



**Estudio de tiempos y movimientos en el centro de colisiones del Concesionario Imbauto S.A.
de la ciudad de Ibarra – Implementación de un manual de procesos de taller mediante un sistema de
control programado**

Viteri Vivas, Jonathan Iván

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Titulación, previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

31 de agosto de 2021

Latacunga



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Estudio De Tiempos Y Movimientos En El Centro De Colisiones Del Concesionario IMBAUTO S.A. De La Ciudad De Ibarra – Implementación De Un Manual De Procesos De Taller Mediante Un Sistema De Control Programado”** fue realizado por el señor **Viteri Vivas, Jonathan Iván**, el cual ha sido revisado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 31 de agosto de 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**LEONIDAS
ANTONIO QUIROZ
ERAZO**

.....
Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio
C.C.: 0502509995

Urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Viteri_Vivas_Jonathan_Trabajo_de_titulación (1).pdf (D111679044)
Submitted: 8/25/2021 6:45:00 PM
Submitted By: loretaibarra@yahoo.es
Significance: 5 %

Sources included in the report:

RECONSTRUCCION EXTERNA DE LA CARROCERIA DE UN CHEVROLET TROOPER.docx (D30179045)
 TESIS (SANTIAGO PAUCAR ZAMBRANO).pdf (D19319968)
<https://www.bolsadevaloresguayaquil.com/sigcv/Opciones%20de%20Inversion/Renta%20Fija/Prospectos/Emisores%20Cancelados/IMBAUTO%20S.A/Obligaciones/Calificaci%C3%B3n%20de%20Riesgo%20IMBAUTO%201era%20Obligaciones%2023mar16.pdf>
<http://andersoncomputacion.blogspot.com/2012/05/imbauto.html>
<http://dSPACE.uazuay.edu.ec/handle/datos/1426>
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-numero-de-accidentes-de-transito-en-ecuador-se-redujo-en-un-152-en-el-2016/>
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/herramientas-taller-chapa-y-pintura>
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6575>
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2326/INDU-ROM-RUJ-SEM-2020.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy>
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7261/1/REP_JOS%C3%89.MAG%C3%81N_DISE%C3%91O.DE.INGENIERIA.pdf
<https://1library.co/document/zkwone4z-optimizacion-produccion-bombones-artesanal-estandarizacion-actividades-metodologia-movimientos.html>
<http://anyflip.com/kjptl/opyy/basic/351-400>
<https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/04/disec3b1o-de-guias-de-laboratorio-de-la-catedra-de-ingenieria-de-metodos1.pdf>
<https://www.monografias.com/docs112/estudio-ingenieria-metodos-taller-joyeria-darhian-c-a/estudio-ingenieria-metodos-taller-joyeria-darhian-c-a.shtml>

Instances where selected sources appear:

34

Firma:



Firmado electrónicamente por:
 LEONIDAS
 ANTONIO QUIROZ
 ERAZO

.....
 Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio
 DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autoría de responsabilidad

Yo, **Viteri Vivas, Jonathan Iván**, con cédula de ciudadanía n° 172307031-2, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Estudio De Tiempos Y Movimientos En El Centro De Colisiones Del Concesionario Imbauto S.A. De La Ciudad De Ibarra – Implementación De Un Manual De Procesos De Taller Mediante Un Sistema De Control Programado** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 31 de agosto de 2021

Firma:

.....
Viteri Vivas, Jonathan Iván
C.C.: 1723070312



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Yo, **Viteri Vivas, Jonathan Iván**, con cédula de ciudadanía N° 1723070312 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Estudio De Tiempos Y Movimientos En El Centro De Colisiones Del Concesionario Imbauto S.A. De La Ciudad De Ibarra – Implementación De Un Manual De Procesos De Taller Mediante Un Sistema De Control Programado** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 31 de agosto de 2021

Firma:

.....
Viteri Vivas, Jonathan Iván
C.C.: 1723070312

Dedicatoria

Este trabajo de titulación se lo dedico
a mi esposa, madre y hermanos,
quienes me han brindado su apoyo
incondicional en todo momento
y han persistido en la culminación
de la tesis.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, quien me guio y acompañó

en la decisión de estudiar en una

ciudad lejos de mi hogar,

agradezco a mi familia por apoyarme

en las decisiones tomadas,

finalmente agradezco a mis profesores

que supieron impartir sus conocimientos

para formarnos como profesionales.

Tabla de contenidos

| | |
|--|----|
| Carátula..... | 1 |
| Certificación | 2 |
| Urkund | 3 |
| Autoría de responsabilidad | 4 |
| Autoría de publicación | 5 |
| Dedicatoria..... | 6 |
| Agradecimiento | 7 |
| Tabla de contenidos..... | 8 |
| Índice de tablas..... | 12 |
| Índice de figuras..... | 14 |
| Resumen | 17 |
| Abstract..... | 18 |
| Generalidades..... | 19 |
| Antecedentes investigativos..... | 19 |
| Planteamiento del problema. | 22 |
| Descripción resumida del proyecto..... | 24 |
| Justificación e importancia. | 25 |
| Objetivos del proyecto. | 26 |
| <i>Objetivo General</i> | 26 |
| <i>Objetivos Específicos</i> | 27 |
| Metas..... | 28 |
| Hipótesis. | 28 |

| | |
|---|-----------|
| Variables de la investigación. | 29 |
| <i>Variable Dependiente:</i> | <i>29</i> |
| <i>Variable Independiente:.....</i> | <i>31</i> |
| Marco teórico | 33 |
| Imbauto..... | 33 |
| <i>Misión.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Visión.....</i> | <i>34</i> |
| Enderezada y Reparación de Carrocería | 35 |
| Preparación de superficies | 38 |
| Aplicación de Pinturas..... | 40 |
| <i>Identificación del color:.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Tipos de acabado:.....</i> | <i>41</i> |
| Máquinas y herramientas..... | 42 |
| Productividad, estudio del trabajo y factor humano..... | 43 |
| Estudio de métodos y movimientos | 47 |
| <i>Procedimiento para realización de estudio de métodos</i> | <i>48</i> |
| Estudio de tiempos | 51 |
| <i>Requerimiento del Estudio de Tiempos</i> | <i>52</i> |
| <i>Equipo necesario para el Estudio de Tiempos</i> | <i>53</i> |
| <i>Etapas del Estudio de Tiempos.....</i> | <i>54</i> |
| Preparación. | 54 |
| <i>Ejecución.....</i> | <i>55</i> |
| Valoración | 58 |

| | |
|---|------------|
| | 10 |
| Suplementos..... | 62 |
| Tiempo estándar..... | 64 |
| Sistema de control programado | 65 |
| Sistema de control programado | 65 |
| Requerimientos del sistema | 65 |
| Estructuración del sistema de control programado | 67 |
| Tecnologías utilizadas | 68 |
| Flujo del proyecto | 69 |
| <i>Admin:.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Asesor de servicio:</i> | <i>71</i> |
| <i>Jefe de taller:</i> | <i>80</i> |
| <i>Operario:</i> | <i>84</i> |
| Estudio de movimientos y tiempos en Imbauto S.A..... | 87 |
| Situación actual de la empresa | 87 |
| <i>Proceso de reparación de una abolladura.....</i> | <i>87</i> |
| <i>Descripción del proceso de desmontaje de piezas.....</i> | <i>88</i> |
| <i>Descripción del proceso de enderezada y reparación de carrocería</i> | <i>91</i> |
| <i>Descripción del proceso de preparación de superficies.....</i> | <i>96</i> |
| <i>Descripción del proceso de pintado.....</i> | <i>102</i> |
| Estudio de tiempos y movimientos: Método actual..... | 107 |
| <i>Análisis del tiempo en el proceso de desmontaje de piezas.....</i> | <i>110</i> |
| <i>Análisis del tiempo en el proceso de enderezada</i> | <i>112</i> |
| <i>Análisis del tiempo en el proceso de preparación de superficies</i> | <i>114</i> |

