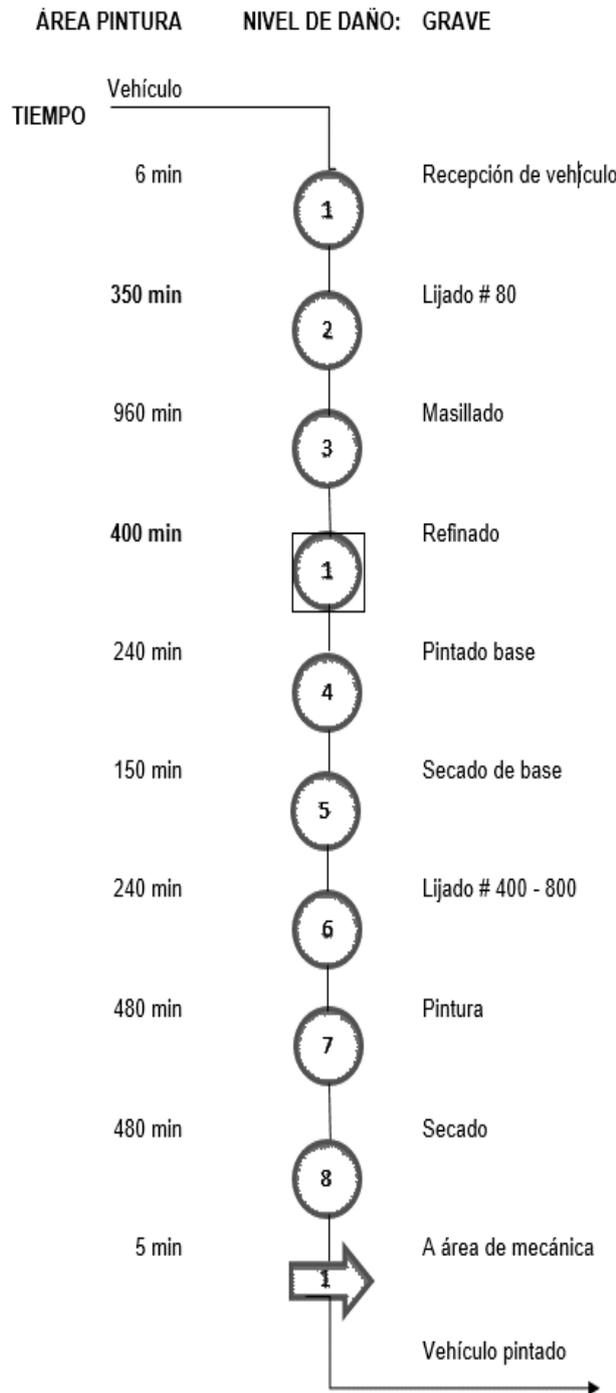


Figura n° 49: Diagrama de operaciones daño grave, área pintura

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 56: Tiempo ocioso daño grave implementando mejora, área pintura

Actividades	Cantidad	Tiempo(min)
Operación	8	2906
Inspección	0	0
Transporte	1	5
Demora	0	0
Almacenaje	0	0
Operación - inspección	1	400
TOTAL	10	3311

K=	Número de Estaciones	10	estaciones
c=	tiempo de ciclo	960	minutos
ti=	Sumatoria de Tiempos	3311	minutos

Tiempo Muerto	6289	Minutos/unidad
----------------------	------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se logra disminuir considerablemente el tiempo muerto, debido a que el cuello de botella se redujo, ya que en la operación de masillado, hemos considerado aumentar las horas que trabajan las máquinas para agilizar el proceso, además se incrementara el número de operarios y se supervisará constantemente las actividades realizadas por los operarios, para disminuir el tiempo muerto y aumentar la productividad competitividad y productividad de la empresa.

4.5.4. Reprocesos por área

Tabla n° 57: Tiempo de reprocesos en el área de planchado

Área de Planchado				
En horas				
Tipo de Unidad	Nivel de Daño	Leve	Medio	Grave
Auto		40	112	224
Camioneta		56.00	152.00	280.00
Camión		96.00	360.00	822.00

En días			
nivel de daño (días)			
Leve	Medio	Grave	
5	14	28	
7	19	35	
12	45	102.75	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de reprocesos en el área de planchado se estima que el mayor tiempo promedio según el nivel de daño que toma un reproceso es en camiones, por su estructura son más dificultosos de tener la unidad terminada.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 58: Tiempo de reprocesos aplicando mejora en área de planchado

Área de Planchado				
En horas				
Tipo de Unidad	Nivel de Daño	Leve	Medio	Grave
Auto		35	105	215
Camioneta		50.00	145.00	270.00
Camión		90.00	350.00	810.00

Reparación en Días.			
nivel de daño (días)			
Leve	Medio	Grave	
4	13	27	
6	18	34	
11	44	101	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Asumiendo que la gravedad de la unidad vehicular en cada rango de daño disminuye, se notará que el número de días de reparación en el área de planchado disminuirán, ocasionando que el tiempo de entrega de las unidades averiadas sea menor y por ende el cliente pueda tener su unidad vehicular en menos tiempo.

Tabla n° 59: Porcentaje de reprocesos en el área de pintura

Área de Pintura			
Tipo de Unidad	Leve	Medio	Grave
Nivel de Daño			
Auto	13%	50%	76%
Camioneta	4%	14%	43%
Camión	3%	12%	35%

Se calcula por el impacto de daño ocasionado del accidente por área cuadrada, según paño de pintura utilizado

Fórmula: $(\text{Número de Unidades} * \text{Número de Paño} * \text{Número de Horas}) / (\text{Paños totales})$

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de reprocesos en el área de pintura, el tipo de unidad donde se generan más reprocesos es en los autos, debido a su gran variedad de modelos y la estructura de sus diseños que al tener partes tan lujosas y minuciosas dificultan en parte el pintado de cada auto que ingresa en esta área.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 60: Porcentaje de reprocesos aplicando mejora en el área de planchado

Área de Pintura			
Tipo de Unidad	Leve	Medio	Grave
Nivel de Daño			
Auto	5.77%	23.08%	68.75%
Camioneta	1.50%	6.00%	22.00%
Camión	1.25%	5.00%	18.33%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación:

Como se observa, la finalidad del plan de mejora es disminuir los reprocesos que se generan en el área de plan de pintura, por eso asumimos que el número de unidades se mantendrán constantes pero el número de paño, el número de horas y los paños

totales disminuirán considerablemente, detallando que para reducir estos márgenes se capacitará al personal, se supervisará constantemente al operario y se tendrá control de los paños utilizados cada vez que se realiza la operación de planchado, con ello lograremos mejor la eficiencia y competitividad de la organización, disminuyendo los costos que implican los reprocesos.

4.5.5. Reprocesos por unidad

Tabla n° 61: Porcentaje de vehículos reprocesados

Total Vehículos Reprocesados / Cantidad Total de Producción

	Autos	Camionetas	Camiones
Total Vehíc.Reprc	4	3	1
Cant.Tot.Prod	13	14	3
Total	31%	21%	33%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según las unidades que son reprocesadas, podemos evidenciar que el tipo de unidad de camiones tienen un mayor porcentaje de reprocesos, este alto porcentaje se debe a que en un mes sólo se tiene una cantidad de producción de 3 unidades.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 62: Porcentaje de vehículos reprocesados aplicando mejora

APLICANDO EL PLAN DE MEJORA			
Porcentaje de Reprocesos por Unidad			
	Autos	Camionetas	Camiones
Total Vehíc.Reprc	2	2	1
Cant.Tot.Prod	13	14	4
Total	15%	14%	25%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Asumiendo que el total de vehículos reprocesados disminuyen y la cantidad total de producción (demanda) se mantiene constante excepto el de camiones, se logra disminuir en gran manera el porcentaje de reprocesos por unidad, consiguiendo que los trabajos realizados en la empresa se agilicen y el tiempo de entrega de cada unidad sea menor, con ello se conseguirá atender las unidades averiadas en un menor tiempo, implicando un menor costo y aumentando la satisfacción del cliente.

4.5.6. Mapa de flujo de Valor

Estado actual de la empresa:

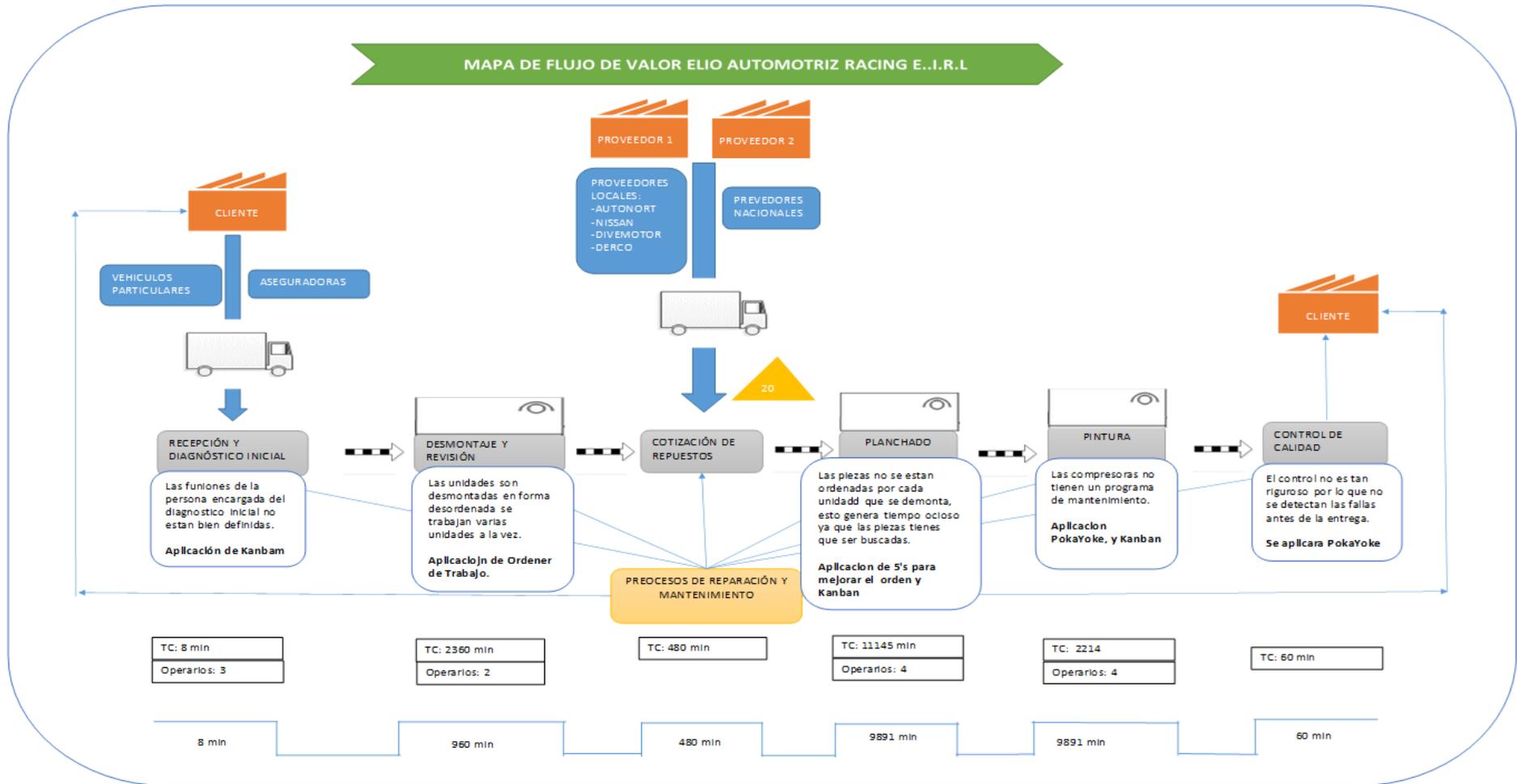


Figura n° 50: Mapa de flujo de valor estado actual

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Presentamos un mapa de flujo de valor (VSM) actual del sistema de trabajo desde la llegada de la unidad vehicular, en el cual detallamos todos los procesos y actividades que realiza el personal de trabajo, para entregar la unidad terminada al cliente final.

Además podemos visualizar los problemas y el tiempo de ciclo en cada área de trabajo. Debido a éstos problemas se da a conocer la herramienta de manufactura esbelta que se aplicará para disminuir y eliminar la fuente de los desperdicios.

PLAN DE MEJORA:

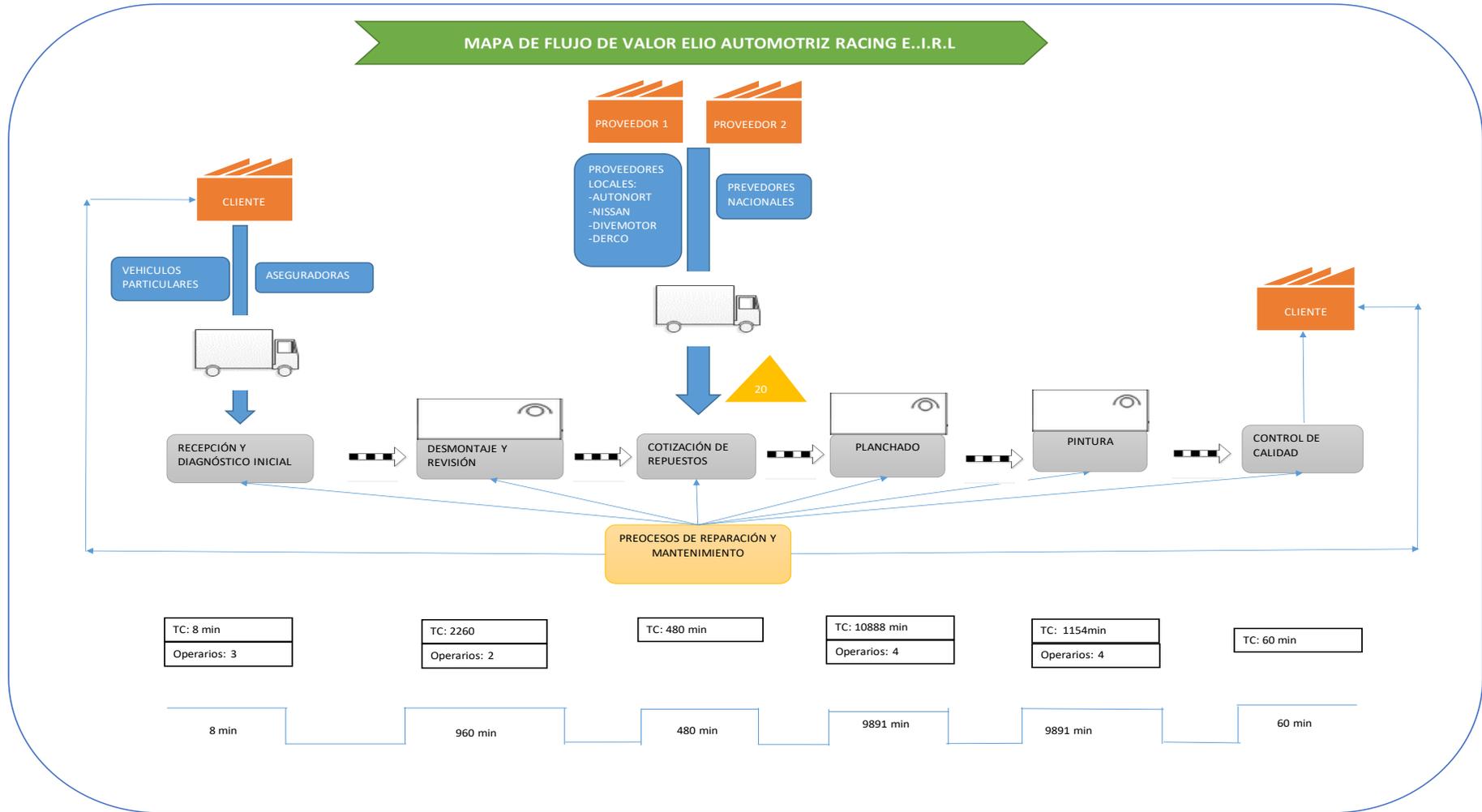


Figura n° 51: Mapa de flujo de valor aplicando mejora

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Presentamos un mapa de flujo de valor (VSM) mejorado en las operaciones realizadas procurando la precisión durante la evaluación de tiempos del proceso productivo. Reduciendo los tiempos identificados como exceso además de estandarizar los métodos de trabajo, reducir los plazos de entrega y mejorando la calidad de las unidades vehiculares terminadas. Además con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se reducirá el tiempo de ciclo promedio en el área de desmontaje y revisión de 2360 min a 2260 min, en el área de planchado se reducirá de 11145 min a 10888 min y en el área de pintura de 2214 min a 1154 min.

4.5.1. Kaizen

Para la implementación de esta herramienta de manufactura esbelta se ejecutará en coordinación con el equipo responsable de mejora Kaizen.

Las fases de esta metodología tienen como objetivo principal mejorar la productividad en cada una de las áreas de la empresa.

Para evaluar esta propuesta de mejor debemos tener en cuenta lo siguiente.