| | |
|---|------------|
| | 11 |
| <i>Análisis del tiempo en el proceso de pintura y pulido</i> | 116 |
| <i>Resumen del estudio de tiempos: Método actual</i> | 118 |
| <i>Análisis de proceso actual</i> | 118 |
| Estudio de tiempos y movimientos: Método propuesto | 120 |
| <i>Análisis del tiempo del desmontaje de piezas con el SCP</i> | 121 |
| <i>Análisis del tiempo enderezada con el SCP</i> | 123 |
| <i>Análisis del tiempo de preparación de superficies con el SCP</i> | 125 |
| <i>Análisis del tiempo en el proceso de pintura y pulido con el SCP</i> | 127 |
| <i>Resumen del estudio de tiempos: Método propuesto con el SCP</i> | 129 |
| Resumen comparativo método actual vs método propuesto | 129 |
| Marco administrativo | 130 |
| Recursos | 130 |
| <i>Recursos Humanos</i> | 130 |
| <i>Recursos Tecnológicos</i> | 131 |
| <i>Recursos Materiales</i> | 132 |
| Presupuesto | 133 |
| Financiamiento | 134 |
| Conclusiones | 134 |
| Recomendaciones | 137 |
| Bibliografía | 138 |
| Anexos. | 141 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 <i>Variables Dependientes</i> | 29 |
| Tabla 2 <i>Variable independiente</i> | 31 |
| Tabla 3 <i>Técnica del interrogatorio</i> | 49 |
| Tabla 4 <i>Número recomendado de ciclos de observación</i> | 58 |
| Tabla 5 <i>Sistema Westinghouse para calificar habilidades</i> | 59 |
| Tabla 6 <i>Sistema Westinghouse para calificar esfuerzo</i> | 60 |
| Tabla 7 <i>Sistema Westinghouse para calificar las condiciones</i> | 61 |
| Tabla 8 <i>Sistema Westinghouse para calificar consistencia</i> | 62 |
| Tabla 9 <i>Tabla de holguras revisadas</i> | 63 |
| Tabla 10 <i>Tecnologías utilizadas para la realización del control programado</i> | 69 |
| Tabla 11 <i>Factor de desempeño para el centro de colisiones IMBAUTO S.A - IBARRA</i> | 108 |
| Tabla 12 <i>Tiempo suplementario para el centro de colisiones IMBAUTO S.A - IBARRA</i> | 109 |
| Tabla 13 <i>Descripción de las actividades: Desmontaje de piezas IMBAUTO S.A - IBARRA</i> | 110 |
| Tabla 14 <i>Cálculo del tiempo estándar para la operación: Desmontaje de piezas</i> | 111 |
| Tabla 15 <i>Descripción de las actividades: Enderezada y reparación de carrocerías</i> | 112 |
| Tabla 16 <i>Cálculo del tiempo estándar: Enderezada y reparación de carrocería</i> | 113 |
| Tabla 17 <i>Descripción de las actividades: Preparación de superficies</i> | 114 |
| Tabla 18 <i>Cálculo del tiempo estándar para la operación: Preparación de superficies</i> | 115 |
| Tabla 19 <i>Descripción de las actividades: aplicación de pintura y pulido</i> | 116 |
| Tabla 20 <i>Cálculo del tiempo estándar para la operación: Aplicación de pintura y pulido</i> | 117 |
| Tabla 21 <i>Resumen método actual de tiempos estándar para cada operación</i> | 118 |
| Tabla 22 <i>Análisis de las actividades en el proceso actual</i> | 119 |
| Tabla 23 <i>Descripción de las actividades: desmontaje de piezas con el SCP</i> | 121 |

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Tabla 24 | <i>Cálculo del tiempo estándar: Desmontaje de piezas con el SCP.....</i> | 122 |
| Tabla 25 | <i>Descripción de las actividades: Enderezada y reparación de carrocería con el SCP ...</i> | 123 |
| Tabla 26 | <i>Cálculo del tiempo estándar: Enderezada y reparación de carrocería con el SCP</i> | 124 |
| Tabla 27 | <i>Preparación De Superficies con el sistema de control programado</i> | 125 |
| Tabla 28 | <i>Cálculo del tiempo estándar: Preparación de superficies con el SCP</i> | 126 |
| Tabla 29 | <i>Aplicación De Pintura Y Pulido con el sistema de control programado</i> | 127 |
| Tabla 30 | <i>Cálculo del tiempo estándar: Aplicación de pintura y pulido con el SCP</i> | 128 |
| Tabla 31 | <i>Resumen de tiempos estándar para cada operación</i> | 129 |
| Tabla 32 | <i>Resumen de tiempos estándar para cada operación</i> | 129 |
| Tabla 33 | <i>Recursos Humanos</i> | 131 |
| Tabla 34 | <i>Recursos Tecnológicos</i> | 132 |
| Tabla 35 | <i>Recursos Materiales</i> | 133 |
| Tabla 36 | <i>Costo neto del proyecto</i> | 134 |

Índice de figuras

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | <i>Análisis del planteamiento del Problema</i> | 23 |
| Figura 2 | <i>Concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra</i> | 33 |
| Figura 3 | <i>Centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra</i> | 34 |
| Figura 4 | <i>Centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra</i> | 35 |
| Figura 5 | <i>Enderezada y reparación de carrocería</i> | 36 |
| Figura 6 | <i>Martillo y sufridera</i> | 37 |
| Figura 7 | <i>Preparación de superficies</i> | 39 |
| Figura 8 | <i>Proceso de fondeado y pintura</i> | 40 |
| Figura 9 | <i>Herramientas necesarias en un taller de chapistería y pintura</i> | 43 |
| Figura 10 | <i>Estudio del trabajo</i> | 45 |
| Figura 11 | <i>Etapas del estudio de trabajo</i> | 47 |
| Figura 12 | <i>Equipo necesario para el estudio de tiempos</i> | 54 |
| Figura 13 | <i>Parámetros para el tiempo estándar</i> | 64 |
| Figura 14 | <i>Sistema de control programado</i> | 67 |
| Figura 15 | <i>Estructura del Sistema de Control Programado</i> | 68 |
| Figura 16 | <i>Diagrama de flujo de la interfaz administración</i> | 70 |
| Figura 17 | <i>Diagrama de flujo de Asesor de servicio</i> | 71 |
| Figura 18 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de clientes</i> | 72 |
| Figura 19 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de vehículos</i> | 73 |
| Figura 20 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de modelos</i> | 74 |
| Figura 21 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de colores</i> | 75 |
| Figura 22 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 1</i> | 76 |

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 23 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 2</i> | 77 |
| Figura 24 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de órdenes</i> | 78 |
| Figura 25 | <i>Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de proformas</i> | 79 |
| Figura 26 | <i>Diagrama de Flujo de jefe de Taller</i> | 80 |
| Figura 27 | <i>Diagrama de Flujo de jefe de Taller – lista de órdenes</i> | 81 |
| Figura 28 | <i>Diagrama de Flujo de jefe de Taller – asignar trabajos</i> | 82 |
| Figura 29 | <i>Diagrama de Flujo de jefe de Taller – revisar trabajos</i> | 83 |
| Figura 30 | <i>Diagrama de Flujo de operario 1</i> | 84 |
| Figura 31 | <i>Diagrama de Flujo de operario 2</i> | 85 |
| Figura 32 | <i>Diagrama de Flujo de operario 3</i> | 86 |
| Figura 33 | <i>Proceso de Chapistería y pintura</i> | 87 |
| Figura 34 | <i>Abolladura del guardafango posterior izquierdo de Chevrolet Tracker 2014</i> | 88 |
| Figura 35 | <i>Proceso del desmontaje de piezas</i> | 89 |
| Figura 36 | <i>Desmontaje de piezas</i> | 90 |
| Figura 37 | <i>Proceso de enderezada y reparación de carrocería</i> | 91 |
| Figura 38 | <i>Técnica de desabollado por varilla.</i> | 92 |
| Figura 39 | <i>Resultado de la técnica de desabolladura por varilla</i> | 92 |
| Figura 40 | <i>Técnica de martillo y sufridera</i> | 93 |
| Figura 41 | <i>Lijado grueso con amoladora</i> | 93 |
| Figura 42 | <i>Técnica de martillo de inercia</i> | 94 |
| Figura 43 | <i>Inspección táctil y visual</i> | 95 |
| Figura 44 | <i>Evaluación geométrica y de funcionamiento adecuado de mecanismos</i> | 95 |
| Figura 45 | <i>Proceso de preparación de superficies</i> | 96 |

| | |
|---|-----|
| Figura 46 <i>Limpieza y protección de refacciones adyacentes</i> | 97 |
| Figura 47 <i>Lijado de daños</i> | 98 |
| Figura 48 <i>Enmasillado</i> | 99 |
| Figura 49 <i>Lijado de masilla</i> | 99 |
| Figura 50 <i>Fondeado</i> | 100 |
| Figura 51 <i>Lijado de fondeado</i> | 101 |
| Figura 52 <i>Enmascarado de zonas adyacentes</i> | 102 |
| Figura 53 <i>Proceso de pintura</i> | 103 |
| Figura 54 <i>Limpieza y desengrasado</i> | 104 |
| Figura 55 <i>Aplicación de pintura base</i> | 105 |
| Figura 56 <i>Aplicación de barniz</i> | 106 |
| Figura 57 <i>Pulido</i> | 106 |