- Informe de calidad.
- Reuniones de trabajo con el quipo Lean designado.
- Conocimiento de los formatos de trabajo y capacitaciones.
- Solicitudes del personal del área en proceso.
- Evaluación constante y mejora continua.

					
Capacitación - Tema:					
Fecha:	Hora: Duración:				
Capacitador:					
N°	Apellidos y Nombres	Área laboral	DNI	Firma	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					

Figura n° 52: Formato de control de capacitaciones

Fuente: Elaboración propia

4.5.1. Poka Yoke

Para evitar paradas innecesarias en las actividades realizadas en el área de planchado se recomienda comprar interruptores diferenciales que protejan de daños a las máquinas y equipos utilizados, corte circuitos, averías en el sistema eléctrico del área, protección al personal humano y prevención de incendios.

A continuación se muestra el dispositivo a implementar:



Figura n° 53: Modelo de interruptor diferencial

Fuente: Imagen de internet

Para evitar paradas innecesarias en las actividades realizadas en el área de pintura se recomienda comprar sensores de presión que regulen presión en el sistema compresor y eviten daños en la conexión de aire que alimenta a las máquinas. También se recomienda el uso de válvulas selenoides que controlen el flujo de aire que sale del equipo compresor y así evitar daños en las herramientas que se conectan a ellos.

A continuación se muestra el dispositivo a implementar:



Figura n° 54: Válvula selenoide de presión

Fuente: Imagen de internet



Figura n° 55: Sensor de presión para equipo compresor

Fuente: Imagen de internet

4.5.2. Metodología Kanban

Tablero de control para área de planchado:

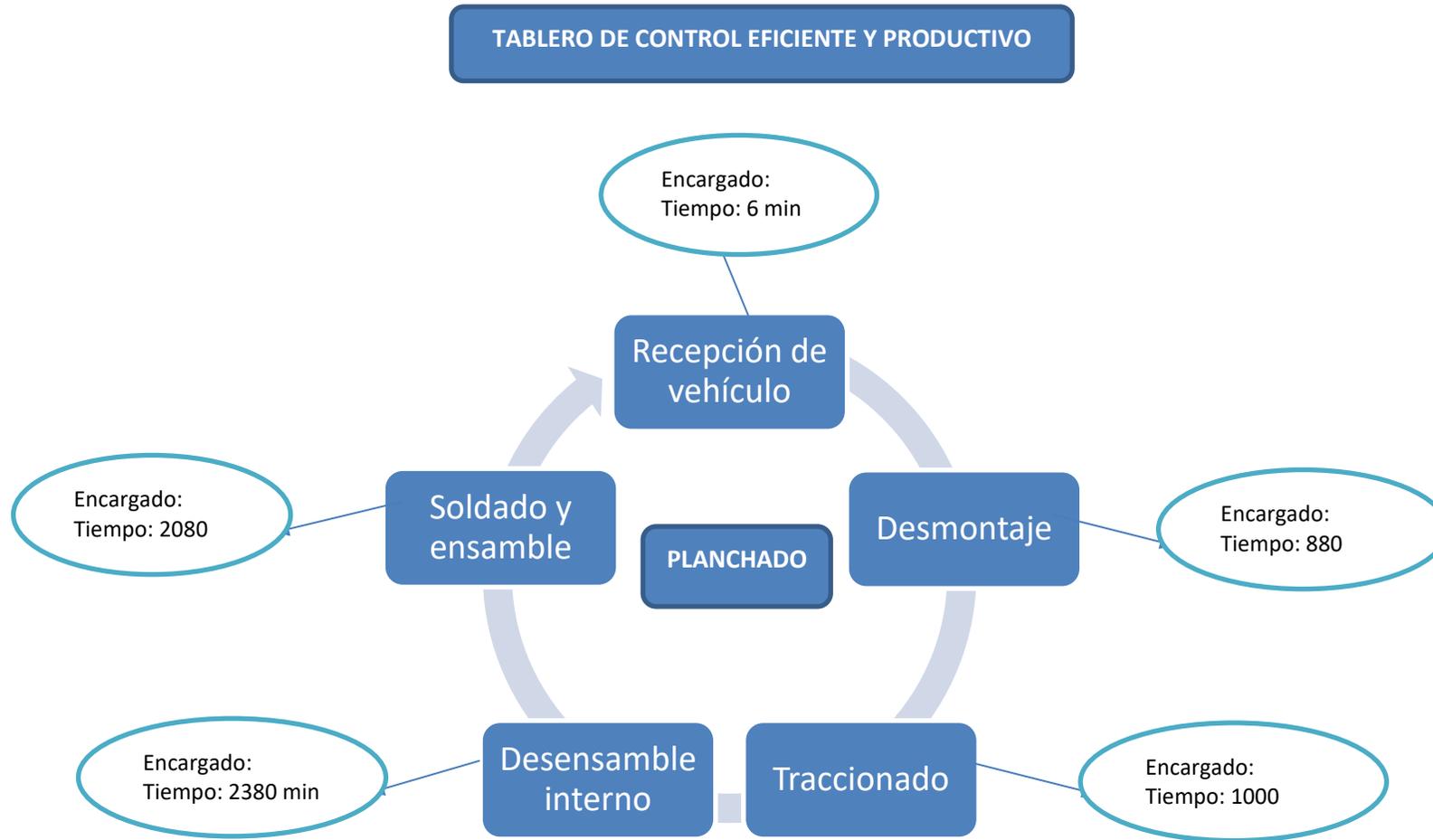


Figura n° 56: Tablero de control de actividades para área de planchado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El presente diagrama muestra la estructura y procesos de trabajo que se deben seguir cuando una unidad vehicular llega al área de planchado, asignando un tiempo establecido para realizar cada una de las actividades, así como los procesos a seguir de manera ordenada uno después de otro y se asignará un operario fijo para cada tarea a realizar.

Este diagrama se le brindará al equipo de trabajo implicado en realizar tales funciones, además de supervisar y hacer cumplir las reglas establecidas.

Tablero de control para el área de pintura.

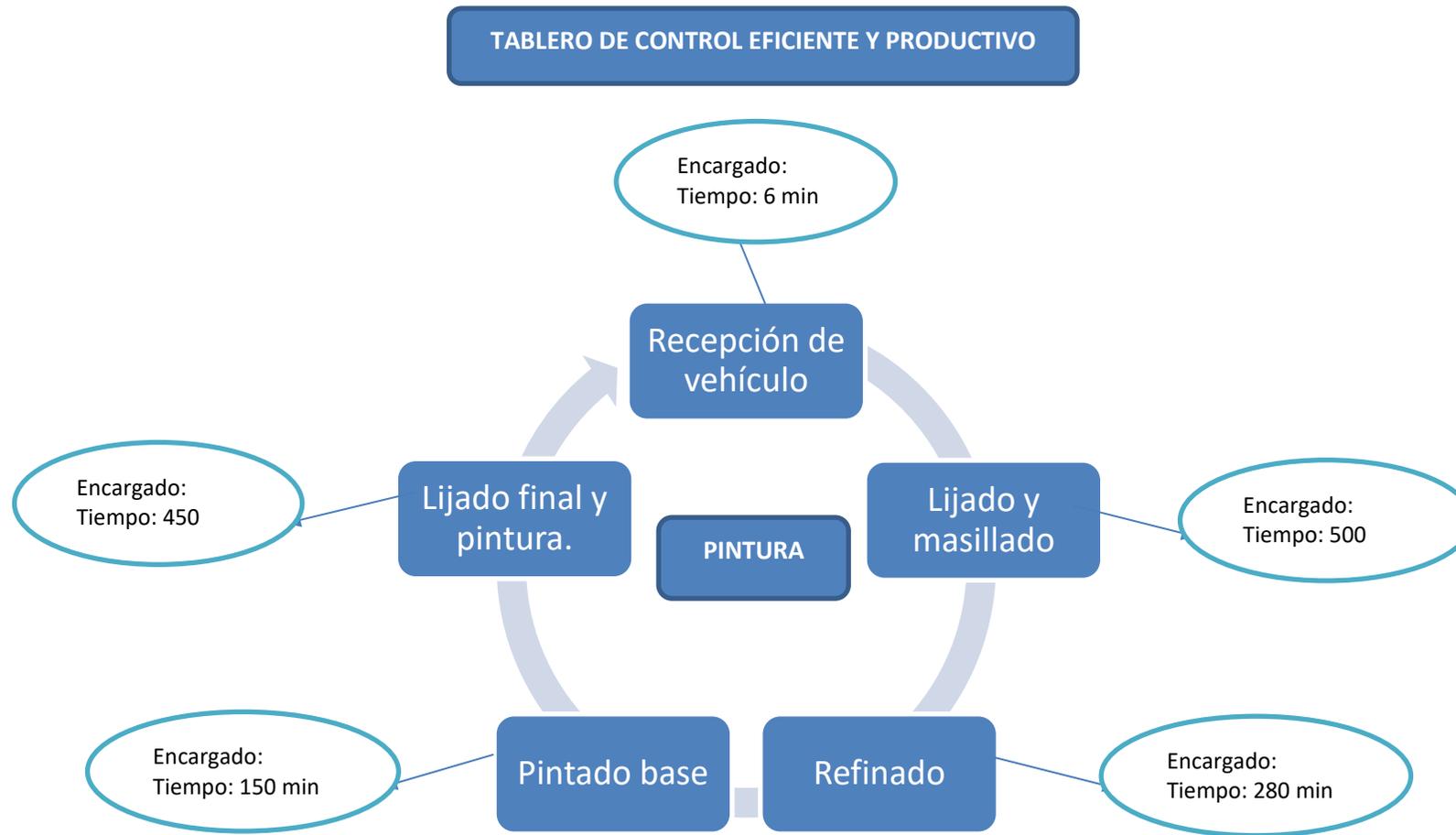


Figura n° 57: Tablero de control de actividades para área de pintura

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El presente diagrama muestra la estructura y procesos de trabajo que se deben seguir cuando una unidad vehicular llega al área de pintura, asignando un tiempo establecido para realizar cada una de las actividades, así como los procesos a seguir de manera ordenada uno después de otro y se asignará un operario fijo para cada tarea a realizar.

Este diagrama se le brindará al equipo de trabajo implicado en realizar tales funciones, además de supervisar y hacer cumplir las reglas establecidas.

4.5.3. Aplicación de las 5's

PLAN DE LAS 5's PARA ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.

La implementación de las 5's nos permite llevar a la empresa hacia las siguientes mejoras:

CLASIFICACIÓN (SEIRI):

Resultados de la Aplicación

El separar lo necesario de lo innecesario nos ayuda a obtener:

- ✓ Más espacio
- ✓ Descubrimiento de objetos y documentos
- ✓ Reducción de la pérdida de tiempo
- ✓ Eliminación de desperdicios
- ✓ Evita compras innecesarias.



Figura n° 58: Antes y después de implementar la primera "S"

ORGANIZACIÓN (SEITON)

Resultados de la Aplicación

La organización nos ayuda en:

- ✓ Optimizar el tiempo de trabajo.
- ✓ Facilidad de acceso a objetos e información para todos.
- ✓ Prevención de incendios y accidentes.
- ✓ Mejora el control de herramientas y equipos.
- ✓ Facilita la disposición física.
- ✓ Disminución de paradas de líneas por falta de herramientas y piezas.



Figura n° 59: Antes y después de implementar la segunda "S"

Fuente: Elaboración propia

LIMPIEZA (SEISO):

Resultados de la Aplicación

- ✓ Disminución del Número de Accidentes.
- ✓ Prevención de Incendios.
- ✓ Mejora del Ambiente de Trabajo.
- ✓ Cambio del Comportamiento.
- ✓ Integración con el TPM.



Figura n° 60: Antes y después de implementar la tercera "S"

Fuente: Elaboración propia

ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

Resultados de la Aplicación

- ✓ Mejora de la Calidad de los Productos y Servicios.
- ✓ Mejora del Desempeño y Control de Tareas.
- ✓ Prevención de Incendios.
- ✓ Disminución de la Variabilidad.

MANTENER - DISCIPLINA (SHITS UKE)

Resultados de la Aplicación

- Facilita la comunicación.
- Reducción de costos.
- Aumento de la participación de los empleados.
- Trabajo en equipo con buenos resultados.
- Mejoría del Ambiente de Trabajo.
- Confianza en datos e informaciones.
- Reducción de actos inseguros.
- Mejoría del grado de satisfacción del personal de trabajo.

Tabla n° 63: Check list de control para metodología 5's

CHECK LIST DE LA METODOLOGÍA 5 S				
NIVEL DE PONDERACIÓN:		Malo: M	Regular: R	Bueno: B
MÉTODO	Fecha:	Hora:	Supervisor:	
	Acciones	Nivel de cumplimiento	Observaciones	
Clasificación	El operario reconoce lo necesario de lo innecesario.			
	Selecciona los materiales y equipos por método de trabajo.			
	Su área de trabajo está completamente limpia.			
Organización	Establece la ubicación e identificación de materiales.			
	Existe el espacio específico para guardar materiales y equipos.			
	Coloca las cosas en su lugar luego de usarlas.			
Limpieza	Área de trabajo limpia y despejada.			
	Mesas de trabajo limpias.			
	Materiales y equipos limpios.			
Estandarización	Evidencia las normalidades y anomalías del proceso			
	Se cumple con lo establecido anteriormente.			

Fuente: Elaboración propia

4.5.7. Eficiencia de MO

Tabla n° 64: Eficiencia de mano de obra

Eficiencia		(Horas estándar Producidas/Horas Trabajadas)	
Horas por mes:	$(8\text{horas/día}) \cdot (60\text{min/hora}) \cdot (24\text{días/mes})$	11520	min/mes
	Se convierte a horas	192	horas/mes
Inspecciones:	4 horas		
Refrigerio:	2 horas		
Suplementos de fatiga:	10% horas/mes		
Horas Trabajadas:	192 horas/mes		
Horas estándar producidas:	166.8 horas		
Eficiencia		86.88%	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de eficiencia de MO se tiene que del total de horas trabajadas sólo se aprovecha un 86.88 %, debido a que existen tiempos que no se aprovechan al máximo por inadecuada asignación de tareas y capacidad de personal.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 65: Eficiencia de mano de obra aplicando mejora

Eficiencia		APLICANDO EL PLAN DE MEJORA	
Horas por mes:	$(8\text{horas/día}) \cdot (60\text{min/hora}) \cdot (26\text{días/mes})$	12480	min/mes
	Se convierte a horas	208	horas/mes
Inspecciones:	1 horas		
Refrigerio:	2 horas		
Suplementos de fatiga:	5% horas/mes		
Horas Trabajadas:	208 horas/mes		
Horas estándar producidas:	194.6 horas		
Eficiencia		93.56%	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Asumiendo que las horas por mes aumentarán, considerando que el tiempo de inspección disminuirá 3 horas, la fatiga de los operarios disminuirá ya que se tomarán en cuenta mejoras en temas ergonómicos, tomando en cuenta la disminución de estos factores, logrando aumentar la eficiencia casi en un 7%, lo cual implica que los recursos se están utilizando de forma correcta.

4.5.8. Eficiencia económica

$$E_e = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

$$E_e > 1$$

La E_e debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios.

Tabla n° 66: Ingresos mensuales

Mes	Ingresos al mes
ABRIL	\$ 285,994.00
MAYO	\$ 286,990.00
JUNIO	\$ 288,602.00
JULIO	\$ 307,814.00
AGOSTO	\$ 292,025.00
SEPTIEMBRE	\$ 365,673.00
OCTUBRE	\$ 283,761.00
NOVIEMBRE	\$ 305,226.00
DICIEMBRE	\$ 289,524.00
ENERO	\$ 302,069.00
FEBRERO	\$ 269,944.00
MARZO	\$ 321,988.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 299,967.50
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 12,498.65

Fuente: Elio automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 67: Capital invertido

Mes	capital invertido al mes
ABRIL	\$ 262,344.00
MAYO	\$ 263,229.00
JUNIO	\$ 254,593.00
JULIO	\$ 278,310.00
AGOSTO	\$ 264,124.00
SEPTIEMBRE	\$ 319,975.00
OCTUBRE	\$ 257,063.00
NOVIEMBRE	\$ 274,520.00
DICIEMBRE	\$ 264,593.00
ENERO	\$ 269,714.00
FEBRERO	\$ 244,271.00
MARZO	\$ 283,636.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 269,697.67
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 9,632.06

Fuente: Elio automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 68: Eficiencia económica

Estado actual		
datos		
Ventas	\$ 299,967.50	\$/mes
costos (inversiones)	\$ 269,697.67	\$/mes
Eficiencia Económica:	\$ 1.11	\$ ganados/\$ invertido

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La eficiencia económica actual de la empresa en relación a las ventas es de 0.11 dólares por cada dólar invertido.

Tabla n° 69: Eficiencia económica, mejora

Propuesta de mejora		
datos		
Ventas	\$ 349,962.08	\$/mes
costos (inversiones)	\$ 269,697.67	\$/mes
Eficiencia Económica	\$ 1.30	\$ganados/\$invertido

Interpretación:

La eficiencia económica de la propuesta de mejora de la empresa en relación a las ventas es de 0.30 dólares por cada dólar invertido.