Resumen

El presente trabajo de titulación realizó un estudio de tiempos y movimientos dentro del taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO S.A. de la ciudad de IBARRA logrando estandarizar procesos, respetando los tiempos básicos y tiempos suplementarios, con la obtención de un tiempo estándar, eludiendo una sobrecarga laboral al profesional encargado de reparar un abolladura en el guardafango derecho posterior de un vehículo Chevrolet Tracker año 2014 y evitando tiempos muertos que demoren la duración establecida. Se evidenció que los procesos de trabajo lo realizan de manera estandarizada, sin embargo, se identificó movimientos redundantes para entrega y recepción de la orden de trabajo de manera manual en las distintas bahías de trabajo y emisión de informe al jefe de taller en su oficina, por lo que, la diligencia necesita un rango de tiempo innecesario, disminuyendo la productividad del taller. Razón por la cual, el Ing. Juan Pablo Dávila, gerente de servicio del concesionario IMBAUTO S.A, solicitó que se implemente un Sistema de Control Programado, mismo que permite optimizar dicho asunto, el jefe de taller se encuentra informado de cada proceso que se realiza en el centro de colisiones por lo que al automatizar el trabajo conlleva a una organización técnica y administrativa eficiente obteniendo un tiempo aproximado al tiempo estándar, aumentando la productividad del taller y la satisfacción del cliente al entregar el vehículo a tiempo.

Palabras Clave:

- **AUTOMÓVILES - REPARACIONES**
- **TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**
- **CONTROL PROGRAMADO**
- **EMPRESA IMBAUTO S.A.**

Abstract

The present degree work carried out a study of times and movements within the body shop and painting workshop of the IMBAUTO S.A. concessionaire in the city of IBARRA, achieving standardization of processes, respecting the basic times and additional times, obtaining a standard time, avoiding a Work overload to the professional in charge of repairing a dent in the right rear fender of a Chevrolet Tracker vehicle year 2014 and avoiding downtime that delay the established duration. It was evidenced that the work processes are carried out in a standardized way, however, redundant movements were identified for delivery and reception of the work order manually in the different work bays and issuance of a report to the workshop manager in his office, so, the diligencelt takes an unnecessary range of time, decreasing the productivity of the workshop. Reason why, Eng. Juan Pablo Dávila, service manager of the IMBAUTO SA concessionaire, requested that a Programmed Control System be implemented, which allows optimizing this matter, the workshop manager is informed of each process that is carried out in the collision center, so by automating the work it leads to an efficient technical and administrative organization obtaining a time approximate to the standard time, increasing workshop productivity and customer satisfaction by delivering the vehicle on time.

Key words:

- **AUTOMOBILES – REPAIRS**
- **TIMES AND MOVEMENTS**
- **PROGRAMMED CONTROL SYSTEM**
- **COMPANY IMBAUTO S.A**

Capítulo I.

1 Generalidades

1.1 Antecedentes investigativos

Según oficio Nro. 001, con fecha 18 de noviembre de 2019, IMBAUTO S.A. solicita colaboración académica en el sentido de que se realice una investigación en el concesionario IMBAUTO de la ciudad de Ibarra en el área de los talleres de chapistería y Pintura como proyecto de Titulación con la temática denominada: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE CHAPISTERÍA Y PINTURA DEL CONCESIONARIO IMBAUTO – IBARRA MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMADO”.

Según Taylor realizó el estudio de tiempos para estandarizar procesos de una manera eficaz relacionando el tiempo que utiliza una persona altamente calificada al utilizar una máquina en una determinada tarea, con el objetivo de cotizar un precio óptimo entre la calidad de la manufacturación y el tiempo empleado en realizar procesos, de esta manera evitar períodos de tiempos muertos y cumplir las fechas de entrega establecidas; dicho mecanismo de organización pretende ayudar en la planificación empresarial de logística de materiales, mantenimiento de las instalaciones y limpieza de los mismos. (Niegel & Freivalds, 2009)

El estudio de los métodos, tiempos y movimientos favorecen la organización de un servicio, simplificando e innovando los procesos que generan productividad para mejorar los rendimientos del trabajo final, es decir, realizar una tarea en una menor duración cuidando aspectos importantes como son la ergonomía del profesional y la calidad de la obra. (Palacios, 2016)

La estandarización del trabajo en conjunto con el estudio de tiempos, movimientos y distancias, dentro de un taller automotriz, para la realización de mantenimiento preventivo de 5000 km en vehículos Chevrolet, ha dado resultados positivos, reduciendo movimientos efectuados por el operario, número de herramientas utilizadas, procesos innecesarios, en consecuencia, se disminuyen los tiempos de trabajo de 31 a 25 minutos, es decir, se obtuvo una deflación del 22%, cumpliendo con cada uno de los procesos establecidos y uso de las herramientas específicas, además de aplicación de mecanismos de mejora continua. (Sandoval & Proaño, 2017)

Según la (Agencia Nacional de Tránsito, 2019), las estadísticas de siniestralidad en el Ecuador señalan que entre enero y octubre del año 2018 se registraron 21127 siniestros de tránsito; para el mismo intervalo de tiempo en el año 2019 se registran 20159 siniestros, cifra que representa una reducción del 4.7% en comparación con el año anterior. Estos valores se ven reducidos, sin embargo, al hacer un seguimiento desde el año 2008 al 2018 se puede observar que dichas cantidades fluctúan, por lo que no se puede aseverar que la tendencia a reducirse se mantendrá, sin contar que el parque automotor crece drásticamente.

Las cifras de siniestralidad para la provincia de Imbabura indican que en el año 2016 por cada mil vehículos se registraban 69 siniestros convirtiéndola en la provincia con mayor tasa de accidentes en el Ecuador, mientras que el promedio nacional era de 15 accidentes por cada mil vehículos (Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC, 2017); entre el mes de enero y octubre del año 2019, registra 333 siniestros de tránsito, con un incremento de 15.3% respecto al año anterior (Agencia Nacional de Tránsito, 2019); lo que establece una gran demanda de talleres de chapistería y pintura.

El propietario de un vehículo demanda seguridad y confort, pero si en un momento inadvertido se ve involucrado en un accidente de tránsito, buscará ponerse a buen recaudo, en manos de un profesional. Los talleres de chapistería y pintura están orientados a modificar, reparar y/o restaurar componentes de carrocería de vehículos siniestrados, complementando dicho trabajo con un acabado de pintura, similar al de las características iniciales, otorgadas por los fabricantes de los automotores. Entre los principales trabajos dentro del taller se puede mencionar: restauración de compactos, reestructuración de deformaciones en chasis, desabollado y escuadrado, soldadura de vehículos, reemplazo de piezas, reparación de piezas en fibra de vidrio, ensamblado de la chapa, pintado, barnizado y secado de pintura, entre otros. (Durán, 2012)

Para la ejecución de trabajos en latonería y pintura con solvencia, garantías de resolución y con acabado estético óptimo, existen una serie de herramientas que son imprescindibles, tales como: cabina de pintura, zona rápida con turbinas, calor y puente de infrarrojos, zona de preparación, bancadas universales, equipos de soldadura, equipos de medición, herramientas de corte, limado y cepillado, red de aire comprimido, pistolas aerográficas, útiles de enmascarado, ordenador con software del fabricante de pintura y una serie de herramientas auxiliares para montaje y desmontaje de autopartes. (LOCTITE, 2017)

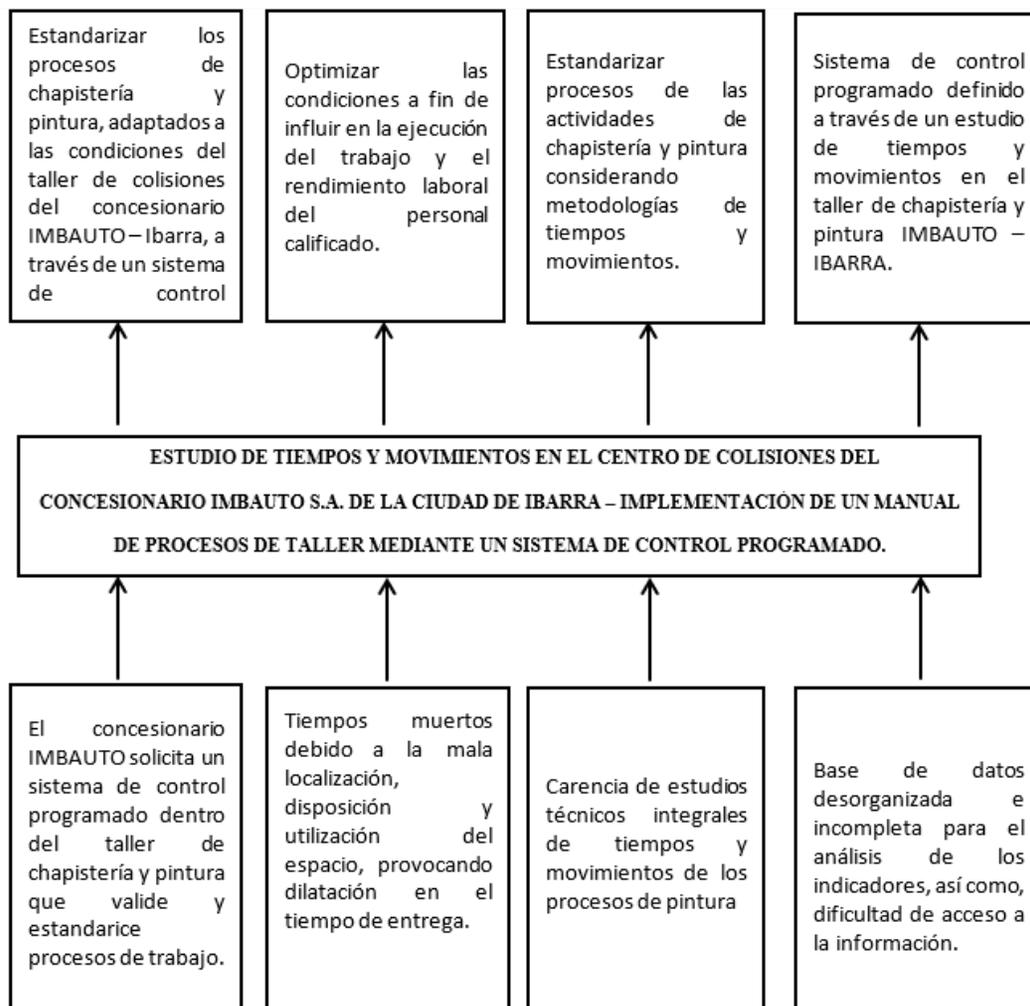
IMBAUTO S.A. es una empresa fundada el 11 de julio de 1986 por el Sr. Wilson Yépez. En 1987 realizan vínculos con General Motors para posteriormente expandirse a otras ciudades del Ecuador como: Tulcán, Otavalo, Esmeraldas, Lago Agrio y Francisco de Orellana. Este concesionario se ha posicionado como líder en el mercado automotriz en el norte del país, ofreciendo venta de vehículos, repuestos y servicio de postventa con estándares de calidad y

seguridad certificados, orientado a satisfacer a sus clientes, accionistas, sociedad y medio ambiente. (Dávila, 2012)

1.2 Planteamiento del problema.

El taller de colisiones del concesionario IMBAUTO-IBARRA, al ser un centro de referencia y demanda al norte del país debió contar con un estudio de tiempos y movimientos, mismos que estandaricen procesos y determinen la fecha de entrega de forma oportuna, razón por la cual, provoca efectos colaterales en la administración e imagen corporativa. En contraste con lo anterior, fue indispensable una validación de tiempos y movimientos en los servicios de chapistería y pintura con el objetivo de garantizar metas de trabajo en tiempos óptimos y con calidad; de esta manera evitar una posible saturación de vehículos colisionados en el taller.

Esta investigación procuró estandarizar los procesos en relación con el tiempo tipo incluyendo los tiempos básicos y suplementarios de ejecución de tareas, sin sobrecargar al profesional y evitando tiempos muertos. Se alcanzó a optimizar parámetros temporales ineficientes, se requirió identificar posibles variables que perturben los resultados eficaces, como es el desconocimiento del tiempo tipo que le toma al profesional en realizar determinada tarea, lo que conllevó a alterar la organización y planeación técnica y administrativa.

Figura 1*Análisis del planteamiento del Problema*

Nota. En la figura se muestra una lluvia de ideas del Centro de Colisiones y Pintura de IMBAUTO S.A – IBARRA.

1.3 Descripción resumida del proyecto.

Se realizó una visita técnica al taller de colisiones del concesionario IMBAUTO – Ibarra a fin de conocer las necesidades y aspectos relativos del proyecto solicitado a través de lineamientos de ejecución, seguimiento y control que requiera el taller de chapistería y pintura de IMBAUTO ubicado en la ciudad de Ibarra.

Se realizó visitas in situ a fin de determinar aspectos necesarios para desarrollar el estudio en la empresa tales como: ubicación de la maquinaria, insumos y herramientas de trabajo, trabajos más comunes, tiempos de trabajo realizados por los operarios, problemática recurrente con los trabajadores y clientes de la empresa.

Se analizó cada uno de los problemas localizados en las instalaciones del taller, de tal manera de proponer adecuaciones y mejoras en el proceso de trabajo, optimizando tiempo, materiales y recursos humanos, logrando una mayor productividad y calidad en el trabajo final.

Se diseñó un sistema de control programado que permite obtener información detallada de cada uno de los trabajos que se ofrece en el taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO de la ciudad de Ibarra, logrando agilizar el control de productividad respecto a tiempos y calidad de acabado del producto final.

Se realizó una capacitación a todo el personal involucrado en el taller de colisiones incluyendo al jefe de taller, asesores de servicio y técnicos sobre el manejo del sistema de control programado, con la finalidad de transferir información acerca de la estandarización de los tiempos y movimientos en el interior del establecimiento.

Se puso a prueba-ejecución el desarrollo del sistema de control programado con la participación de integrantes del taller como el gerente de servicio, el Ing. Juan Pablo Dávila, el jefe de taller, el Ing. Marco Flores, la asesora de servicio, la Ing. Alexandra Rosero y el jefe de gestión tecnológica el Ing. Adrián Merlo según los indicadores preestablecidos, de tal manera que consiguió ser aplicado y utilizado en las actividades cotidianas del taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO.

Finalmente, se celebró la jornada de entrega – recepción de los archivos digitales correspondientes al sistema de control programado, en la ciudad de Ibarra a los 20 días del mes agosto del 2021, firmando como constancia un acta de entrega – recepción entre los señores Jonathan Iván Viteri Vivas, de la Unidad de Titulación de la carrera de Ingeniería Automotriz y el señor Ing. Juan Pablo Dávila, gerente nacional de servicio del concesionario IMBAUTO S.A.

1.4 Justificación e importancia.

Las empresas automotrices a nivel nacional e internacional han evolucionado exponencialmente producto de la globalización de la información y tecnología, por lo cual, la competitividad en el mercado genera innovación en los métodos de trabajo con el fin de mantenerse siempre a la vanguardia y poner en práctica sus procesos de manera eficientes, conservando un control estricto en la calidad del producto final para salvaguardar la aceptación del consumidor del mercado automotriz.

Este proyecto pretende analizar los tiempos y métodos en procesos de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO S.A. misma que no cuenta con un estudio detallado de su capacidad de producción, para ello es importante generar un vínculo académica con beneficio mutuo, entre la empresa privada IMBAUTO S.A. y la

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, esta última que se encargará de estandarizar procesos de productividad facilitando la gestión y toma de decisiones del jefe de taller de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A., lo cual converge en garantizar al usuario un producto de calidad en menor tiempo. Por otro lado, se diversifica el campo laboral de los nuevos profesionales, quienes no solamente están preparados para diagnóstico y mantenimiento vehicular, sino, para la gestión y planificación de actividades administrativas dentro de empresas automotrices.

Es ineludible establecer un método de control en el taller mediante un estudio de tiempos y movimientos que permiten obtener información necesaria para una planificación de procesos, considerando las condiciones laborales del trabajador, de esta manera no sólo realizan su trabajo a corto plazo, sino que mejoran su plan de objetivos evitando cuellos de botella y tiempos improductivos. Al minimizar la carga laboral con tiempos muertos disminuye la fatiga de obreros en sus jornadas laborales provocando mayor efectividad en su trabajo y obteniendo una relación eficiente entre el hombre y las máquinas; de esta manera la producción y la calidad de trabajo no se verían afectadas, obteniendo grandes beneficios para la empresa al aumentar su productividad como para el consumidor al disminuir los tiempos de entrega.