4.5.9. Calidad de producto terminado

Tabla n° 70: Porcentaje de la calidad de producto terminado

Se clasifica según el daño: Leve, Medio y Grave

Producto Defectuoso (Número de Unidades Defectuosas)/(Unidades Procesadas)

	Auto	Camioneta	Camión
Unidades Defectuosas	4	3	1
Unidades Procesadas	13	14	3
Total	31%	21%	33%

Número de Unidades Conformes	69%	79%	67%
-------------------------------------	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla de calidad de producto terminado, tenemos el tipo de unidad camionetas tiene el mayor porcentaje de conformidad debido a que la mayoría de estas unidades son similares y se tiene la capacidad para poder mejorar aún más, porque el porcentaje de los 3 tipos de unidades que llega no es el suficiente para garantizar la satisfacción del cliente.

PLAN DE MEJORA:

Tabla n° 71: Porcentaje de la calidad de producto terminado aplicando mejora

APLICANDO EL PLAN DE MEJORA			
Producto Defectuoso	(Número de Unidades Defectuosas)/(Unidades Procesadas)		
	Auto	Camioneta	Camión
Unidades Defectuosas	2	2	1
Unidades Procesadas	13	14	4
Total	15%	14%	25%
Número de Unidades Conformes	85%	86%	75%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Asumiendo que el número de las unidades defectuosas disminuirán y las unidades procesadas se mantendrán constantes, se logrará aumentar el número de unidades conformes, consiguiendo que las actividades realizadas en la organización sean de total calidad y conformidad para los clientes, ya que el número de unidades conformes son aceptables según los cálculos establecidos.

4.5.10. Productividad de Mano de Obra

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas-hombre empleadas}}$$

Tabla n° 72: Productividad de mano de obra

Estado actual		
Datos:		
Producción:	1.25	vehículos / día
Operarios	4	8 horas / día

Productividad de MO =	0.31	vehículos / hora - hombre
-----------------------	------	---------------------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad actual de la empresa en relación al promedio de la demanda es de 1.25 vehículos por día entre los 4 operarios que laboran diariamente, por ende se obtuvo una productividad, donde cada operario tiene un avance de 0.31 vehículos / hora - hombre.

Tabla n° 73: Productividad de mano de obra mejorada

Propuesta de mejora		
Datos		
Producción	1.78	vehículos / hora
Operarios	4	8 horas / día

Productividad MO:	0.45	vehículos / día - hombre
-------------------	------	--------------------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad actual de la empresa aplicando el plan de mejora en relación al promedio de la demanda es de 1.25 vehículos por día entre los 4 operarios que laboran diariamente, por ende se obtuvo una productividad, donde cada operario tiene un avance de 0.45 vehículos / hora - hombre.

4.5.11. Productividad de energía utilizada

Medida múltiple de productividad

$$\frac{\text{Producto (total bienes y servicios)}}{\text{Personal + material + capital + otros}}$$

Ejemplo

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Energía empleada en planta}}$$

Tabla n° 74: Consumo de energía

Mes	Consumo mensual de energía 2017-2018 (Kw)
ABRIL	622
MAYO	630
JUNIO	594
JULIO	649
AGOSTO	592
SEPTIEMBRE	593
OCTUBRE	614
NOVIEMBRE	603
DICIEMBRE	644
ENERO	618
FEBRERO	614
MARZO	635
Promedio mensual	617.33
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	25.72

Fuente: Elio Automotriz Racing

Tabla n° 75: Productividad de energía

Estado actual		
Datos		
Unidades reparada	30	Unidades / mes
Energía empleada (24 días)	617.33	Kwh / mes

Productividad de energía utilizada:	0.049	Unidades / kwh
-------------------------------------	-------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad de energía utilizada actual de la empresa en relación a las unidades es de 0.049 vehículos / kwh, resultado obtenido del ritmo de consumo de energía en base a las unidades reparadas en la empresa.

Tabla n° 76: Productividad de energía mejorada

Propuesta de mejora		
datos		
Unidades reparada	50	Unidades / mes
Energía empleada (28 días)	720.22	Kwh / mes

Productividad de energía utilizada:	0.069	Unidades / Kwh
-------------------------------------	-------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad de energía utilizada actual de la empresa aplicando el plan de mejora en relación a las unidades es de 0.069 vehículos / kwh, resultado obtenido del ritmo de consumo de energía en base a las unidades reparadas en la empresa.

4.5.12. Productividad de capital empleado

$$\text{Productividad capital} = \frac{\text{producción}}{\text{Insumos de capital}}$$

Tabla n° 77: Capital invertido

Mes	Capital invertido al mes
ABRIL	\$ 262,344.00
MAYO	\$ 263,229.00
JUNIO	\$ 254,593.00
JULIO	\$ 278,310.00
AGOSTO	\$ 264,124.00
SEPTIEMBRE	\$ 319,975.00
OCTUBRE	\$ 257,063.00
NOVIEMBRE	\$ 274,520.00
DICIEMBRE	\$ 264,593.00
ENERO	\$ 269,714.00
FEBRERO	\$ 244,271.00
MARZO	\$ 283,636.00
Promedio de capital invertido al mes	\$ 269,697.67
Promedio diario (24 días hábiles/mes)	\$ 11,237.40

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Tabla n° 78: Productividad de capital

Estado actual		
datos		
Unidades reparadas	360	unidades/año
Capital empleado	269697.67	\$/año

Productividad de Capital utilizado:	0.0013	unidades/\$
-------------------------------------	--------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La productividad del capital utilizado actual de la empresa en relación a las unidades es de 0.0013 vehículos por cada dólar invertido en un periodo de un año, resultado obtenido del ritmo de producción actual de la empresa.

Tabla n° 79: Productividad de capital mejorado

Propuesta de mejora		
datos		
Unidades reparadas	600	unidades/año
Capital empleado(28 días)	314647.28	\$/año

Productividad de capital utilizado:	0.0019	unidades/\$
-------------------------------------	--------	-------------

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación:

La productividad del capital utilizado actual de la empresa aplicando el plan de mejora en relación a las unidades es de 0.0019 vehículos por cada dólar invertido en un periodo de un año, resultado obtenido del ritmo de producción actual de la empresa.

Tabla n° 80: Cuadro comparativo Operacionalización de variable independiente

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	CLASE	SITUACIÓN ACTUAL	DESPUÉS DE LA MEJORA	
VARIABLE INDEPENDIENTE MANUFACTURA ESBELTA	Estudio de tiempos	Ritmo de Producción	-	17280 seg / vehículo	12096 seg / vehículo	
		Producción	Autos	13 unidades	20 unidades	
			Camionetas	14 unidades	24 unidades	
			Camiones	3 unidades	6 unidades	
		Tiempo ocioso	Leve	1252 min / unidad	3669 min / unidad	
			Medio	11412 min / unidad	2689 min / unidad	
			Grave	22062 min / unidad	6139 min / unidad	
		Reprocesos	% Reprocesos por área	Pintura – Leve (Auto)	13%	5.77%
				Pintura – Medio (Auto)	50%	23.08%
	Pintura – Grave (Auto)			76%	68.75%	
	Pintura - Leve (Camioneta)			4%	1.50%	
	Pintura – Medio (Camioneta)			14%	6%	
	Pintura – Grave (Camioneta)			43%	22%	
	Pintura – Leve (Camión)			3%	1.25%	
	Pintura – Medio (Camión)			12%	5%	
	Pintura – Grave (Camión)			35%	18.33%	
	% Reprocesos por unidad vehicular		Autos	31%	15%	
	Camiones	21%	14%			
Camionetas	33%	25%				

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 81: Cuadro comparativo Operacionalización de variable dependiente

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	CLASE	SITUACIÓN ACTUAL	DESPUÉS DE LA MEJORA
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	Eficiencia	Eficiencia de MO	-	86.88%	93.56%
		Eficiencia Económica	-	\$ 0.11 * dólar Invertido	\$ 0.30 * dólar Invertido
	Calidad de PT	N° de unidades conformes	Autos	69%	85%
			Camionetas	79%	86%
			Camiones	67%	75%
	Productividad	Productividad de Mano de obra	-	0.31 vehículos / hora - hombre	0.45 vehículos / hora - hombre
		Productividad de energía utilizada	-	0.049 unidades / KW	0.069 unidades / KW
		Productividad de capital empleado	-	0.0013 unidades / dólar	0.0019 unidades / dólar

Fuente: Elaboración propia

Mejoras adicionales

- **Distribución de áreas.**

Estado actual de la empresa

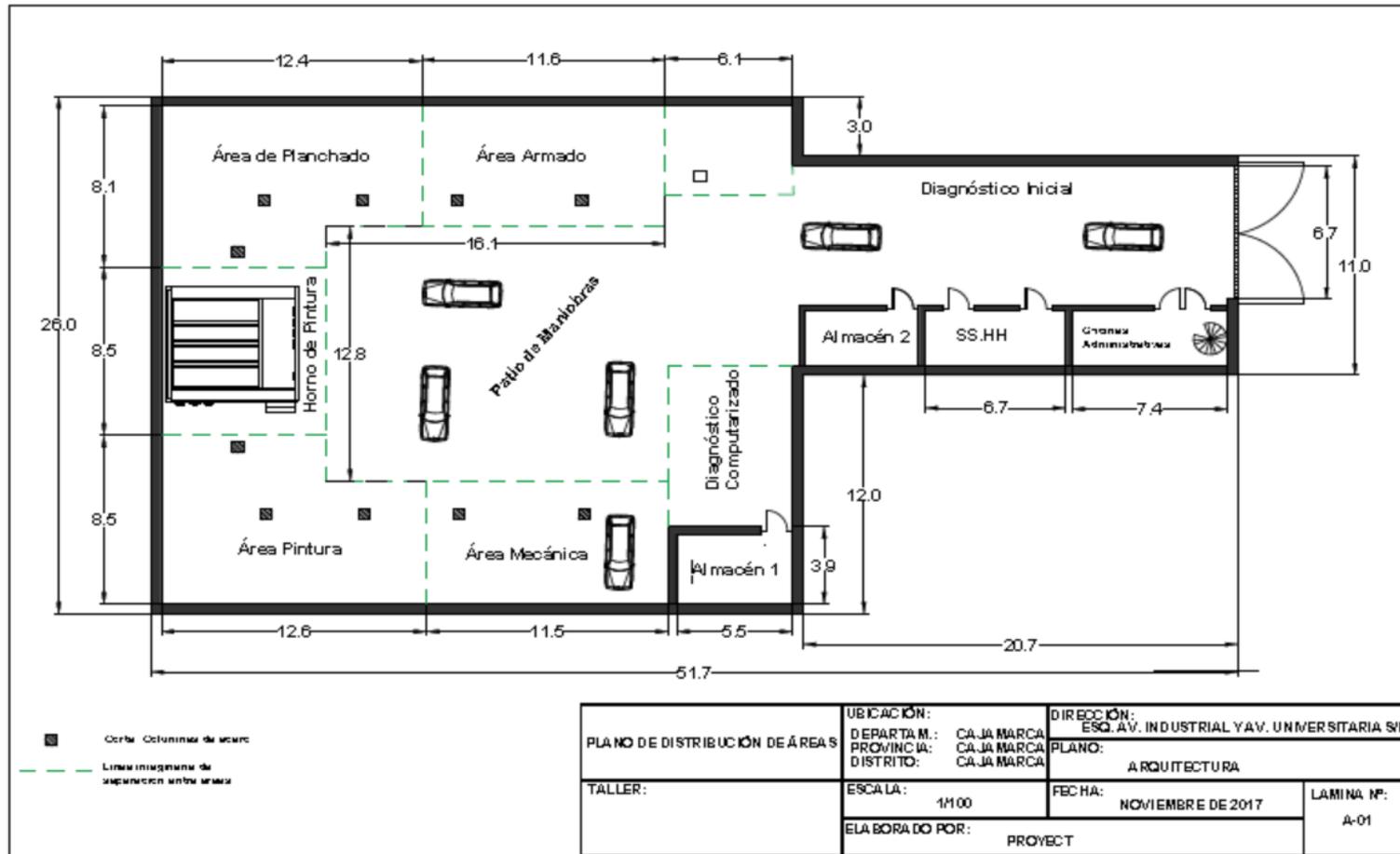


Figura n° 61: Plano de distribución de áreas, estado actual

Fuente: Elaboración propia

PLAN DE MEJORA:

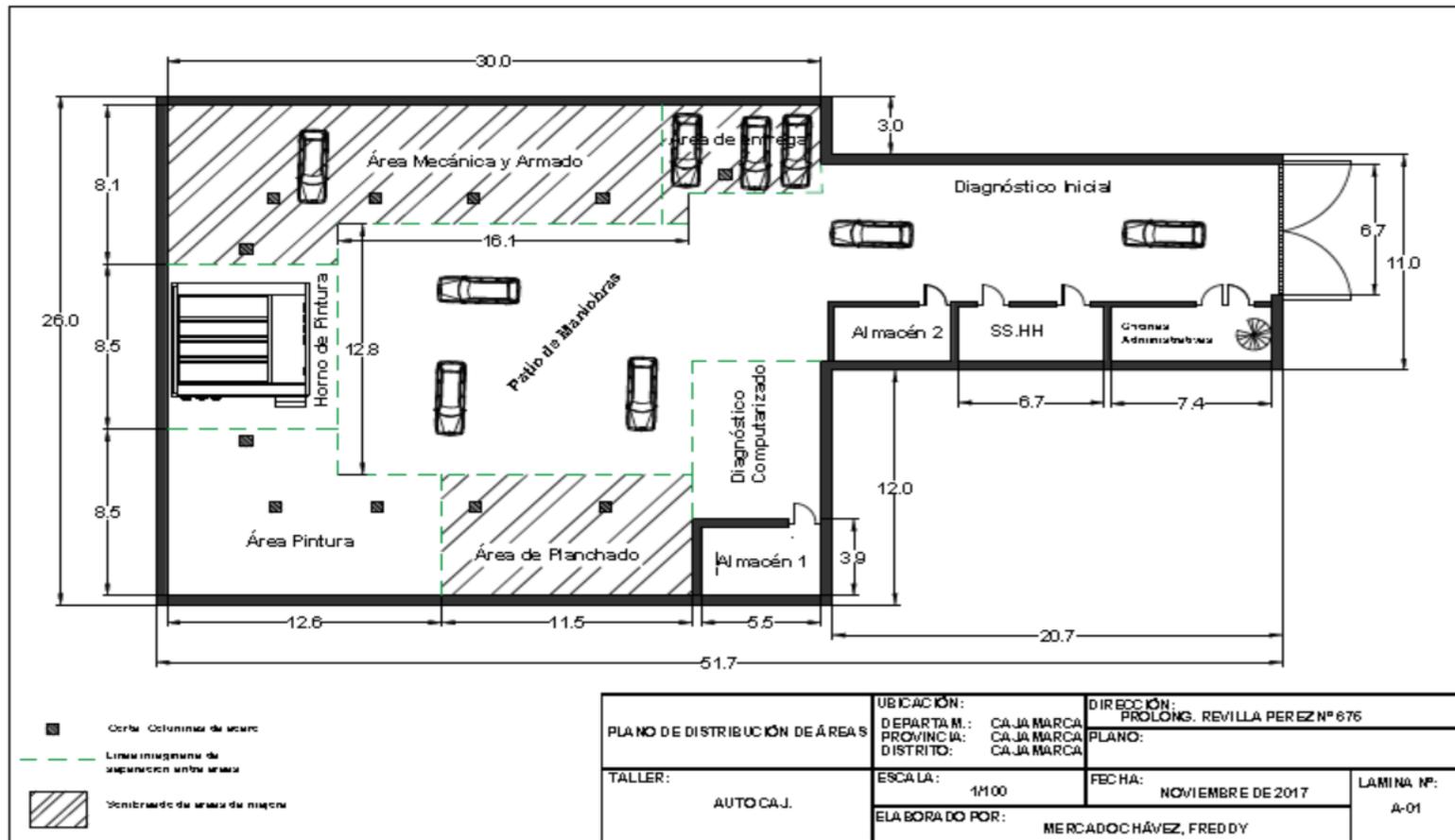


Figura n° 62: Plano de distribución de áreas, implementando mejora

Fuente: Elaboración propia

Mediante esta distribución de áreas una vez analizado los procesos, desplazamiento de personal y ahorro de espacios, proponemos esta reubicación de áreas para lograr unas mejores condiciones de trabajo y así las labores sean más eficientes.

○ **Planificación de requerimientos de capacidad.**

Tabla n° 82: Datos y resultados para requerimientos de capacidad

Cálculo de Horas Totales

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HORAS TOTALES	765	780	705	915	975	810	660	780	720	735	885	810

Cálculo del estimado de los requerimientos de capacidad (días) de cada área de trabajo

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PLANCHADO	459	468	423	549	585	486	396	468	432	441	531	486
PINTURA	306	312	282	366	390	324	264	312	288	294	354	324

Cálculo de los Turnos de Trabajo

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PLANCHADO	9.56	9.75	8.81	11.44	12.19	10.13	8.25	9.75	9.00	9.19	11.06	10.13
PINTURA	6.38	6.50	5.88	7.63	8.13	6.75	5.50	6.50	6.00	6.13	7.38	6.75

DATO: Jornada Laboral: 48 horas/semana

Cálculo del Número de Operarios

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO
													TSTD(DÍAS)
AUTOS	3.23	3.59	2.87	3.59	3.95	4.31	3.95	3.59	3.23	4.67	3.95	3.23	15
CAMIONETAS	10.78	12.93	11.85	14.01	12.93	10.78	9.70	10.78	11.85	10.78	12.93	14.01	45
CAMIONES	4.31	2.16	2.16	4.31	6.47	4.31	2.16	4.31	2.16	2.16	4.31	2.16	90
TEÓRICOS	18.32	18.68	16.88	21.91	23.35	19.40	15.80	18.68	17.24	17.60	21.19	19.40	
REALES	18	19	17	22	23	19	16	19	17	18	21	19	

EFICIENCIA:	0.87	Dato Calculado según la operacionalización de Variables.
-------------	------	--

Fuente: Elaboración propia

Se considera la planificación de requerimientos de capacidad como una mejora adicional porque permite asignar y distribuir a todos los operarios que laboran en las áreas de planchado y pintura de manera eficiente, logrando que solo se enfoquen a realizar sus actividades que el jefe de operaciones asigna, de este modo se logra disminuir el desorden en las áreas, los movimientos innecesarios y los defectos en el trabajo.

○ **Capacidad teórica y efectiva.**

El sistema de producción de la empresa "ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L", cuenta con los siguientes datos para realizar el cálculo de la capacidad teórica y efectiva, a continuación se brindarán los datos.

N (Número de máquinas):	4	máquinas
H (Horas por turno):	8	horas/turno
S(Número de turnos):	2	turnos/día
D(Días trabajados por año):	312	días/año
M (Tiempo de proceso de una unidad):	40	horas - máquina / unidad

Cálculo de Días Trabajados:	
26	días / mes
12	meses / año
312	días / año

$$Capacidad\ teórica = \frac{\text{Tiempo de máquinas disponibles por año}}{\text{Tiempo de proceso de una unidad}} = \frac{(N * H * S * D)}{M/60}$$

Capacidad Teórica: 499 Unidades vehiculares/ año

Este cálculo es en general, es decir, se atienden los tres tipos de unidades vehiculares

Elio Automotriz Racing, en condiciones ideales está en la capacidad de atender 499 unidades vehiculares en un periodo de un año.

Con el trabajo del sistema anterior se desea hallar la capacidad efectiva con la que cuenta la empresa "ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.", teniendo en cuenta que el tiempo de trabajo real es de 90%

Capacidad Proyectada (Teórica):	499	unidades vehiculares / año
Tiempo Teórico de Trabajo:	624	días / año
Tiempo Real de Trabajo:	561.6	días / año

$$Capacidad\ efectiva = capacidad\ proyectada * \frac{Tiempo\ real\ de\ trabajo}{Tiempo\ teórico\ de\ trabajo}$$

Capacidad Efectiva:	449	Unidades vehiculares /año
---------------------	-----	------------------------------

Este cálculo es en general, es decir, se atienden los tres tipos de unidades vehiculares

Elio Automotriz Racing, en condiciones normales está en la capacidad de atender 449 unidades vehiculares en un periodo de un año.

○ **Planeación de requerimientos de distribución.**

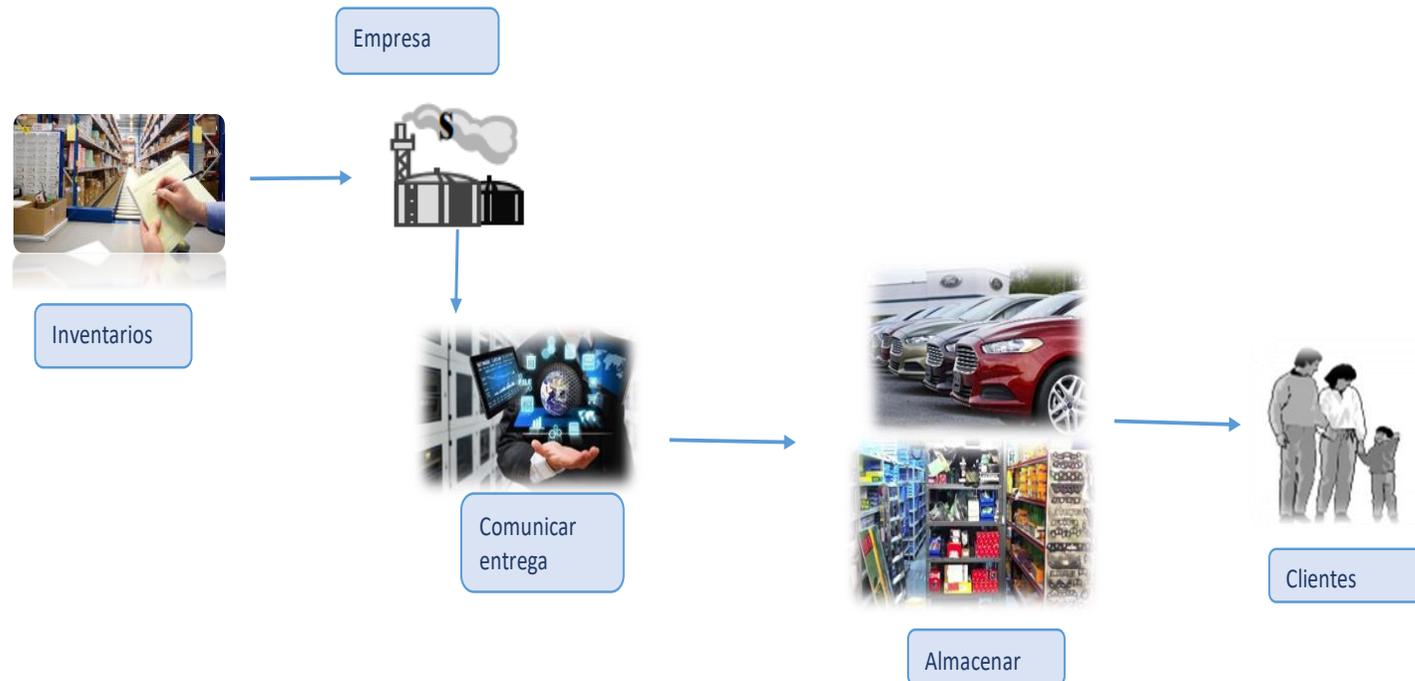


Figura n° 63: Planeación de requerimientos de distribución

Fuente: Imagen de internet

El siguiente gráfico ilustra las etapas en la que consta una planificación de requerimiento de distribución, los cuales son:

- Comunicación fluida de las diversas áreas productivas: Gerencia, Marketing, Calidad, Financiera
- Gestión de existencias (Abastecimiento del producto)
- Comercialización del producto (Venta)
- Satisfacción del Cliente

Planeación de Requerimientos de Distribución (DRP)

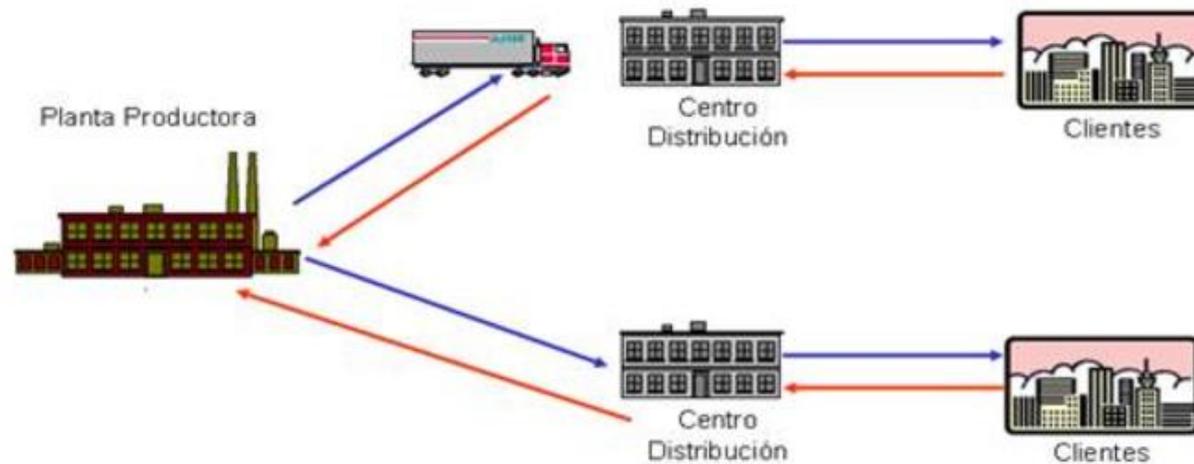


Figura n° 64: Planeación de requerimientos de distribución

Fuente: Imagen de internet

La presente imagen ilustra las diversas etapas de la planificación de requerimiento de distribución:

- Proceso productivo de los diversos bienes y/o servicios que se realizan en la organización.
- Se designa los diversos canales o centros de distribución por los cuales se llegara al cliente.

4.7. Resultados del análisis económico.

Análisis Económico de la empresa

Tabla n° 83: Costos de Implementación de 5S's

Descripción	Costo	Cantidad	TOTAL
Repisa para etiqueta EPP's	400	2	800
Tablero de gestión visual	50	2	100
Papelería (afiches, hojas bond,etc.)	30	2	60
Letreros	10	2	20
Útiles de limpieza(escobas,recogedores,etc.)	30	2	60
EPP's (mascarilla, guantes,guardapolvos)	300	2	600
TOTAL			1640

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla se muestran los costos iniciales de implementar la herramienta 5S's, el cual da S/. 1640.

Tabla n° 84: Costo en capacitaciones Anuales

Temas	N° de capacidad ores	Tiempo o horas	Costo S/./hora	Total Bimestr al S/.	Total anual S/.
Charlas de Seguridad y Salud Ocupacional	2	2	100	S/ 400.00	S/ 2,400.00
Capacitación sobre BPM	2	2	100	S/ 400.00	S/ 2,400.00
Total				S/ 1,400.00	S/ 8,400.00

Fuente: Elaboración Propia

El costo total en capacitaciones anuales es de S/. 8400.00

Tabla n° 85: Implementos de Capacitaciones

Implementos	Costo de material S/.	N° de trabajadores	Cantidad	Total Bimestral S/.	Total anual S/.
Separatas, videos y diapositivas	S/. 6.00	23	-	S/. 138.00	S/. 828.00
Laptops	S/. 50.00	-	4	S/. 200.00	S/. 1,200.00
Total				S/. 338.00	S/. 2,028.00

Fuente: Elaboración Propia

El costo total anual de los implementos para realizar las capacitaciones anualmente es S/.2028.00

Tabla n° 86: Costo de Implementación de Poka Yoke

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total
Interruptores diferenciales	2	70	140
Sensor de presión	3	30	90
válvulas solenoides	3	50	150
Total			380

Fuente: Elaboración Propia

El costo para implementar el sistema Poka Yoke es de S/. 380.00

Tabla n° 87: Costo por Implementar el sistema Kanban

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Tarjeta de control	2	50	100
Total			100

Fuente: Elaboración Propia

El costo anual por implementar el sistema Kanban es de S/. 100.00

Tabla n° 88: Costos en Capacitación Anual

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S./hora	Total anual S/.
Capacitación sobre metodología Kanban	1	1	100	S/. 100.00

Fuente: Elaboración Propia

Los costos totales en capacitación sobre la metodología Kanban son de S/. 100.00

Tabla n° 89: Costos por Implementación de Metodología Kaizen

Costos en capacitaciones semestrales					
Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S./hora	Total Semestral S/.	Total anual
Capacitación sobre uso de herramientas	1	1	100	S/. 100.00	S/. 600.00
Capacitación sobre Lean Manufacturing	2	4	100	S/ 800.00	S/. 4,800.
Capacitación sobre trabajo en equipo	2	4	100	S/ 800.00	S/. 4,800.
Capacitación sobre mejora continua	2	4	100	S/ 800.00	S/. 4,800.
				TOTAL	S/. 15,000

Fuente: Elaboración Propia

Los costos totales anuales al implementar la metodología Kaizen son de S/. 15000, capacitaciones que ayudarán a fomentar la mejora continua en la organización.

Tabla n° 90: Costos por incurrir en la propuesta de mejora

COSTOS POR INCURRIR EN EL PROCESO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Repisa para etiqueta EPP's	800.00	-	-	-	-	-
Tablero de gestión visual	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Papelería (afiches, hojas bond,etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
Letreros	20.00	20.00	22.00	22.00	23.10	23.10
Utiles de limpieza(escobas,recogedores,etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
EPP´s (mascarilla, guantes,guardapolvos)	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Separatas, videos y diapositivas	828.00	828.00	910.80	910.80	956.30	956.30
Laptops	200.00	1,200.00	1,320.00	1,320.00	1,386.00	1,386.00
Interruptores diferenciales	140.00	-	-	-	-	-
Sensor de presión	90.00	-	-	-	-	-
válvulas solenoides	150.00	-	-	-	-	-
Tarjeta de control	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Charlas de Seguridad y Salud Ocupacional	2,400.00	2,400.00	2,640.00	2,640.00	2,772.00	2,772.00
Capacitación sobre BPM	2,400.00	2,400.00	2,640.00	2,640.00	2,772.00	2,772.00
Capacitación sobre metodología kanban	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Capacitación sobre uso de herramientas	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Capacitación sobre Lean Manufacturing	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
Capacitación sobre trabajo en equipo	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
capacitación sobre mejora continua	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
TOTAL DE COSTOS	23,048.00	22,868.00	25,158.00	25,158.00	26,412.54	26,412.54

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla se muestran los costos por incurrir en la propuesta de mejora en un horizonte de cinco años

Tabla n° 91: Costos por no Incurrir en la Propuesta de Mejora

COSTO POR FALTA DE IMPLEMENTACIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo por no implementar 5s	1300 0	1300 0	1300 0	1300 0	1300 0
Costo por no implementar Poka Yoke	1200 0	1200 0	1200 0	1200 0	1200 0
Costo por no implementar Kanban	1000 0	1000 0	1000 0	1000 0	1000 0
Costo por no implementar Kaizen	7000	7000	7000	7000	7000
COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE COSTOS	4200 0	4200 0	4200 0	4200 0	4200 0

Fuente: Elaboración Propia.

En la presente tabla se muestran los costos por no incurrir en la propuesta de mejora en un horizonte de cinco años.

Tabla n° 92: Flujo de Caja Neto

FLUJO DE CAJA NETO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA NETO	-23,048.00	19,132 .00	1684 5.2	1684 5.2	15587 .46	15587 .46
TASA	10%					
VAN	S/. 64,295.46					
TIR	72%					
IR	S/. 2.79					

Fuente: Elaboración Propia

- El monto total que ingresa después de la inversión inicial es de 64.295.46 soles.
- La tasa interna de retorno es mucho mayor al costo de oportunidad de capital, por lo tanto se deduce que genera beneficios para la empresa (TIR >COK)
- El presente estudio es rentable debido a que por cada sol de inversión se obtiene 1.79 soles de ganancia. .

Escenario Pesimista

Tabla n° 93: Costos por incurrir en la propuesta de mejora

COSTOS POR INCURRIR EN EL PROCESO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Repisa para etiqueta EPP's	800.00	-	-	-	-	-
Tablero de gestión visual	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Papelería (afiches, hojas bond, etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
Letreros	20.00	20.00	22.00	22.00	23.10	23.10
Utiles de limpieza (escobas, recogedores, etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
EPP's (mascarilla, guantes, guardapolvos)	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Separatas, videos y diapositivas	828.00	828.00	910.80	910.80	956.30	956.30
Laptops	200.00	1,200.00	1,320.00	1,320.00	1,386.00	1,386.00
Interruptores diferenciales	140.00	-	-	-	-	-
Sensor de presión	90.00	-	-	-	-	-
válvulas solenoides	150.00	-	-	-	-	-
Tarjeta de control	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Charlas de Seguridad y Salud Ocupacional	1,200.00	1,200.00	1,320.00	1,320.00	1,386.00	1,386.00
Capacitación sobre BPM	1,200.00	1,200.00	1,320.00	1,320.00	1,386.00	1,386.00
Capacitación sobre metodología kanban	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Capacitación sobre uso de herramientas	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Capacitación sobre Lean Manufacturing	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
Capacitación sobre trabajo en equipo	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
capacitación sobre mejora continua	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
TOTAL DE COSTOS	20,648.00	20,468.00	22,514.80	22,514.80	23,640.54	23,640.54

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla se muestran los costos por incurrir en un plan de mejora en un escenario pesimista en un horizonte de cinco años.

Tabla n° 94: Costos por no incurrir en el plan de mejora

COSTO POR FALTA DE OPERARIO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo por no implementar 5s	8000	8000	8000	8000	8000
Costo por no implementar pokayoke	9000	9000	9000	9000	9000
Costo por no implementar Kanban	7000	7000	7000	7000	7000
Costo por no implementar kaizen	6000	6000	6000	6000	6000
COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE COSTOS	30000	30000	30000	30000	30000

Fuente: Elaboración Propia

El presente cuadro muestra los costos por no incurrir en el plan de mejora en un escenario pesimista en un horizonte de cinco años.