1.5 Objetivos del proyecto.

1.5.1 Objetivo General

- Estudiar tiempos y movimientos en el centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. de la ciudad de Ibarra – Implementación de un manual de procesos

de taller mediante un sistema de control programado.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar una visita técnica al taller de colisiones del concesionario IMBAUTO – Ibarra a fin de conocer las necesidades y aspectos relativos del proyecto solicitado a través de lineamientos de ejecución, seguimiento y control que requiera el taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO S.A. ubicado en la ciudad de Ibarra.
- Realizar visitas in situ a fin de determinar aspectos necesarios para desarrollar el estudio en la empresa tales como: ubicación de la maquinaria, insumos y herramientas de trabajo, trabajos más comunes, tiempos de trabajo realizados por los operarios, problemática recurrente con los trabajadores y clientes de la empresa.
- Analizar cada uno de los problemas localizados en las instalaciones del taller, de tal manera de proponer adecuaciones y mejoras en el proceso de trabajo, optimizando tiempo, materiales y recursos humanos, logrando una mayor productividad y calidad en el trabajo final.
- Diseñar un sistema de control programado que permita obtener información detallada de cada uno de los trabajos que se ofrece en el taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO S.A. de la ciudad de Ibarra, con el fin de agilizar el control de producción respecto a tiempos y calidad de acabado del producto final.
- Presentar una capacitación a todo el personal involucrado en el taller de colisiones incluyendo al jefe de taller, asesores de servicio y técnicos sobre el

manejo del sistema de control programado, con la finalidad de transferir información acerca de la estandarización de los tiempos y movimientos en el interior del establecimiento.

- Poner a prueba-ejecución el desarrollo del sistema de control programado durante 30 días según los indicadores preestablecidos, de tal manera que pueda ser aplicado y utilizado en las actividades cotidianas del taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO.

1.6 Metas

- Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos a través de indicadores de desempeño.
- Implementar un sistema de control programado de las actividades del taller de colisiones.
- Capacitar al personal del taller de colisiones de IMBAUTO – IBARRA en los procesos y procedimientos estandarizados.

1.7 Hipótesis.

A través de la implementación de la metodología de tiempos y movimientos propuesta para el centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. mediante un sistema de control programado se reducirá el tiempo de ejecución de los trabajos de chapistería y pintura en un 10% optimizando tiempos de entrega.

1.8 Variables de la investigación.

Para el proyecto de investigación se aplicó las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

1.8.1 Variable Dependiente:

Implementación en la metodología de tiempos y movimientos en el centro de colisiones.

Tabla 1

Variables Dependientes

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnicas | Instrumentos |
|---|-------------|-----------------------|------------------|---|--|
| El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con | TIEMPOS | Tiempo | Décima de minuto | Observación directa Medición Registro de datos Observación directa | Cronómetro Cámara de Video Formulario de Estudio de Tiempos Contador manual |
| | MOVIMIENTOS | Número de movimientos | (#) | | |

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnicas | Instrumentos |
|--|---|-------------|------|--|--|
| éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos. | USO ADECUADO DE MATERIALES USO ADECUADO DE EQUIPOS | - | - | Medición Registro de datos Observación directa Observación directa | Cámara de Video Formulario de Estudio de Tiempos Cámara de Video Cámara de Video |

Nota. La tabla 1 muestra las variables dependientes que se utilizaron para el estudio de tiempos y movimientos del taller de chapistería y pintura de IMBAUTO S.A – IBARRA.

1.8.2 Variable Independiente:

Trabajos del centro de colisiones.

Tabla 2

Variable independiente

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnicas | Instrumentos |
|--|---------------------------------------|-------------|-------------------|---|---|
| Realizar operaciones de diagnóstico y mantenimiento del chasis, carrocería y pintura de vehículos automotores, con criterios de calidad, seguridad y protección del ecosistema, considerando las especificaciones técnicas del | ENDERAZADO Y REPARACIÓN DE CARROCERÍA | Tiempo | Décimas de minuto | Observación directa de Medición Registro de datos | Cronómetro Cámara de Video Formulario de Estudio de Tiempos |
| | PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | Tiempo | Décimas de minuto | Observación directa de Medición Registro de datos | Cronómetro Cámara de Video Formulario de Estudio de Tiempos |
| | APLICACIÓN DE PINTURA | Tiempo | Décimas de minuto | Observación directa de Medición | Cronómetro Cámara de Video |

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnicas | Instrumentos | |
|--|--------------------|-------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| fabricante y las regulaciones de entidades de control. | PULIDO | Tiempo | Décimas de minuto | Registro de datos | Formulario de Estudio de Tiempos | |
| | | | | Observación directa | Cronómetro | |
| | | | | Medición | Cámara de Video | |
| | CONTROL DE CALIDAD | DE Tiempo | Décimas de minuto | de | Registro de datos | Formulario de Estudio de Tiempos |
| | | | | | Observación directa | Cronómetro |
| | | | | | Medición | Cámara de Video |
| | | | | Registro de datos | Formulario de Estudio de Tiempos | |

Nota. La tabla 2 muestra las variables independientes que se utilizaron para el estudio de tiempos y movimientos del taller de chapistería y pintura de IMBAUTO S.A – IBARRA.

Capítulo II.

2 Marco teórico

2.1 Imbauto

La empresa automotriz IMBAUTO S.A, véase en la figura 2, se fundó el 11 de julio de 1986 en la ciudad de Ibarra por el Sr. Wilson Yépez. En 1987 realizan vínculos con General Motors para posteriormente expandirse a otras ciudades del Ecuador como: Tulcán, Otavalo, Esmeraldas, Lago Agrio y Francisco de Orellana. Este concesionario se ha posicionado como líder en el mercado automotriz en el norte del país, ofreciendo venta de vehículos, repuestos y servicio de postventa con estándares de calidad y seguridad certificados, orientado a satisfacer a sus clientes, accionistas, sociedad y medio ambiente. (Dávila, 2012)

Figura 2

Concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra



Nota. Concesionario IMBAUTO S.A localizado en la ciudad de Ibarra.

2.1.1 Misión

“Somos un concesionario de General Motors, conformado por un equipo de colaboradores calificados, que aplica estándares de calidad y seguridad certificados, orientado a lograr la satisfacción de nuestros clientes, accionistas, la sociedad y el medio ambiente”. (Dávila, 2012, segundo párrafo)

Figura 3

Centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra



Nota. Concesionario IMBAUTO S.A localizado en la ciudad de Ibarra.

2.1.2 Visión

“Ser líderes de los concesionarios General Motors del Ecuador al 2020, mediante una cultura de mejoramiento continuo de procesos, que contribuya al desarrollo de la sociedad y el medio ambiente”. Dávila, 2012, tercer párrafo)

El taller de chapistería y pintura del concesionario Imbauto S.A, se ubica en la calle colindante a las oficinas principales de la empresa, en la figura 4 se puede visualizar el ingreso principal al centro de colisiones.

Figura 4

Centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A. - Ibarra



Nota. Visita técnica a las instalaciones del centro de colisiones del Concesionario IMBAUTO S.A localizado en la ciudad de Ibarra.

2.2 Enderezada y Reparación de Carrocería

Los principios fundamentales de chapistería favorecen el análisis específico del daño ocurrido en las láminas de los vehículos que presentan alguna abolladura o que llegaron a deteriorarse, de esta manera se realiza un procedimiento acertado y eficiente en la reparación del vehículo, ya que no solamente se ve afectada su geometría, sino que también involucra a las propiedades mecánicas del material. En la figura 5 se visualiza un proceso de enderezado de carrocería. (Medrano, 2005)

Figura 5*Enderezada y reparación de carrocería*

Nota. En el gráfico se puede visualizar enderezado de carrocería.

Cuando un panel del vehículo sufre una abolladura no solo se afecta el área de contacto del golpe, sino que, la fuerza es transmitida hacia las áreas adyacentes, entonces, el daño es directo cuando se golpea la zona que está en contacto con el impacto, en cambio, se puede decir que el daño es indirecto cuando el daño resulta como consecuencia del daño directo.

(Medrano, 2005)

Las arrugas se forman en la chapa cuando la fuerza del contacto provoca que el límite de elasticidad llegue a su zona plástica, por lo general, el metal utilizado en carrocerías de automóviles tiene propiedades elásticas o memoria, así que, con procesos adecuados retornará a su forma original y permanecerá así. El técnico debe eliminar todos los esfuerzos provocados por las fuerzas de colisión. (Medrano, 2005)

Para iniciar este tipo de trabajo es primordial la limpieza de las superficies a enderezar, librándolo de arenas, grava, aceites y brea, esto permite realizar un buen trabajo de enderezado y precautelando la vida útil de las herramientas manuales. (Durán, 2012)

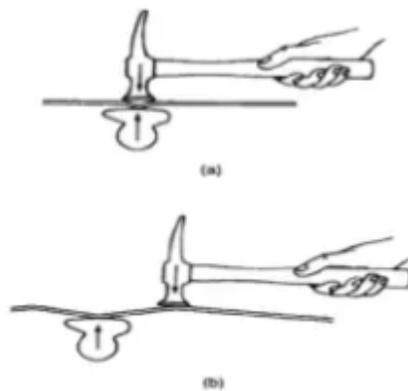
Una vez esté limpia la zona de trabajo, el operario debe familiarizarse al modelo del vehículo a trabajar mediante planos y catálogos con la finalidad de lograr un desarme lógico, evadiendo roturas o métodos complicados de desmontaje.