Tabla n° 95: Flujo de Caja Escenario Pesimista

FLUJO DE CAJA NETO		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA NETO		-20,648.00	9,532.00	7485.2	7485.2	6359.46	6359.46
TASA	10%						
VAN	S/. 28,767.63						
TIR	26%						
IR	S/. 1.39						

Fuente: Elaboración Propia

- El monto total que ingresa después de la inversión inicial es de 28767.63 soles.
- La tasa interna de retorno es apenas mayor al costo de oportunidad de capital, por lo tanto se deduce que genera beneficios para la empresa (TIR >COK)
- En un escenario pesimista el presente estudio no presenta mucha rentabilidad, debido a que por cada sol de inversión se obtiene una ganancia de 0.39 soles.

Escenario Optimista

Tabla n° 96: Costos por Incurrir en la propuesta de mejora

COSTOS POR INCURRIR EN EL PROCESO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Repisa para etiqueta EPP's	800.00	-	-	-	-	-
Tablero de gestión visual	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Papelería (afiches, hojas bond, etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
Letreros	20.00	20.00	22.00	22.00	23.10	23.10
Utiles de limpieza (escobas, recogedores, etc.)	60.00	60.00	66.00	66.00	69.30	69.30
EPP's (mascarilla, guantes, guardapolvos)	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Separatas, videos y diapositivas	828.00	828.00	910.80	910.80	956.30	956.30
Laptops	200.00	1,200.00	1,320.00	1,320.00	1,386.00	1,386.00
Interruptores diferenciales	140.00	-	-	-	-	-
Sensor de presión	90.00	-	-	-	-	-
válvulas solenoides	150.00	-	-	-	-	-
Tarjeta de control	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Charlas de Seguridad y Salud Ocupacional	2,400.00	2,400.00	2,640.00	2,640.00	2,772.00	2,772.00
Capacitación sobre BPM	2,400.00	2,400.00	2,640.00	2,640.00	2,772.00	2,772.00
Capacitación sobre metodología kanban	100.00	100.00	110.00	110.00	115.50	115.50
Capacitación sobre uso de herramientas	600.00	600.00	660.00	660.00	693.00	693.00
Capacitación sobre Lean Manufacturing	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
Capacitación sobre trabajo en equipo	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
Capacitación sobre mejora continua	4,800.00	4,800.00	5,280.00	5,280.00	5,544.00	5,544.00
TOTAL DE COSTOS	23,048.00	22,868.00	25,154.80	25,154.80	26,412.54	26,412.54

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla se muestran los costos por incurrir en un plan de mejora en un escenario optimista en un horizonte de cinco años.

Tabla n° 97: Costos por no incurrir en la propuesta de mejora

COSTO POR FALTA DE OPERARIO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo por no implementar 5s	14000	14000	14000	14000	14000
Costo por no implementar poka yoke	13000	13000	13000	13000	13000
Costo por no implementar Kanban	11000	11000	11000	11000	11000
Costo por no implementar kaizen	8000	8000	8000	8000	8000
COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE COSTOS	46000	46000	46000	46000	46000

Fuente: Elaboración Propia

El presente cuadro muestra los costos por no incurrir en el plan de mejora en un escenario optimista en un horizonte de cinco años.

Tabla n° 98: Flujo de Caja Escenario Optimista

FLUJO DE CAJA NETO		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA NETO		-23,048.00	23,132.00	2084.52	2084.52	19587.46	19587.46
TASA	10%						
VAN	S/. 79,458.61						
TIR	91%						
IR	S/. 3.45						

Fuente: Elaboración Propia

- El monto total que ingresa después de la inversión inicial es de 79458.61 soles.
- La tasa interna de retorno es mucho mayor al costo de oportunidad de capital, por lo tanto se deduce que genera beneficios para la empresa (TIR >COK)
- En un escenario optimista el presente estudio presenta rentabilidad, debido a que por cada sol de inversión se obtiene una ganancia de 2.45 soles.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar las herramientas de Manufactura Esbelta con el propósito de mejorar la productividad en los procesos de planchado y pintura de la empresa "ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L.", mediante esta investigación se logra demostrar que al aplicar las diversas herramientas de manufactura esbelta se conseguirá aumentar el nivel de productividad en las áreas críticas del estudio, y por ende se obtendrán resultados óptimos y favorables que ayudan a incrementar los ingresos de la organización.

Durante el desarrollo de la investigación no hubo limitaciones que dificultan el avance del proyecto, por lo cual la investigación se ha realizado de gran manera y con los datos precisos brindados por la empresa.

Se analizó la productividad en el área de planchado y pintura, además de detallar los procesos de la empresa en estudio y se logró determinar que los principales problemas a mejorar son la escasa capacitación del personal, los cuales desconocen las herramientas de manufactura esbelta para la mejora de procesos y disminuir desperdicios de tiempo, mejorando los costos de mano de obra, reprocesos y mantenimiento. Por ello se hizo un diseño utilizando las herramientas de manufactura esbelta para mejorar la productividad de la empresa.

Implementando las herramientas de manufactura esbelta, en el presente estudio la disminución de tiempos fue de en el área de desmontaje y revisión de 4.24%, en el área de planchado de 2.33% y en el área de pintura 47.88, el cual fue mayor a al porcentaje obtenido por Morales (2013), citado por (Arroyo, 2014), quien logró disminuir tiempos de atención en el Hospital Regional en 21.79%, mediante la aplicación de la metodología Lean.

Con la implementación de la propuesta de las herramientas VSM y Kaizen, se redujo los tiempos de ciclo en el área de desmontaje y revisión de 2360 minutos a 2260 minutos (4.24%), en el área de planchado de 11145 minutos a 10888 minutos (2.33%) y en el área de pintura de 2214 minutos a 1154 minutos (47.88%).

Con la herramientas del Poka Yoke utilizada en la propuesta, se analizó y evaluó que la mejor opción para prevenir paradas en el área de planchado es la utilización de interruptores deferenciales, y en el área de pintura dónde el principal problema se da en el equipo compresor se consideró la utilización de sensores de presión y válvulas selenoides, para evitar paradas innecesarias y mejorar la disponibilidad de máquinas y equipos utilizados

Luego de realizar la evaluación económica de la implementación mediante un flujo de caja, se obtuvo los indicadores económicos de rentabilidad, producto de la mejora de procesos de reparación de las unidades vehiculares fueron VAN y TIR en el estado actual de la empresa de S/.64295.46 y 72%, después de la implementación Lean se obtuvo un VAN de S/.79458.61 y un TIR de 91%, resultado obtenido mediante el análisis económico optimista de la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L, no obstante Becerra, Wilson & Vilca, Alexander en su tesis “Propuesta de desarrollo de lean Manufacturing en la Reducción de Costos por Reprocesos en el área de Pintado de la Empresa Factoría Bruce S.A”, Universidad Privada del Norte – 2013. Tesis para optar Título Profesional. Mediante su estudio manifiesta que las capacitaciones y charlas a los operarios acerca de lean manufacturing ayuda a mejorar las labores realizadas, disminuyendo reprocesos y generando mayor rentabilidad a la organización; en su estudio económico obtienes un VAN de S/. 74433 y un TIR de 44.8%, indicadores que demuestran que la capacitación constante al personal ayuda a mejorar la productividad de la organización, por ende genera que las inversiones que realiza la empresa se recuperen en el menor tiempo posible, generando rentabilidad y competitividad en el entorno.

Esta mejora se debe a la implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas como: VSM, Kaizen, Poca Yoke, Kanban, 5´s, las cuales ayudaron a eliminar los desperdicios encontrados que no generan valor y no son productivos para la empresa. Además de mejorar la cadena de valor, estandarización de métodos de trabajo, agilizar tiempos de entrega, mejora ambientes y condiciones de trabajo, logrando que la empresa sea más productiva.

Así como lo manifiesta (Murrugarra, 2016), para que las organizaciones puedan ser más competitivas tienen que innovar y mejorar en infraestructura, maquinaria y equipo, compromiso y trabajo en equipo para alcanzar el logro de sus metas y objetivos.

Para ello es muy importante que todo el equipo involucrado en la implementación de las herramientas de manufactura esbelta cuenten con una comunicación efectiva, alcancen el conocimiento necesario para poder trabajar de manera correcta y hacer cumplir las reglas fijadas para la realización de actividades y procesos establecidos, además de la evaluación permanente de resultados y el seguimiento para alcanzar la mejora continua.

Recomendamos a las siguientes investigaciones tomar en cuenta las herramientas utilizadas en el presente proyecto para retroalimentar su investigación.

CONCLUSIONES

- Se logró implementar un modelo de manufactura esbelta, el cual ayudo a aumentar la productividad en el área de planchado y pintura de la empresa “Elio Automotriz Racing E.I.R.L.”
- Con la implementación de la propuesta de aplicación de las herramientas VSM y Kaizen, se redujo los tiempos de ciclo en el área de desmontaje y revisión de 2360 minutos a 2260 minutos (4.24%), en el área de planchado de 11145 minutos a 10888 minutos (2.33%) y en el área de pintura de 2214 minutos a 1154 minutos (47.88%).
- Mediante el análisis y diagnóstico se logró determinar que los principales problemas a mejorar son la escasa capacitación del personal, los cuales desconocen las herramientas de manufactura esbelta para la mejora de procesos y disminuir desperdicios de tiempo, mejorando los costos de mano de obra, reprocesos y mantenimiento.
- Con la propuesta de implementación de la herramienta 5’s se logró mejorar considerablemente el ambiente laboral en cada área de trabajo, además de mejorar las prácticas de manufactura y condiciones de trabajo de los operarios.
- De las herramientas del Poka Yoke utilizadas en la propuesta, se analizó y evaluó que la mejor opción para prevenir paradas en el área de planchado es la utilización de interruptores diferenciales, y en el área de pintura dónde el principal problema se da en el equipo compresor se consideró la utilización de sensores de presión y válvulas selenoides, para evitar paradas innecesarias y mejorar la disponibilidad de máquinas y equipos utilizados.
- Se consiguió realizar la evaluación económica de la propuesta mediante un análisis de flujo de caja, donde la proyección del efecto de la aplicación dio un VAN de S/. 79458.61 y un TIR de 91%, indicadores que son buenos ya que la inversión inicial se recupere en el plazo de un año y de manera significativa; así mismo la tasa interna de retorno generada es mayor al costo de capital, por lo cual afirmamos que la empresa en el período de cinco años tendrá rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa aplicar el modelo de manufactura esbelta desarrollado durante la presente investigación, con la finalidad de mejorar la productividad en el área de planchado y pintura de la organización “Elio Automotriz Racing E.I.R.L.”
- Continuar con estudios relacionados a la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta, considerando la realidad actual de las empresas.
- Implementar en el menor tiempo posible las herramientas de manufactura esbelta, con el objetivo de incrementar la productividad, competitividad y rentabilidad de la empresa.
- Supervisión y capacitación constante del personal en los procesos y actividades realizadas para la reparación de unidades vehiculares, estandarizando métodos de trabajo y controlando permanentemente los tiempos de operación.
- Aplicar la evaluación económica del presente estudio tomando en cuenta la situación actual de la empresa vs los resultados que se obtienen aplicando las mejoras de manufactura esbelta.

REFERENCIAS

- Alfonso, E. (30 de Marzo de 2011). *Sistema de Producción - Unidad 4*. Obtenido de <http://eco.unne.edu.ar/economia/catedras/micro1/Unidad4.pdf>
- Alvarado, F. (10 de Agosto de 2015). *Conexión Esan*. Obtenido de www.esan.edu.pe: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2015/08/takt-time-consiste-como-aplicarlo/>
- Álvarez, P. (6 de Julio de 2018). *Repositorio Académico Universidad Privada de Ciencias*. Obtenido de Herramientas de Lean Manufacturing: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337910/Manual+5S.pdf?sequence=2>
- Andrade, S. (2005). «*Diccionario de Economía*». Andrade - Tercera Edición.
- Association, J. o. (11 de Septiembre de 2017). *Sobrecosto*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sobrecosto>
- Bautista, D. (10 de Noviembre de 2015). *El concepto de Valor*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Autónoma del Estado de México: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/57992>
- Ceveró, F. (8 de Junio de 2015). *Sistema Kanban*. Obtenido de "Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia": https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51733/MEMORIA_TFM%20Pinto%20de%20os%20Rios%20Juan%20Sebastian.pdf?sequence=1
- Chávez, R. (Abril de Junio de 2017). *Definición de Eficiencia*. Obtenido de 25
- Chiavenato, I., & McGraw, H. (2004). «*Introducción a la Teoría General de la Administración*», Séptima Edición.
- Conte, O. (6 de Marzo de 2015). *Aportes Teóricos al análisis y la gestión por procesos*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/aportes-teoricos-al-analisis-y-la-gestion-por-procesos/>
- Díaz, F. (8 de Enero de 2009). *LECTURAS DE INGENIERÍA 6.* . Obtenido de LA MANUFACTURA ESBELTA: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Escalona, F. (8 de Junio de 2015). *Sistema Kanban*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51733/MEMORIA_TFM%20Pinto%20de%20os%20Rios%20Juan%20Sebastian.pdf?sequence=1
- Felipe, A. (27 de Febrero de 2017). *Historia del Lean Manufacturing*. Obtenido de <https://historia-biografia.com/historia-del-lean-manufacturing/>
- Figueroa, N. (30 de NOVIEMBRE de 2015). *KANBAN: SU USO EN EL DESARROLLO DEL SOFTWARE*. Obtenido de KANBAN: SISTEMA DE PRODUCCIÓN: <https://articulosit.files.wordpress.com/2011/11/kanban.pdf>
- Giannasi, E. (17 de Marzo de 2017). *Ministerio de Industria, Secretaria de Industria y Comercio*. Obtenido de Desperdicios en la Producción: <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf>
- Gonzales, J. (8 de Junio de 2010). *El Perú, el país con mayor accidentes de tránsito*. Obtenido de <http://peruimmigrationdocumentationproject.blogspot.pe/2010/06/el-peru-el-pais-con-mayor-accidentes-de.html>
- González, D. (10 de Marzo de 2014). *Modelos de Líneas de Espera*. Obtenido de Administración de Operaciones: http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17_modelos_lineas_espera.pdf
- Krugman, P. (29 de Enero de 2014). *Competitividad en un Entorno Dinámico y Globalizado*. Obtenido de Conexión Esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/01/29/krugman-porter-competitividad-peru/>

- Méndez, J. (16 de Julio de 2016). *Diccionario de Ingenieros ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/manufactura.php>
- Menéndez, G. (13 de Febrero de 2014). *PrevenBlog*. Obtenido de LOS 7 MUDAS: ¿SABES CUALES SON LOS 7 DESPERDICIOS DE LAS EMPRESAS?: <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>
- Mokate, K. (15 de Junio de 1999). *EFICACIA, EFICIENCIA, EQUIDAD Y SOSTENIBILIDAD*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social (INDES): https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf
- Monden, J. (8 de Junio de 2015). *Sistema Kanban*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51733/MEMORIA_TFM%20Pinto%20de%20Ios%20Rios%20Juan%20Sebastian.pdf?sequence=1
- Montenegro, J. (10 de Mayo de 2014). *Tiempo Ocioso e Improductivo*. Obtenido de <https://www.significados.com/ocioso/>
- Moori, G. (30 de Agosto de 2012). *MEDICIÓN DEL TRABAJO: TIEMPO NORMAL, TIEMPO ESTÁNDAR*. Obtenido de <http://ariellinarte.udem.edu.ni/wp-content/uploads/2016/01/estudio-de-Medicion-de-tiempo.pdf>
- MTC, M. d. (9 de Marzo de 2011). MTC: Exceso de velocidad es principal causa de accidentes de tránsito en Lima. *Andina*.
- Muther, R. (9 de Enero de 2014). *Distribución en Planta*. Obtenido de http://www.nissanchair.com/docencia/L_CN-LC-09-2010-web.pdf
- Naranjo, D. (20 de Febrero de 2012). *LIDERAMOS: Desarrollo y Transmisión de ideas sobre Liderazgo, Management y Gestión de la Calidad*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HWTpHggWRjgJ:lideramos.blogspot.com/2012/02/concepto-de-calidad.html+&cd=11&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Núñez, M. (Julio de 26 de 2008). *INFOcalSER: Investigación en Calidad del Servicio, Información y Productividad*. Obtenido de <http://infocalser.blogspot.com/2008/07/la-productividad-concepto-y-factores.html>
- Oliveira, R. (2002). «*Teorías de la Administración*». International Thomson Editores, S.A.
- Ortega, J. (4 de Octubre de 2007). *Contabilidad de Costos*.
- Ortega, J. (4/10/2007). *Contabilidad de Costos*.
- Pérez, A. L. (12 de Abril de 2013). *Eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial*. Obtenido de GestioPolis: <https://www.gestiopolis.com/eficiencia-eficacia-y-efectividad-en-la-calidad-empresarial/>
- Quiles, A. (6 de Julio de 2014). *Lean Manufacturing: Orígenes y Desperdicios*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>
- Robbins, S., & Mary, C. (2005). «*Administración*», Octava Edición. Pearson Educación.
- Rother, M. (15 de Julio de 2015). *Mapa de Flujo de Valor*. Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-son-los-mapas-de-flujo-de-valor>
- Runsa, P. (15 de Septiembre de 2015). *Estudio de posgrado: Productividad y eficiencia en caso de siniestros*. Obtenido de https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsingner_MADE.pdf
- Solé, J. (6 de Febrero de 2013). *Procesos, Estrategias y Operaciones*. Obtenido de Liderazgo Distribuido Generador de Innovación, Personas, Lean Management, Continuous JIT: <http://javiersole.com/?p=2566>
- Soriano, P. (25 de Febrero de 2013). *¿Cómo mejorar la eficiencia de las líneas de producción?* Obtenido de IMP Consultores: <http://impconsultores.com/como-mejorar-la-eficiencia-de-las/>
- Suárez, M. (6 de Marzo de 2013). *Econtrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*. Obtenido de <http://revpubli.unileon.es/index.php/Pecvnia/article/viewFile/696/614>
- Thompson, I. (28 de Noviembre de 2016). *El ciclo de Vida del Producto*. Obtenido de Promonegocios: <https://www.promonegocios.net/producto/ciclo-vida-producto.html>
- Vargas, J. (10 de Mayo de 2016). *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema*. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/volv-n17/art10.pdf>