Se puede diferenciar varios métodos de reparación de daños:

- Reparación con martillo y sufridera, véase en la figura 5.
- Reparación mediante soldadura de arandelas
- Sustitución de piezas móviles y fijas (Durán, 2012)

Figura 6

Martillo y sufridera



Nota. En el gráfico se puede visualizar dos métodos de trabajo con martillo y sufridera.

Para procesos de reparación de elementos que llegaron al punto de agrietamiento, se procede a realizar trabajos de soldadura, para ello, se utiliza el mejor método disponible, en función del trabajo a realizar; se dispone de los siguientes métodos:

- Soldadura por puntos
- Soldadura MIG
- Soldadura oxiacetilénica (Durán, 2012)

Otro trabajo que se puede realizar en el taller de colisiones involucra el enderezado estructural, es la alineación del chasis de bastidor, siempre, identificando el tipo de daño que puede presentarse en el chasis de bastidor. (Durán, 2012)

2.3 Preparación de superficies

En esta etapa se realiza la corrección de los daños de forma minuciosa, como son arañazos, pequeñas abolladuras y reparaciones de chapa, con la finalidad de, en lo posible, devolver las piezas a su estado original y garantizar el agarre de la pintura de acabado, en la figura 7 se puede apreciar un proceso de preparación de superficie de un guardafango izquierdo posterior. (Hidalgo, P., 2015)

Figura 7*Preparación de superficies*

Nota. En la imagen se puede identificar un proceso de preparación de superficies.

En la preparación de superficies se puede subdividir el trabajo a realizar en diferentes fases: (Hidalgo, P., 2015)

- Limpieza y desengrasado: Se realiza una limpieza profunda de la zona a pintar, facilitando la localización de todos los daños.
- Lijado de daños: Rectifica ciertos daños leves y provee agarre para la masilla.
- Enmasillado: La aplicación de masilla en zonas irregulares proporciona un relleno para aproximar geométricamente a la pieza en su estado original.
- Lijado de masilla: Se realiza un lijado con la finalidad de retirar la masilla que sobrepasa el nivel de la pieza original.
- Fondeado: Provee protección y sellado al área intervenido, rellenando ciertos defectos de masilla.
- Lijado de fondeado: Nivelada el área de trabajo y aporta agarre para la pintura.

- Matizado: Lijado de la superficie adyacente a la zona trabajada, esto sirve para solucionar defectos menores de la pintura antigua con la finalidad de obtener un acabado de pintura uniforme.
- Enmascarado: Recubrimiento y sellado de las áreas que no requieren ser intervenidas, evitando indeseables imperfecciones. (Hidalgo, P., 2015)

2.4 Aplicación de Pinturas

El primer paso es limpiar el vehículo completamente, no solamente con agua y jabón, sino que, para estos trabajos se requiere de implementos de limpieza especializados para dicho trabajo como solventes y removedores de silicona. En la figura 8 se visualiza el proceso previo a la aplicación de pintura, el fondeado, desengrasado, lijado final, para pasar a aplicar las capas de pintura requeridas. (Hidalgo, P., 2015)

Figura 8

Proceso de fondeado y pintura



Nota. En la imagen se puede identificar un proceso de fondeado y aplicación de pintura.

2.4.1 Identificación del color:

Los vehículos deben poseer una placa que especifica el código de color de dicho automóvil, en función del fabricante, lo llevan en una u otra ubicación, empleando una nomenclatura que será descifrado en la tienda que se desee comprar la pintura exacta para el vehículo en cuestión. (Hidalgo, P., 2015)

2.4.2 Tipos de acabado:

Los colores presentes en la carrocería de los vehículos pueden tener diferentes orígenes, tomando como referencia el tipo de pigmento se los puede identificar como: colores sólidos, metalizados, perlados y una combinación de estos dos últimos; para llegar a este tipo de acabados se puede diferenciar estos acabados: (Hidalgo, P., 2015)

- **Acabado monocapa:** Se emplea una sola capa para tener una apariencia de color sólido, el color y el brillo aparecen simultáneamente. (Hidalgo, P., 2015)
- **Acabado bicapa:** Este trabajo se lo realiza en dos capas, la primera es la capa base con su respectiva pigmentación teniendo un aspecto mate una vez que seca, por ello, se utiliza una segunda capa es la que le dará el brillo o barniz; cabe recalcar que éste acabado se lo puede dar a colores metalizados, perlados y sólidos. (Hidalgo, P., 2015)
- **Acabado tricapa:** Como su nombre lo indica, tiene un proceso de aplicación de tres capas, color de fondo (capa base), capa de efecto que puede ser perlado muy transparente y el tercero es un barniz o laca. (Hidalgo, P., 2015)

2.5 Máquinas y herramientas

Para el correcto desarrollo de trabajo dentro de un centro de colisiones se requiere los siguientes equipos y herramientas:

- Plataforma de enderezado
- Sistema de medición tridimensional
- Cabina de pintura
- Enderezadora soldador de arandelas
- Soldadoras MIG y de punto
- Lijadoras
- Compresor
- Pistolas de aplicación de fondos y pinturas
- Pulidoras
- Juegos de llaves, dados y desarmadores
- Lijas
- Cinta adhesiva
- Plásticos de protección
- Rollos papel enmascarado
- Equipos de enmascarado

El área de trabajo debe gozar con buena iluminación, ventilación, sistemas de aspiración y normas de seguridad industrial. (LOCTITE, 2017)

En la figura 9 se puede visualizar las diversas herramientas utilizadas en el taller de colisiones.

Figura 9

Herramientas necesarias en un taller de chapistería y pintura



Nota. En la imagen se puede identificar diversas herramientas utilizadas en un taller de chapistería y pintura.

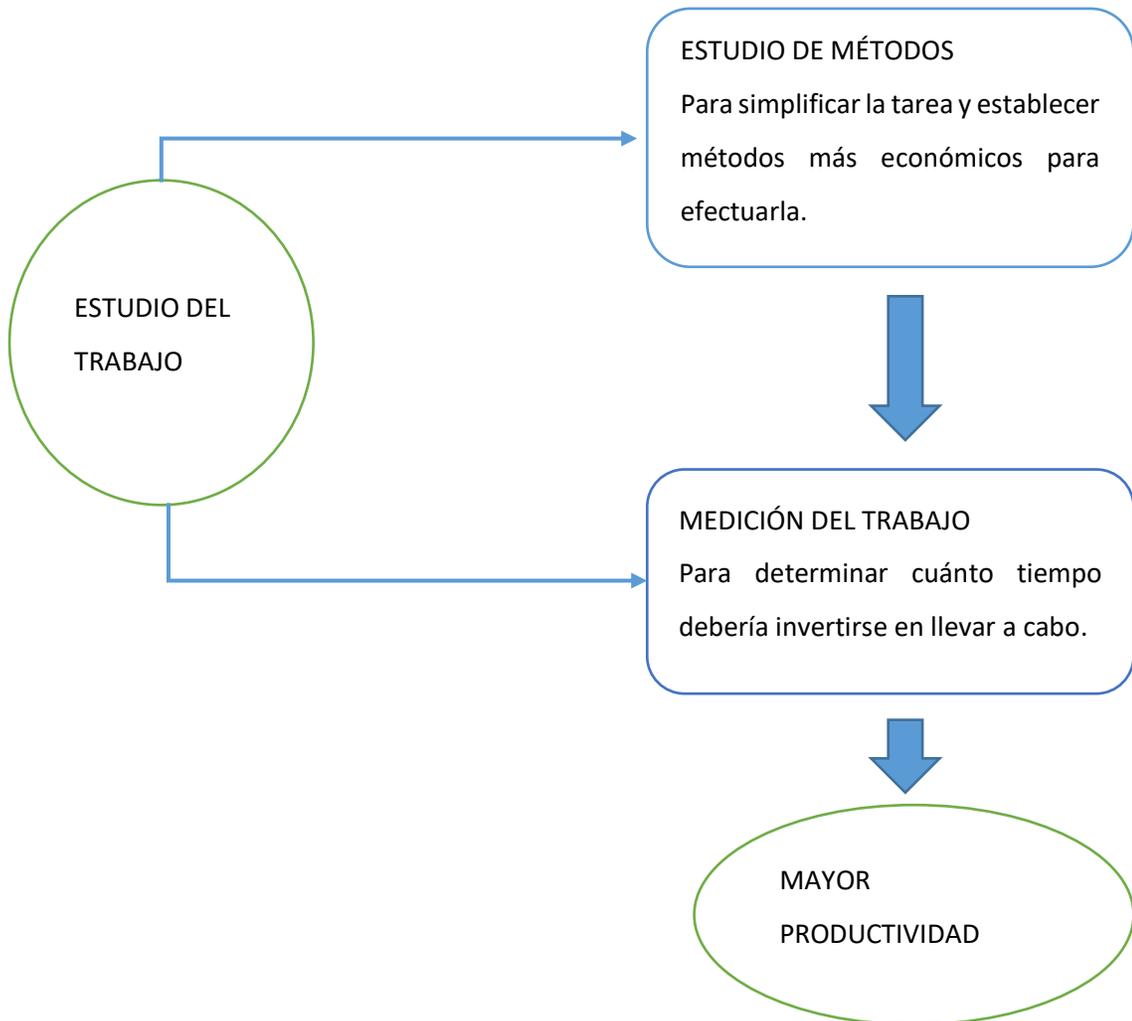
2.6 Productividad, estudio del trabajo y factor humano

El estudio de los métodos, tiempos y movimientos favorecen la organización de un servicio, simplificando e innovando los procesos que generan productividad para mejorar los rendimientos del trabajo final, es decir, realizar una tarea en una menor duración cuidando aspectos importantes como son la ergonomía del profesional y la calidad de la obra. (Palacios, 2016)

La productividad es la relación que existe entre el número de productos (o servicios) e insumos; existen dos tipos de producción, la producción real (aumento de cantidad de productos o servicios) y la producción monetaria (no aumenta el producto sino la ganancia de

capital), sin embargo, es mucho más fácil medir la productividad de insumos tangibles que calcular bienes intangibles. (kanawaty, 1998)

El estudio del trabajo se basa en realizar actividades con los recursos necesarios con el objetivo de simplificar el trabajo operativo y fijar un tiempo normal para cada actividad, de esta manera se puede aumentar la productividad, reduciendo el tiempo sin gastos adicionales en lo que respecta a recursos. (kanawaty, 1998)

Figura 10*Estudio del trabajo*

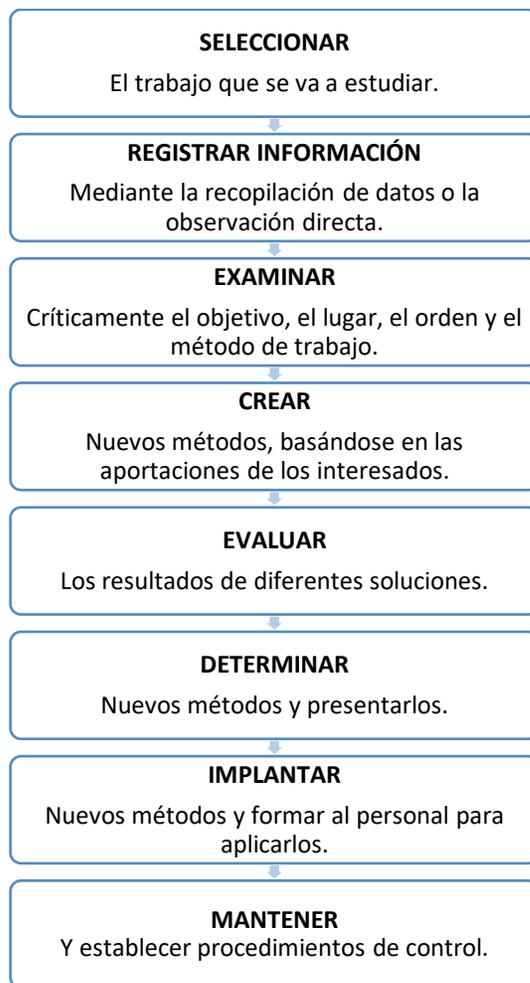
Nota. La figura muestra el resumen general del estudio de tiempos y movimientos. Tomado de Kanawaty (p20), 1998.

El factor humano es indispensable para controlar la producción de la empresa ya que utiliza recursos de esta, siendo importante que el operario se sienta identificado con la empresa, por tanto, motivado, esta actitud conlleva a una mayor productividad y seguridad en el entorno del trabajo. (kanawaty, 1998)

Según (Kanawaty, 1998) el estudio del trabajo engloba la realización de un estudio de métodos, movimientos y tiempos de forma organizada, mediante ocho etapas distribuidas de la siguiente manera: las cinco primeras enfocadas en el estudio de métodos, quien contiene al estudio de movimientos y micromovimientos, mientras que en la etapa cinco se trabaja a profundidad el estudio de tiempos, las etapas siguientes son trabajos complementarios de este análisis. Las etapas del estudio de trabajo se sintetizan en la figura 3 que se indica a continuación:

Figura 11

Etapas del estudio de trabajo



Nota. En la figura de las etapas de estudio de trabajo detalla los procesos aplicados para el estudio de métodos y medición del trabajo. Tomado de Kanawaty (p22), 1998.

2.7 Estudio de métodos y movimientos

Según (kanawaty, Estudio de Tiempos: El material, 1998): *“El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades con el fin de ejecutar mejoras”*. Es decir, registrar de manera minuciosa técnicas y estrategias realizadas por el

operario al cumplir una determinada actividad con el fin de aumentar la productividad del trabajo, es decir, obtener con mayor facilidad estrategias más eficientes al momento de realizar dicho trabajo provocando resultados positivos tanto en el producto final cuanto en el bienestar del operario.

El estudio de movimientos se define como un análisis exhaustivo de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al realizar un trabajo. La finalidad de este estudio es diseñar, o rediseñar, una estación de trabajo, tomando en consideración la economía de movimientos junto con los patrones de movimientos, eliminando o reduciendo movimientos ineficientes y propiciando facilidad a los eficientes. (Meyers, 2000)

2.7.1 Procedimiento para realización de estudio de métodos

- **Seleccionar:** Toda actividad que se realice dentro de un lugar de trabajo puede estar sujeta a estudio, por ende, a cambios y mejoras, lo que significaría un proceso ilimitado de trabajo que conllevaría a perder productividad, por lo que es aconsejable seleccionar el trabajo a mejorarse considerando factores importantes como:
 - Desde el punto de vista económico
 - Desde el punto de vista técnicos
 - Desde el punto de vista humano (García R. , 2005)

- **Registrar:** Recolección de información detallada y ordenada, por medio de observación directa, de un proceso o método establecido con la ayuda de gráficos y diagramas, así:

- Diagrama analítico que contenga descripción del proceso, tiempo, actividad y observación exponiendo la sucesión de los hechos.
(kanawaty, 1998)
- **Examinar:** Se denomina la técnica del interrogatorio donde, con espíritu crítico, se utiliza una serie de preguntas, tanto preliminares como de fondo, para analizar cada actividad localizada en dicho trabajo, con el objetivo de justificar el propósito, el lugar, el orden en que se realiza, número de personas y método que se ocupa para realizar dicho trabajo, con el objetivo de eliminar, combinar o simplificar dichas actividades. (García R. , 2005)
Las preguntas preliminares son: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Cómo? Las preguntas de fondo buscan ahondar en detalle las preguntas preliminares para averiguar qué más podría hacerse, con la finalidad de perfeccionar el método empleado. (Kanawaty, 1998)

Tabla 3*Técnica del interrogatorio*

| | |
|------------|------------------------------------|
| Propósito: | ¿Qué se hace? |
| | ¿Por qué se hace? |
| | ¿Qué otra cosa podría hacerse? |
| | ¿Qué debería hacerse? |
| Lugar: | ¿Dónde se hace? |
| | ¿Por qué se hace allá? |
| | ¿En qué otro lugar podría hacerse? |
| | ¿Dónde debería hacerse? |

| | |
|-----------|-----------------------------------|
| | ¿Cuándo se hace? |
| Sucesión: | ¿Por qué se hace entonces? |
| | ¿Cuándo podría hacerse? |
| | ¿Cuándo debería hacerse? |
| | ¿Quién lo hace? |
| Persona: | ¿Por qué lo hace esa persona? |
| | ¿Qué otra persona podría hacerlo? |
| | ¿Quién debería hacerlo? |
| | ¿Cómo se hace? |
| Medios: | ¿Por qué se hace de ese modo? |
| | ¿De qué otro modo podría hacerse? |
| | ¿Cómo debería hacerse? |

Nota. La tabla 3 muestra de técnicas de interrogatorio para básica en una entrevista. Tomado de Kanawaty (p98), 1998.