- Velásquez, D. (5 de Mayo de 2013). *Unidad Politécnica para el desarrollo y la competitividad empresarial*. Obtenido de UDPCE:
<http://www.ipn.mx/dse/intra/Documents/pdfs/Material5s.pdf>
- Vermorel, J. (8 de Enero de 2012). *CANTIDAD ECONÓMICA DE LA ORDEN (EOQ): DEFINICIÓN Y FÓRMULA*. Obtenido de <https://www.lokad.com/es/cantidad-economica-orden-definicion-y-formula>
- Vermorel, J. (6 de Julio de 2016). *Método de Inventario - FIFO*. Obtenido de LOKAD:
<https://www.lokad.com/es/metodo-de-inventario-fifo>
- Vivas, W. (23 de Noviembre de 2010). *Diferencia entre reparar y reprocesar*. Obtenido de Portal Calidad: http://www.portalcalidad.com/foros/3420-diferencia_entre_reparar_y_reprocesar

ANEXOS



Anexo n° 1: Camión siniestrado con nivel de daño grave.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 2: Camión reparado con nivel de daño grave.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 3: Camioneta siniestrada con nivel de daño medio.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 4: Auto reparado con nivel de daño leve.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

 LIQUIDACION SINIESTRO PACIFICO SV 1000132355 CAMION, MERCEDEZ BENZ, S.R. SERVICIOS GENERALES CASHUA MARCA EIRL, RODAJE M2N732 SEGUN PRESUPUESTO PRESENTADOR POR LOS SRES. AUTOCAJ							
Nº	CNT	DESCRIPCIÓN	GAST. PRESEN (DOLARES SIN I.G.V.)	GAST. NO RECONOC (DOLARES SIN I.G.V.)	OBS DOLARES SIN I.G.V	GAST RECONOC (DOLARES SIN I.G.V.)	OBSERV.
MANO DE OBRA AUTOCAJ							
1		D/m de tornamesa	94.00	14.00		70.00	OK CORRESPONDE
2		D/m de coronas	480.00	130.00		350.00	OK CORRESPONDE
3		D/m de caja de cambios	350.00	100.00		250.00	OK CORRESPONDE
4		D/m de tanque de combustible	94.00	14.00		70.00	OK CORRESPONDE
5		D/m de tanque de aire	140.00	20.00		120.00	OK CORRESPONDE
6		D/m de base de soporte de cabina	80.00	0.00		80.00	OK CORRESPONDE
7		D/m de motor	650.00	270.00		380.00	OK CORRESPONDE
8		D/m de radiador e intercooler	240.00	60.00		180.00	OK CORRESPONDE
9		D/m de sist. De direccion	188.00	48.00		120.00	OK CORRESPONDE
10		D/m de silenciar escape	80.00	0.00		80.00	OK CORRESPONDE
11		D/m de tubo para limpieza	200.00	100.00		100.00	OK CORRESPONDE
12		D/m de carter para verificar metales	300.00	80.00		220.00	OK CORRESPONDE
13		D/m de culatas para inspeccionar camisetitas	600.00	200.00		400.00	OK CORRESPONDE
14		D/m de base de filtro de aire	80.00	0.00		80.00	OK CORRESPONDE
15		D/m de mangueras sistema neumatico	250.00	50.00		200.00	OK CORRESPONDE
16		D/m de sistema electrico y modulos chasis	280.00	80.00		200.00	OK CORRESPONDE
17		D/m de eje del.	200.00	20.00		180.00	OK CORRESPONDE
18		D/m de parach. Del.	94.00	0.00		94.00	OK CORRESPONDE
19		D/m de cabina	580.00	240.00		320.00	OK CORRESPONDE
20		D/m de conjunto embrague	80.00	80.00		0.00	NO CORRESPONDE
21		D/m de tapiz de techo	140.00	30.00		110.00	OK CORRESPONDE
22		D/m de asientos piloto y copiloto	140.00	30.00		110.00	OK CORRESPONDE
23		D/m de parabrisa del.	120.00	40.00		80.00	OK CORRESPONDE
24		D/m de puerta del. Lh mas acc.	94.00	0.00		94.00	OK CORRESPONDE
25		D/m de parach. Del. Mas acc.	88.00	88.00		0.00	NO CORRESPONDE
26		D/m de faros post. Lh y rh	28.00	0.00		28.00	OK CORRESPONDE
27		D/m de guard. Del. Lh y rh	42.00	0.00		42.00	OK CORRESPONDE
28		D/m de tapabarro del. Rh y lh	94.00	28.00		66.00	OK CORRESPONDE
29		D/m de sist. Electrico	140.00	140.00		0.00	NO CORRESPONDE

Anexo n° 5: Proforma de trabajo aceptada por Pacifico seguros.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Criterio de confiabilidad

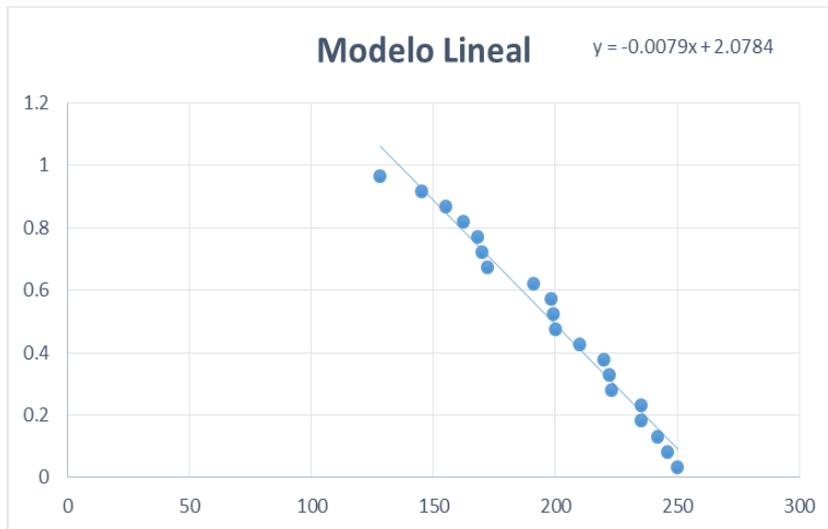
Confiabilidad lineal

Analizando el comportamiento de 2 máquinas compresoras, se detectaron problemas de falla por fatiga, habiéndose sintetizado los siguientes tiempos de fallo en horas:

i	F(t)	R(t)	t	R(t)
1	0.03431373	0.96568627	128	0.96568627
2	0.08333333	0.91666667	145	0.91666667
3	0.13235294	0.86764706	155	0.86764706
4	0.18137255	0.81862745	162	0.81862745
5	0.23039216	0.76960784	168	0.76960784
6	0.27941176	0.72058824	170	0.72058824
7	0.32843137	0.67156863	172	0.67156863
8	0.37745098	0.62254902	191	0.62254902
9	0.42647059	0.57352941	198	0.57352941
10	0.4754902	0.5245098	199	0.5245098
11	0.5245098	0.4754902	200	0.4754902
12	0.57352941	0.42647059	210	0.42647059
13	0.62254902	0.37745098	220	0.37745098
14	0.67156863	0.32843137	222	0.32843137
15	0.72058824	0.27941176	223	0.27941176
16	0.76960784	0.23039216	235	0.23039216
17	0.81862745	0.18137255	235	0.18137255
18	0.86764706	0.13235294	242	0.13235294
19	0.91666667	0.08333333	246	0.08333333
20	0.96568627	0.03431373	250	0.03431373

Anexo n° 6: Datos obtenidos – confiabilidad lineal.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 7: Gráfico de confiabilidad lineal

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Realizando el modelado lineal obtenemos los siguientes resultados, los cuales definitivamente en primera instancia son positivos para la empresa.

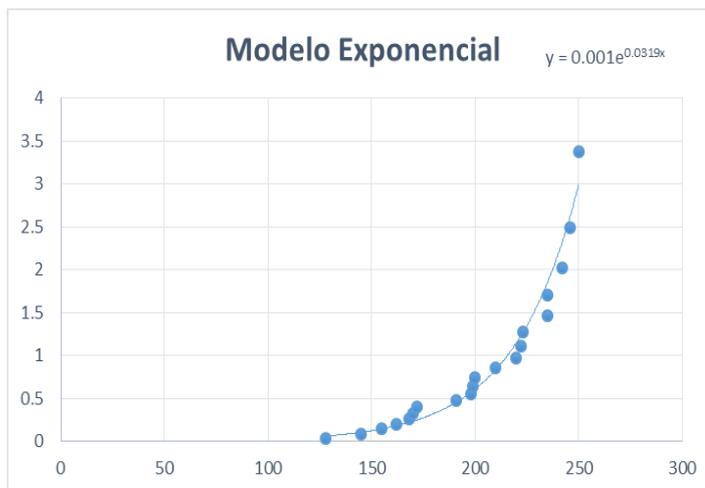
- Correlación: -0.9898199, 98% de que se tenga un comportamiento lineal
- MTTF: 198.55 horas

Confiabilidad exponencial

i	F(t)	R(t)	t	LN 1/R
1	0.03431373	0.96568627	128	0.03491627
2	0.08333333	0.91666667	145	0.08701138
3	0.13235294	0.86764706	155	0.14197026
4	0.18137255	0.81862745	162	0.20012618
5	0.23039216	0.76960784	168	0.26187419
6	0.27941176	0.72058824	170	0.32768741
7	0.32843137	0.67156863	172	0.39813907
8	0.37745098	0.62254902	191	0.47393291
9	0.42647059	0.57352941	198	0.55594606
10	0.4754902	0.5245098	199	0.64529116
11	0.5245098	0.4754902	200	0.74340902
12	0.57352941	0.42647059	210	0.85221188
13	0.62254902	0.37745098	220	0.97431457
14	0.67156863	0.32843137	222	1.11342737
15	0.72058824	0.27941176	223	1.27506873
16	0.76960784	0.23039216	235	1.46797239
17	0.81862745	0.18137255	235	1.70720208
18	0.86764706	0.13235294	242	2.02228313
19	0.91666667	0.08333333	246	2.48490665
20	0.96568627	0.03431373	250	3.37220984

Anexo n° 8: Datos – confiabilidad exponencial

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 9: Gráfico confiabilidad exponencial.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Realizando el modelo exponencial obtenemos los siguientes resultados, los cuales en primera instancia son positivos para la empresa.

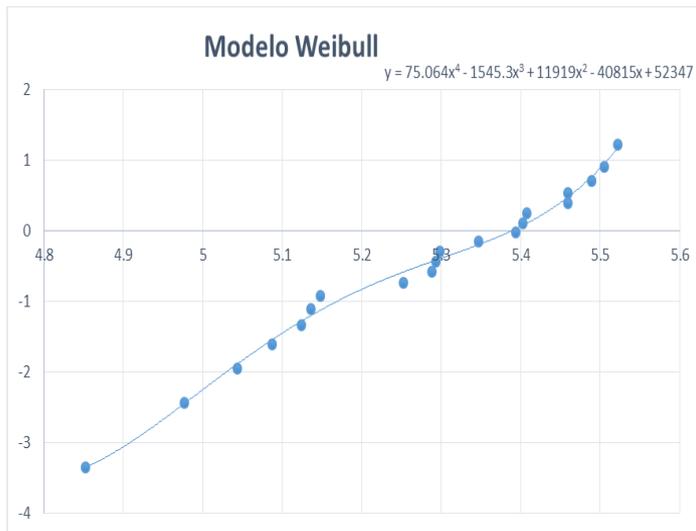
- Correlación: 0.87735216
- Pendiente: 35.8510523 Lambda
- MTTF: 0.02789. horas

Confiabilidad Weibull

i	F(t)	R(t)	t	Ln t	LN LN 1/R
1	0.03431373	0.96568627	128	4.85203026	-3.3548025
2	0.08333333	0.91666667	145	4.97673374	-2.4417164
3	0.13235294	0.86764706	155	5.04342512	-1.9521377
4	0.18137255	0.81862745	162	5.08759634	-1.6088072
5	0.23039216	0.76960784	168	5.12396398	-1.3398911
6	0.27941176	0.72058824	170	5.13579844	-1.1156952
7	0.32843137	0.67156863	172	5.14749448	-0.9209539
8	0.37745098	0.62254902	191	5.25227343	-0.7466895
9	0.42647059	0.57352941	198	5.28826703	-0.587084
10	0.4754902	0.5245098	199	5.29330482	-0.4380537
11	0.5245098	0.4754902	200	5.29831737	-0.2965089
12	0.57352941	0.42647059	210	5.34710753	-0.1599201
13	0.62254902	0.37745098	220	5.39362755	-0.0260211
14	0.67156863	0.32843137	222	5.40267738	0.10744298
15	0.72058824	0.27941176	223	5.40717177	0.24300008
16	0.76960784	0.23039216	235	5.45958551	0.38388212
17	0.81862745	0.18137255	235	5.45958551	0.53485582
18	0.86764706	0.13235294	242	5.48893773	0.70422713
19	0.91666667	0.08333333	246	5.50533154	0.91023509
20	0.96568627	0.03431373	250	5.52146092	1.21556827

Anexo n° 10: Datos – confiabilidad weibull.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.



Anexo n° 11: Gráfico confiabilidad weibull.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Realizando el modelado weibull obtenemos los siguientes resultados, los cuales en primera instancia son positivos para la empresa.

- Correlación: 0.98981993742
- Pendiente: 6.05495932 (BETA)
- Intersección: -32.479729
- ETA: 213.610257
- MTTF: 198.270258 ETA*GAMA
- GAMMA: 0.92818697

Mantenimiento Correctivo

EMPRESA ELIO AUTOMOTRIZ RACING E.I.R.L

Maquinaria: Compresora

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
A	MOTOR DE 2 POLOS DE ALTA CONFIABILIDAD	UNIDAD	1	S/1,500.00	S/1,500.00	S/2,500.00
	FILTRO DE ASPIRACIÓN	UNIDAD	1	S/600.00	S/600.00	
	VISOR DE NIVEL DE ACEITE	UNIDAD	4	S/100.00	S/400.00	

COSTO DE MANO DE OBRA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
B	TÉCNICO ALTAMENTE ESPECIALIZADO	HORA/HOMBRE	8	S/30.00	S/240.00	S/440.00
	TÉCNICO CALIFICADO	HORA/HOMBRE	8	S/15.00	S/120.00	
	AYUDANTE TÉCNICO	HORA/HOMBRE	8	S/10.00	S/80.00	

C= A+B	COSTO DIRECTO				S/2,940.00	
D= 0.1* (C)	GASTOS DE MANTENIMIENTO				0.1	0.2
E= 0.15 *(C+D)	GASTOS ADMINISTRATIVOS				S/294.00	S/588.00
					0.15	0.3
F= 0.15* (C+D+E)	GASTOS GENERALES				S/485.10	S/1,058.40
					0.15	0.3
G= 0.20* (C+D+E+F)	GASTO DE VENTAS				S/557.87	S/1,375.92
					0.2	0.4
					S/855.39	S/2,384.93
TOTAL					S/5,132.36	S/8,347.25

Anexo n° 12: Mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

ÁNALISIS DE PERTINENCIA

PRESUPUESTO MÍNIMO	S/5,132.36
PRESUPUESTO MÁXIMO	S/8,347.25
PRESUPUESTO DEL POSTOR	S/8,000.00

VIDA ÚTIL	10	AÑOS
COSTO DE MANTEN.PREV.ACUMULADO	S/3,600.00	
DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO	S/7,200.00	
COSTO DE EQUIPO NUEVO	S/36,000.00	

VALOR ACTUAL	S/17,200.00	
	47.78%	PUNTO DE DECISIÓN

Anexo n° 13: Análisis mantenimiento correctivo.

Fuente: Elaboración propia

Si el costo actual es menor al 40% no conviene hacer un Mant. Correctivo, es mejor comprar una nueva máquina. Por lo tanto se recomienda hacer el mantenimiento porque ha pasado el tope máximo de 40%.

ÁNÁLISIS DE PERTINENCIA TOMA DE DECISIONES	
PROPUESTA DEL POSTOR	S/8,000.00
COSTO DE MANTEN.PREV.ACUMULADO	S/3,600.00
DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO	S/7,200.00
TOTAL	S/18,800.00
COSTO DE EQUIPO NUEVO	S/36,000.00

Anexo n° 14: Análisis toma de decisiones de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Si se recomienda realizar el mantenimiento correctivo del equipo ya que los gastos de mantenimiento no excede el costo permisible del 60%, obteniendo como cálculo gastos total de 52.22%, siendo equivalente a \$18800

En conclusión, se recomienda contratar a una empresa externa, para realizar el mantenimiento correctivo del Equipo ; ya que el analisis de pertinencia de la propuesta del postor está dentro de los márgenes establecidos y en el analisis de pertinencia de mantenimiento correctivo esta es menor al costo permisible del mantenimiento de 60%.

- **Pronóstico de la demanda.**

Base de datos:

Vehículos	N° de trabajadores
Autos	10
Camionetas	10
Camiones	10

DÍAS TRABAJADOS / MES	
Enero	26
Febrero	26
Marzo	26
Abril	26
Mayo	26
Junio	26
Julio	26
Agosto	26
Setiembre	26
Octubre	26
Noviembre	26
Diciembre	26
TOTAL	312

Anexo n° 15: Pronóstico de la demanda.

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Base de datos de los tres tipos de unidades vehiculares que la empresa atiende.

Horizonte de Pronóstico: Un año.

DEMANADA REAL AUTOS AÑO 2016		
	MES	DEMANDA
Enero	1	13
Febrero	2	10
Marzo	3	11
Abril	4	12
Mayo	5	13
Junio	6	13
Julio	7	10
Agosto	8	11
Setiembre	9	12
Octubre	10	13
Noviembre	11	11
Diciembre	12	13

Anexo n° 16: Demanda real año 2016 - autos

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Adjuntando la data que nos brindó la empresa, esta es la cantidad de autos que se atienden en el horizonte de un mes. Teniendo más demanda el mes de enero, mayo, junio, octubre y diciembre.

DEMANADA REAL CAMIONETAS AÑO 2016		
	MES	DEMANDA
Enero	1	10
Febrero	2	11
Marzo	3	8
Abril	4	9
Mayo	5	8
Junio	6	10
Julio	7	9
Agosto	8	8
Setiembre	9	12
Octubre	10	10
Noviembre	11	8
Diciembre	12	13

Anexo n° 17: Demanda real año 2016 - camionetas

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Adjuntando la data que nos brindó la empresa, esta es la cantidad de camionetas que se atienden en el horizonte de un mes. Teniendo más demanda el mes de febrero, mayo, setiembre y diciembre.

DEMANADA REAL CAMIONES AÑO 2016		
	MES	DEMANDA
Enero	1	2
Febrero	2	1
Marzo	3	2
Abril	4	3
Mayo	5	1
Junio	6	1
Julio	7	3
Agosto	8	2
Setiembre	9	3
Octubre	10	1
Noviembre	11	1
Diciembre	12	2

Anexo n° 18: Demanda real año 2016 - camiones

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Adjuntando la data que nos brindó la empresa, esta es la cantidad de camiones que se atienden en el horizonte de un mes. Teniendo más demanda el mes de julio y setiembre

➤ **Pronóstico de autos:**

REPARACION DE VEHÍCULOS TIPO AUTO AÑO 2016													a	b
													11.52	0.05
MES	VENTAS	Periodo (x)	Demanda (y)	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico Suavizado (Ft)	Tendencia Suavizada (Tt)	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	X ²	x ^y	Regresión Lineal	x	y=a+bx
Enero	13	1	13				85	10	95	1	13	81	1	12
Febrero	10	2	10			70.6	78.6	5.08	83.68	4	20	81	2	12
Marzo	11	3	11			58.48	68.9	0.7	69.60	9	33	81	3	12
Abril	12	4	12	11.33	10.9	49	57.9	-2.9	55.03	16	48	82	4	12
Mayo	13	5	13	11.00	11.5	42	46.4	-5.4	40.98	25	65	82	5	12
Junio	13	6	13	12.00	12.5	36	35.4	-7.1	28.27	36	78	82	6	12
Julio	10	7	10	12.67	12.9	31	25.2	-8.0	17.18	49	70	82	7	12
Agosto	11	8	11	12.00	11.2	27	15.7	-8.5	7.28	64	88	83	8	12
Setiembre	12	9	12	11.33	10.9	24	8.0	-8.2	-0.22	81	108	83	9	12
Octubre	13	10	13	11.00	11.5	21	2.2	-7.5	-5.28	100	130	83	10	12
Noviembre	11	11	11	12.00	12.5	20	-1.6	-6.4	-8.04	121	121	84	11	12
Diciembre	13	12	13	12.00	11.7	18	-4.2	-5.3	-9.50	144	156	84	12	12
Enero	¿?			12.33	12.4	17	-5.0	-3.9	-8.92					
TOTAL	142	78	142						365	650	930			

Anexo n° 19: Pronóstico de la demanda - autos

Fuente: Elaboración propia

Promedio (x)	Promedio (y)
6.5	11.83

x= (Producción
estimada) 85

α = (Constante de
suavizamiento) 0.2

Método de Hold (Datos)	
Ft Inicial (Según estimación de la organización)=	85
Tt Inicial (Ajuste de Tendencia)=	10
α =	0.2
β =	0.3

$$b = \frac{7}{143}$$

$$b = 0.0490$$

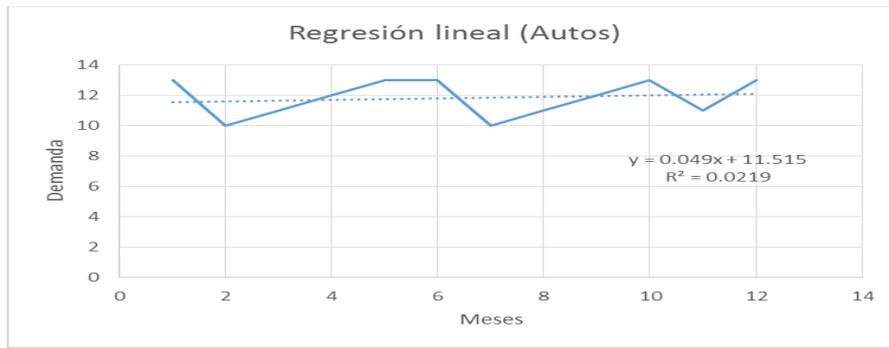
$$a = 11.515$$

y=	0.0490x+11.515
----	----------------

Cálculo del MAD							Cálculo de la Señal de Rastreo (SR)						
MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtT)	Regresión Lineal	MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtT)	Regresión Lineal
Enero	13			-72.00	82.00	68	Enero	13			-72.00	-82.00	-68
Febrero	10			60.60	73.68	71	Febrero	10			-60.60	-73.68	-71
Marzo	11			47.48	58.60	70	Marzo	11			-47.48	-58.60	-70
Abril	12	0.67	1.1	36.98	43.03	70	Abril	12	0.67	1.1	-36.98	-43.03	-70
Mayo	13	2.00	1.5	28.59	27.98	69	Mayo	13	2.00	1.5	-28.59	-27.98	-69
Junio	13	1.00	0.5	22.87	15.27	69	Junio	13	1.00	0.5	-22.87	-15.27	-69
Julio	10	2.67	2.9	21.30	7.18	72	Julio	10	-2.67	-2.9	-21.30	-7.18	-72
Agosto	11	-1.00	-0.2	16.04	3.72	72	Agosto	11	-1.00	-0.2	-16.04	3.72	-72
Setiembre	12	0.67	1.1	11.83	12.22	71	Setiembre	12	0.67	1.1	-11.83	12.22	-71
Octubre	13	2.00	1.5	-8.46	18.28	70	Octubre	13	2.00	1.5	-8.46	18.28	-70
Noviembre	11	-1.00	-1.5	-8.77	19.04	73	Noviembre	11	-1.00	-1.5	-8.77	19.04	-73
Diciembre	13	1.00	1.3	5.02	22.50	71	Diciembre	13	1.00	1.3	-5.02	22.50	-71
	Σ	8.00	8.20	161.47	383.49	846		Σ	2.67	2.40	-339.93	-231.99	-846
	MAD	0.89	0.91	13.46	31.96	71		SR	3.00	2.63	-25.26	-7.26	-12

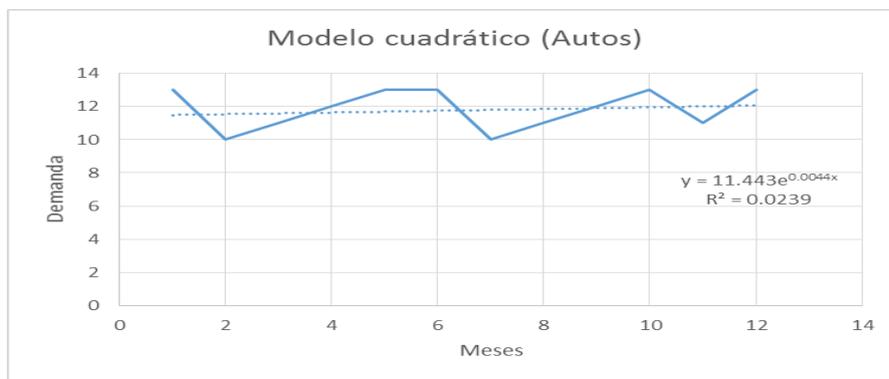
Anexo n° 20: MAD y señal de rastreo

Fuente: Elaboración propia



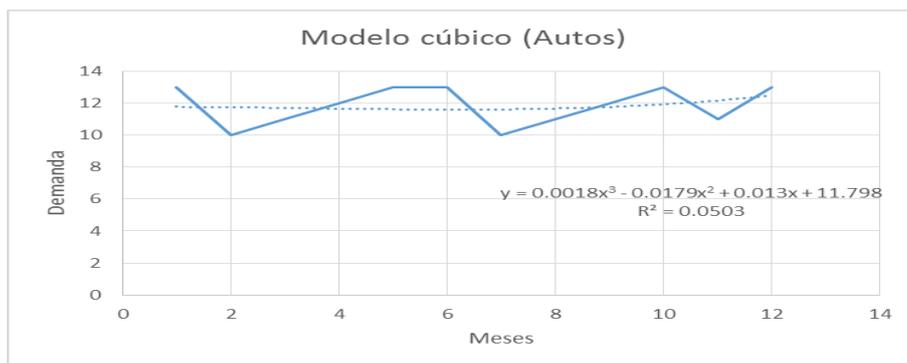
Anexo n° 21: Gráfico regresión lineal - autos

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 22: Gráfico modelo cuadrático - autos

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 23: Gráfico modelo cúbico - autos

Fuente: Elaboración propia

Analizando los diversos tipos de pronóstico, observamos que el modelo cúbico es el que más se ajusta a la tendencia, debido a que muestra un crecimiento mayor en los últimos meses y el coeficiente de correlación es más próximo a la unidad.

➤ **Pronóstico de camionetas:**

REPARACIÓN DE VEHÍCULOS TIPO CAMIONETAS AÑO 2016												
MES	VENTAS	Periodo (x)	Demanda (y)	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico Suavizado (Ft)	Tendencia Suavizada (Tt)	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	X ²	x*y	Regresión Lineal
Enero	10	1	10				10	5	15.00	1	10	52.63
Febrero	11	2	11			10.00	15.50	4.55	20.05	4	22	52.18
Marzo	8	3	8			10.20	20.25	4.11	24.36	9	24	51.73
Abril	9	4	9	9.67	9.1	9.76	23.52	3.62	27.14	16	36	51.29
Mayo	8	5	8	9.33	8.9	9.61	26.23	3.17	29.39	25	40	50.84
Junio	10	6	10	8.33	8.3	9.29	28.06	2.72	30.77	36	60	50.39
Julio	9	7	9	9.00	9.3	9.43	29.69	2.34	32.03	49	63	49.94
Agosto	8	8	8	9.00	9.2	9.34	30.63	1.96	32.59	64	64	49.50
Setiembre	12	9	12	9.00	8.5	9.07	30.93	1.60	32.53	81	108	49.05
Octubre	10	10	10	9.67	10.5	9.66	31.68	1.35	33.03	100	100	48.60
Noviembre	8	11	8	10.00	10.4	9.73	31.73	1.09	32.82	121	88	48.15
Diciembre	13	12	13	10.00	9	9.38	31.14	0.81	31.95	144	156	47.70
Enero	¿?			10.33	11.2	10.11	31.35	0.67	32.02	650	771	
TOTAL	116	78	116									
Promedio		6.5	9.67									

x= (Producción estimada)	10
α= (Constante de suavizamiento)	0.2

Método de Hold (Datos)	
Ft Inicial (Según estimación de la organización)=	10
Tt Inicial (Ajuste de Tendencia)=	5
α=	0.2
β=	0.1

$$b = \frac{17}{143}$$

$$b = 0.1189$$

$$a = 8.894$$

y=	0.1189x+8.894
-----------	----------------------

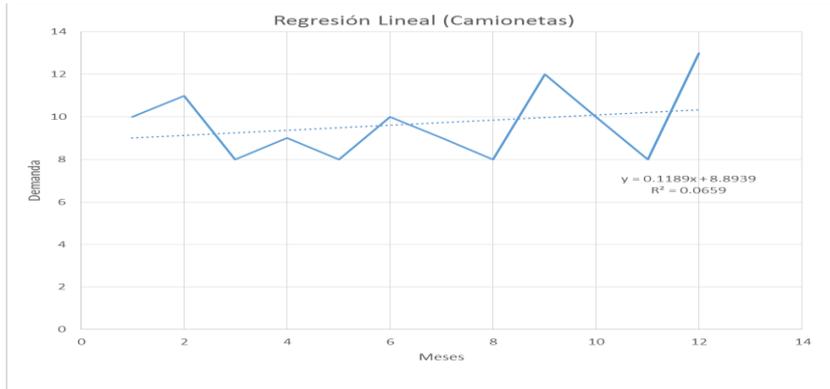
Anexo n° 24: Pronóstico de camionetas

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del MAD							Cálculo de la Señal de Rastreo (SR)						
MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	Regresión Lineal	MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	Regresión Lineal
Enero	10			0	-5.00	42.63	Enero	10			0	-5.00	-42.63
Febrero	11			1.00	9.05	41.18	Febrero	11			1.00	-9.05	-41.18
Marzo	8			2.20	16.36	43.73	Marzo	8			-2.20	-16.36	-43.73
Abril	9	0.67	0.1	0.76	18.14	42.29	Abril	9	-0.67	-0.1	-0.76	-18.14	-42.29
Mayo	8	1.33	0.9	1.61	21.39	42.84	Mayo	8	-1.33	-0.9	-1.61	-21.39	-42.84
Junio	10	1.67	1.7	0.71	20.77	40.39	Junio	10	1.67	1.7	0.71	-20.77	-40.39
Julio	9	0.00	0.3	0.43	23.03	40.94	Julio	9	0.00	-0.3	-0.43	-23.03	-40.94
Agosto	8	1.00	1.2	1.34	24.59	41.50	Agosto	8	-1.00	-1.2	-1.34	-24.59	-41.50
Setiembre	12	3.00	3.5	2.93	20.53	37.05	Setiembre	12	3.00	3.5	2.93	-20.53	-37.05
Octubre	10	0.33	0.5	0.34	23.03	38.60	Octubre	10	0.33	-0.5	0.34	-23.03	-38.60
Noviembre	8	2.00	2.4	1.73	24.82	40.15	Noviembre	8	-2.00	-2.4	-1.73	-24.82	-40.15
Diciembre	13	3.00	4	3.62	18.95	34.70	Diciembre	13	3.00	4	3.62	-18.95	-34.70
	∑	13.00	14.6	16.67	215.67	486.00		∑	3.00	3.8	0.53	-225.67	-486.00
	MAD	1.44	1.622222222	1.39	17.97	40.50		SR	2.08	2.34	0.38	-12.56	-12.00

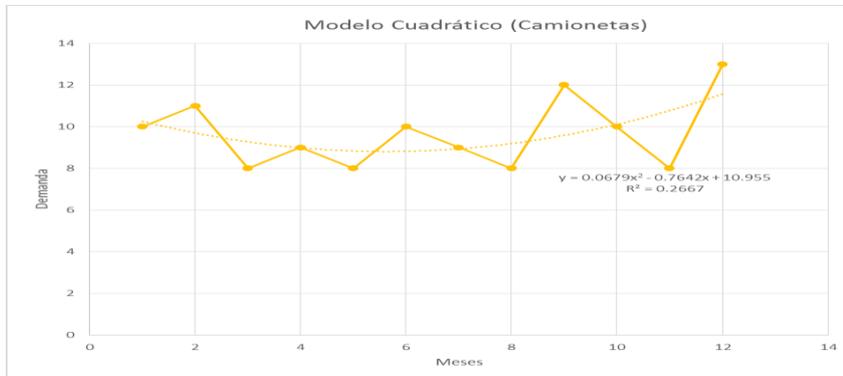
Anexo n° 25: MAD y señal de rastreo - camionetas

Fuente: Elaboración propia



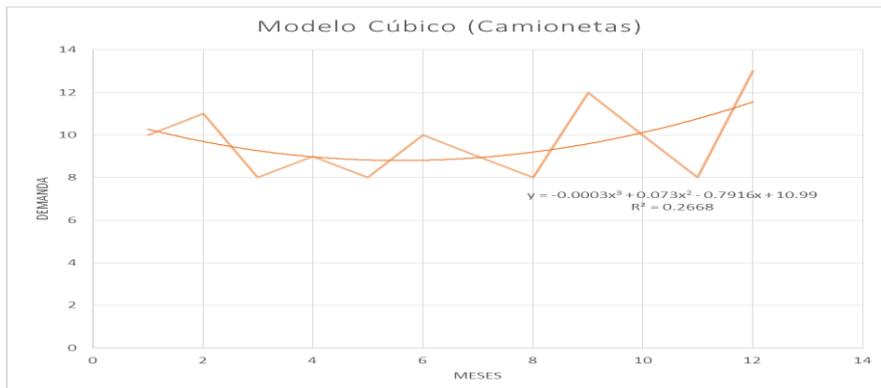
Anexo n° 26: Gráfico regresión lineal - camionetas

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 27: Gráfico modelo cuadrático - camionetas

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 28: Gráfico modelo cúbico - camionetas

Fuente: Elaboración propia

Analizando los diversos tipos de pronóstico, observamos que el modelo cúbico es el que más se ajusta a la tendencia, debido a que muestra un crecimiento mayor en los últimos meses y el coeficiente de correlación es más próximo a la unidad.

➤ **Pronóstico de camiones:**

REPARACIÓN DE VEHÍCULOS TIPO CAMIÓN AÑO 2016												
MES	VENTAS	Periodo (x)	Demanda (y)	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico Suavizado (Ft)	Tendencia Suavizada (Tt)	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	X ²	x*y	Regresión Lineal
Enero	2	1	2				3.00	1.00	4.00	1	2	54.67
Febrero	1	2	1			2.80	3.20	0.62	3.82	4	2	55.21
Marzo	2	3	2			2.44	2.87	0.34	3.21	9	6	55.76
Abril	3	4	3	1.67	1.7	2.35	2.65	0.18	2.83	16	12	56.30
Mayo	1	5	1	2.00	2.5	2.48	2.58	0.10	2.68	25	5	56.85
Junio	1	6	1	2.00	1.7	2.19	2.08	0.01	2.09	36	6	57.39
Julio	3	7	3	1.67	1.2	1.95	1.66	-0.04	1.63	49	21	57.94
Agosto	2	8	2	1.67	2.2	2.16	1.74	-0.01	1.73	64	16	58.49
Setiembre	3	9	3	2.00	2.2	2.13	1.61	-0.02	1.59	81	27	59.03
Octubre	1	10	1	2.67	2.7	2.30	1.71	0.00	1.71	100	10	59.58
Noviembre	1	11	1	2.00	1.7	2.04	1.40	-0.03	1.36	121	11	60.12
Diciembre	2	12	2	1.67	1.2	1.83	1.15	-0.04	1.11	144	24	60.67
Enero	¿?			1.33	1.6	1.87	1.18	-0.02	1.15	650	142	
TOTAL	22	78	22									
Promedio		6.5	1.83									

x= (Producción estimada)	3
α= (Constante de suavizamiento)	0.2

Método de Hold (Datos)	
Ft Inicial (Según estimación de la organización)=	3
Tt Inicial (Ajuste de Tendencia)=	1
α=	0.2
β=	0.1

$$b = \frac{-1}{143}$$

$$b = -0.0070$$

$$a = 1.879$$

y=	1.879-0.007 x
----	---------------

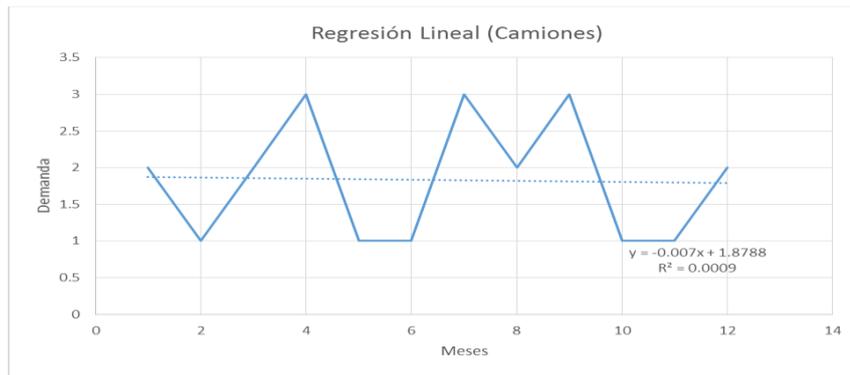
Anexo n° 29: Pronóstico de la demanda - camionetas

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del MAD							Cálculo de la Señal de Rastreo (SR)						
MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	Regresión Lineal	MES	VENTAS	Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavizado Exponencial	Pronóstico incluido a la tendencia (FtTt)	Regresión Lineal
Enero	2			-1	-2.00	52.67	Enero	2			-1	-2.00	-52.67
Febrero	1			1.80	2.82	54.21	Febrero	1			-1.80	-2.82	-54.21
Marzo	2			0.44	1.21	53.76	Marzo	2			-0.44	-1.21	-53.76
Abril	3	1.33	1.3	0.65	0.17	53.30	Abril	3	1.33	1.3	0.65	0.17	-53.30
Mayo	1	1.00	1.5	1.48	1.68	55.85	Mayo	1	-1.00	-1.5	-1.48	-1.68	-55.85
Junio	1	1.00	0.7	1.19	1.09	56.39	Junio	1	-1.00	-0.7	-1.19	-1.09	-56.39
Julio	3	1.33	1.8	1.05	1.37	54.94	Julio	3	1.33	1.8	1.05	1.37	-54.94
Agosto	2	0.33	0.2	0.16	0.27	56.49	Agosto	2	0.33	-0.2	-0.16	0.27	-56.49
Setiembre	3	1.00	0.8	0.87	1.41	56.03	Setiembre	3	1.00	0.8	0.87	1.41	-56.03
Octubre	1	1.67	1.7	1.30	0.71	58.58	Octubre	1	-1.67	-1.7	-1.30	-0.71	-58.58
Noviembre	1	1.00	0.7	1.04	0.36	59.12	Noviembre	1	-1.00	-0.7	-1.04	-0.36	-59.12
Diciembre	2	0.33	0.8	0.17	0.89	58.67	Diciembre	2	0.33	0.8	0.17	0.89	-58.67
	∑	9.00	9.5	9.15	10.00	670.00		∑	-0.33	-0.1	-5.67	-5.76	-670.00
	MAD	1.00	1.0555556	0.76	0.83	55.83		SR	-0.33	-0.09	-7.44	-6.91	-12.00

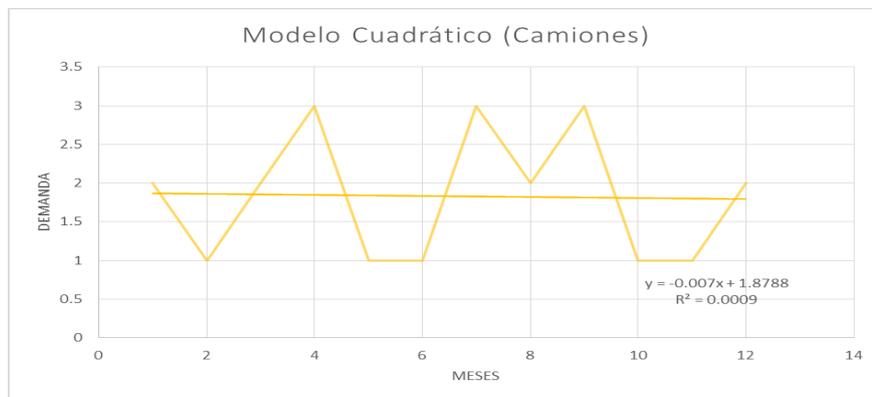
Anexo n° 30: MAD y señal de rastreo - camionetas

Fuente: Elaboración propia



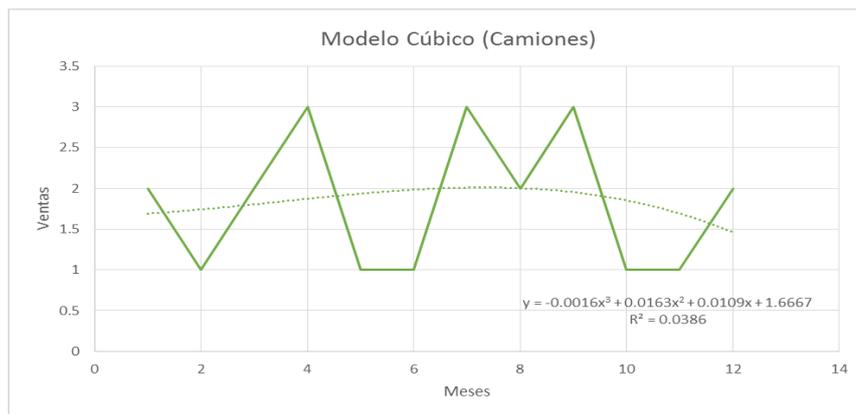
Anexo n° 31: Gráfico regresión lineal - camiones

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 32: Gráfico modelo cuadrático - camiones

Fuente: Elaboración propia



Anexo n° 33: Gráfico modelo cúbico- camiones

Fuente: Elaboración propia

Analizando los diversos tipos de pronóstico, observamos que el modelo cúbico es el que más se ajusta a la tendencia, debido a que muestra un crecimiento mayor en los últimos meses y el coeficiente de correlación es más próximo a la unidad.



Anexo n° 34: Camión terminado placa M2N-732

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

Autocaj

DIRECCION :	PROLONG: REVILLA PEREZ N°675	
FECHA :	16/01/2017	
CLIENTE :	SERV. OPERALES CASHUAMARCA GIRL	
SEGURO :	PACIFICO PERUANO SUIZA CIA DE SEGUROS Y REASEGUROS	
PLACA:	M2N-732	AÑO: 2017
MARCA:	MERCEDES -ACTROS	
MOTOR:	54194400784303	
SERIE:	WD39HDAAYCL587170	

PROFORMA DE REPUESTOS N° 10203

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	MONEDA DOLARES
1	1	Parabrisa del.	478.00
2	1	Junta parabrisa	118.35
3	1	Capa interior parabrisa	44.24
4	1	Moldura de pilar	68.88
5	1	Acceso	480.00
6	1	Estribo	67.00
7	4	Clip	10.23
8	1	Alojamiento	276.33
9	1	Alojamiento loy cl	356.44
10	1	Acceso	889.33
11	1	Designacion de modelo	9.98
12	1	Emblema	9.98
13	1	Designacion de modelo "4"	8.82
14	1	Designacion de modelo	8.82
15	1	Retrovisor ext. Izq. .com	820.44
16	1	Cubierta post. De espejo	42.33
17	1	Cubierta	13.22
18	1	Cubierta brazo espejo	13.22
19	1	Soporte espejo retrovisor .ac	242.34
20	1	Faro delt. Actros rh	420.22
21	1	Faro izq. Loy	232.44
22	1	Farol derecho	232.44
23	1	Luz de posicion	29.66
24	1	Amp.l 54v-6423	0.56
25	1	Luz intermitente otd	48.00
26	1	Faro post. Lh exsnp	85.00
27	1	Faro post. rh exsnp	85.00
28	1	Parach. Rh	344.23
29	1	Parach. lh	330.24
30	1	Parachoques del.	119.22

Rep. taller #8

NIC

Rep. taller #80

Rep. taller #80

Rep. taller #50

Anexo n° 35: Proforma de camión placa M2N-732

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

31	1	Silenciador escape	1200.00	Rep taller # 80
32	1	Chapa protector ac	60.60	Rep taller # 20
33	1	Chapa protector	132.33	Rep taller # 40
34	1	Amortiguador cabina post.	96.35	
35	1	Bloqueo cabina	197.26	obs
36	1	Bloqueo cabina	297.33	obs
37	1	Amortiguador cabina	273.66	
38	1	Deflector	998.36	Rep taller # 8
39	1	Antenna head	186.30	
40	1	Set escobilla limpiapara	46.33	
41	1	Revestimiento poste apar.	52.33	
42	1	Deposito combustible	2253.00	Rep taller # 50
43	1	Puerta otd	1266.00	
44	1	Bisagra puerta sup. Lh	136.35	
45	1	Bisagra puerta inf. Lh	220.00	
46	1	Revestimiento otd.	1250.00	
47	1	Junta	67.00	
48	1	Junta	33.00	
49	1	Marco de ventana	75.00	
50	1	Guia deslizam. Cristal.	27.00	
51	1	Cojinete	69.36	
52	1	Llanta triangle 11R225 146	886.44	obs. cot. tercer
53	1	Aro de fierro	310.00	
54	1	Faro delt. Actros lh	420.22	
55	1	Tablero int. De cabina	750.00	Rep taller # 10
SUBTOTAL REPUESTOS \$:			17198.18	

PROFORMA DE MANO DE OBRA N° 10203

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	MONEDA DOLARES	
1	6	D/m de tornamesa	84.00	70
2	25	D/m de coronas	480.00	350
3	25	D/m de caja de cambios	350.00	250
4	6	D/m de tanque de combustible	84.00	70
5	10	D/m de tanque de aire	140.00	120
6		D/m de base de soporte de cabina	50.00	
7		D/m de motor	650.00	380
8		D/m de radiador e intercooler	240.00	180
9	12	D/m de sist. De direccion	168.00	120
10		D/m de silenciar escape	50.00	
11		D/m de tubo para limpieza	200.00	100
12		D/m de carter para verificar metales	300.00	220
13		D/m de culatas para inspeccionar camisetas	600.00	400
14		D/m de base de filtro de aire	50.00	
15		D/m de mangueras sistema neumatico	250.00	200
16		D/m de sistema electrico y modulos chasis	280.00	200

Anexo n° 36: Proforma de camión placa M2N-732

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.

17		D/m de eje del.	200.00	180
18		D/m de parach. Del.	84.00	✓
19		D/m de cabina	560.00	320
20		D/m de conjunto embrague	58.00	N/C
21	10	D/m de tapiz de techo	140.00	
22	10	D/m de acientos piloto y copiloto	140.00	220
23		D/m de parabrisa del.	120.00	80
24	6	D/m de puerta del. Lh mas acc.	84.00	✓
25	4	D/m de parach. Del. Mas acc.	56.00	N/C
26	2	D/m de faros post. Lh y rh	28.00	✓
27	3	D/m de guard. Del. Lh y rh	42.00	✓
28	6	D/m de tapabarro del. Rh y lh	84.00	56
29	10	D/m de sist. Electrico	140.00	N/C
30	10	D/m de conducto de filtro aire post. Rh	140.00	N/C
31	4	Centrado de tablero	56.00	✓
32	6	D/m de panel del.	84.00	✓
33		D/m de sist. Mecanico	250.00	700
34		Traccionamiento y planchado de cabina	400.00	
35	1	Planchado y centrado de techo	700.00	
36	1	Planchado de panel lateral lh y rh	400.00	\$5274
37	1	Planchado de poste post. Lh	280.00	+
38	1	Planchado de poste del. Lh	280.00	\$5000
39	1	Planchado de panel post. De cabina	300.00	
40	1	Planchado de panel de parach. Del.	240.00	
41	1	Planchado y centrado de tanque de combustible	320.00	
42	1	Traccionamiento de chasis	1850.00	
43	10	Planchado de guard. Del. Lh y rh	140.00	
44	16	Planchado de puerta del. Rh	224.00	
45	10	Planchado de panel post. Rh	140.00	
46		Pintado de puerta del. Lh y rh 03 paños	180.00	
47		Pintado de panel del. 04 paños	240.00	
48		Pintado de guard. Del. Lh y rh 02 paños	120.00	
49		Pintado de panel post. Lh 02 paños	120.00	
50		Pintado de panel post. rh 02 paños	120.00	\$2220
51		Pintado de techo 10 paños	600.00	+
52		Pintado de poste del. Lh y rh 02 paños	120.00	
53		Pintado de tablero 02 paños	120.00	\$1850
54		Pintado de estribo lh y rh 01 paño	60.00	
55		Pintado molduras lh y rh de puertas 02 paños	120.00	
56		Pintado de panel post. 08 paños	480.00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA \$:			13788.00	
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA Y REPUESTOS \$:			30986.18	
TOTAL INCLUIDO IGV \$:			36563.69	

AJUSTE ACEPTADO POR EL TALLER

Asesor: Roxana Guzmán Cuevara
 Cliente: *[Signature]*

F. ingreso: 09/01/2017

F. asignación: 07/01/2017

F. presupuesto: 10/01/2017

F. ajuste: 10/01/2017

F. revisión: 10/02/2017

SU. 1000 122355

Deductible: 10% MIN

+ IGV

APROBADO

[Signature]

Anexo n° 37: Proforma de camión placa M2N-732

Fuente: Elio Automotriz Racing E.I.R.L.