- **Crear:** Para desarrollar un método mejorado se considera las respuestas generadas en el punto anterior, quienes indicarán un escenario óptimo de trabajo, pudiendo así eliminar procesos, cambiar o reorganizar técnicas y simplificar métodos en una forma más fácil y rápida. (García R. , 2005)
Para lograr este cometido se pone en práctica los principios de economía de movimientos diseñando tareas para optimizar la capacidad de esfuerzo humano, así como proveyendo ergonomía y funcionalidad para mitigar la fatiga de los obreros. (Niebel & Freivalds, 2009)

- **Determinar:** Una vez superada la evaluación referente a factores como reducción de costos, flexibilidad de la mano de obra y aumento de la producción, se deja constancia del método perfeccionado, detallado minuciosamente ya que de éste se basará el estudio de tiempos que se realice en un futuro. (Kanawaty, 1998)
- **Implantar:** Para establecer formalmente el nuevo método se requiere de la aprobación de la dirección y jefe de departamento del taller, capacitación a los operarios y verificar el cumplimiento de método en la marcha del trabajo. (Niebel & Freivalds, 2009)
- **Mantener:** Controlar que se esté cumpliendo el nuevo método, tomando particular cuidado en los obreros para que no vuelvan a lo de antes o improvisen movimientos no previstos. (García R. , 2005)

2.8 Estudio de tiempos

Taylor realizó el estudio de tiempos para estandarizar procesos de una manera eficaz relacionando el tiempo que utiliza una persona altamente calificada al realizar una determinada tarea, con el objetivo de cotizar un precio óptimo entre la calidad de la manufacturación y el tiempo empleado en realizar procesos, de esta manera evitar períodos de tiempos muertos y cumplir las fechas de entrega establecidas; dicho mecanismo de organización pretende ayudar en la planificación empresarial de logística de materiales, mantenimiento de las instalaciones y limpieza de los mismos. (Niebel & Freivalds, 2009)

Se define al estudio de tiempos como la parte cuantitativa que complementa al estudio de métodos; aplicando técnicas para evidenciar el resultado del esfuerzo físico en parámetros

de tiempo al ejecutar un trabajo realizado por una persona capacitada para ello, llevándolo a cabo a ritmo normal y en función de normas y patrones preestablecidos. (García R. , 2005)

Entre las múltiples ventajas y aplicaciones que se le pueden dar a este estudio tenemos:

- Reduce costos por tiempos ociosos.
- Determina costos estimados, al convertir el tiempo en valor monetario.
- Ayuda en la planeación de producción y agendamiento de citas en servicio.
- Abastece de información que permite generar un sistema de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar su salario y su satisfacción dentro de la empresa.
- Sirve de guía en el entrenamiento de nuevos trabajadores. (García R. , 2005)

2.8.1 Requerimiento del Estudio de Tiempos

- El operario debe estar familiarizado por completo con la operación (técnica) a estudiar.
- El método debe estar estandarizado en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio.
- Cada parte involucrada en el estudio debe tomar medidas necesarias para realizar un trabajo coordinado y adecuado.
- La maquinaria involucrada en el proceso de estudio debe estar en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Debe haber materia prima disponible para que no falte durante el estudio.
- Si se dispone de varios operarios para el estudio, se debe determinar quién tendrá los resultados más satisfactorios. (Salazar, 2015)

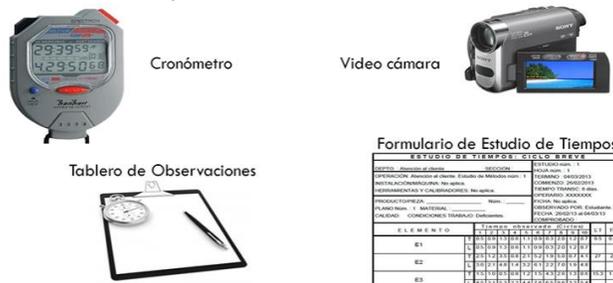
2.8.2 Equipo necesario para el Estudio de Tiempos

El equipo mínimo requerido para realizar un estudio de tiempos incluye:

- **Cronómetro:** de preferencia digital, que permita tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido, esto facilitará la medida de tiempos continuos como regresos a cero. (Kanawaty, 1998)
- **Cámara de Video:** Son utilizados para documentar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al revisar dichos videos de la operación, cuadro por cuadro, los analistas pueden registrar los detalles exactos del método utilizado y después asignar valores de tiempos normales. (Kanawaty, 1998)
- **Formulario de Estudio de Tiempos:** Formato previamente diseñado para registrar los datos obtenidos en el estudio de tiempos. Los formularios impresos permiten seguir un método establecido para no omitir ningún dato fundamental. (Kanawaty, 1998)
- **Tablero de observaciones:** Servirá de soporte para anotar las observaciones en el formulario. Este tablero debe ser ligero, de manera que no se canse el brazo, ser fuerte y suficientemente duro para proporcionar el apoyo necesario. En la figura 12 se observa algunos equipos referenciales a utilizar en este estudio. (Kanawaty, 1998)

Figura 12

Equipo necesario para el estudio de tiempos



Nota. En la imagen se muestra los equipos necesarios para realizar un estudio de tiempos.

2.8.3 Etapas del Estudio de Tiempos

En condiciones reales de trabajo, el estudio de tiempos es tanto un arte como una ciencia, puesto que, los analistas deben ser capaces de entablar una relación de confianza con los operarios, con la finalidad de que no se sientan presionados al momento de realizar sus tareas cotidianas. Se debe entender a fondo el trabajo a realizarse para constatar las diversas funciones relacionadas con el estudio. (Niebel & Freivalds, 2009)

2.8.3.1 Preparación.

- Seleccionar el trabajo a estudiar, obtener y registrar toda la información posible acerca de dicha tarea, del operario, y de las condiciones que pueden influir en la ejecución del trabajo. (Kanawaty, 1998)
- Seleccionar al trabajador, quien debe cumplir ciertas especificaciones como poseer habilidad promedio en dicha tarea, deseo de cooperar, temperamento, experiencia y principalmente estar completamente familiarizado con la técnica antes de iniciar el estudio, según normas de satisfactorias de seguridad,

cantidad y calidad; para ello el proceso debe estandarizarse a detalle para obtener datos con mayor precisión y confianza. (Niebel & Freivalds, 2009).

- Precisar información respecto al objetivo de la operación a realizar, tener listo el diseño final del trabajo, tolerancias y especificaciones, material disponible, proceso de manufactura, herramientas y patrones calibrados, condiciones de trabajo ideales, distribución ordenada del equipo y la maquinaria a utilizar; todo esto con el objetivo de no entorpecer el trabajo, por ende, obtener imprecisiones en la medición. (García R. , 2005).
- Es pertinente comunicar, a todas las personas involucradas, respecto a la realización del estudio con la finalidad de tener equipos, herramientas y demás instrumentos necesarios en el proceso y así obtener las mejores condiciones para la ejecución del trabajo, permitiendo que el estudio sea llevado sin contratiempos. (García R. , 2005)

2.8.3.1.1 Ejecución

- Antes de iniciar con el estudio se registrará, en función de lo observado, ciertos datos correspondiente a dicho trabajo, se genera un formulario que servirá de guía al observador para no olvidar ningún detalle a compendiar. Dicho formulario debe compilar detalles como:
 - Información que identifique al estudio, número de estudio, número de hoja, nombre del observador que hace el estudio, fecha del estudio, nombre del jefe de taller. (Kanawaty, 1998)

- Información que identifique con exactitud el trabajo a realizar, zonas a trabajar, material, condiciones de calidad. (Kanawaty, 1998)
- Información que indique el proceso y método a utilizar en la operación, lugar, croquis del lugar, descripción de la actividad, croquis de la pieza o superficie a trabajar. (Kanawaty, 1998)
- Información que identifique al operario.
- Duración del estudio, comienzo, término y tiempo transcurrido.
(Kanawaty, 1998)
- Comprobar el método, ya que para realizar el estudio de tiempos es pertinente realizar previamente el estudio de métodos, solamente queda por comprobar si el operario está cumpliendo con cada uno de los procesos indicados en la hoja de instrucciones establecida, es frecuente comprobar que el operario no atiende a todos los detalles descritos, para ello se corregirá antes del inicio del estudio. (Kanawaty, 1998)
- Dividir la operación en elementos: Se debe registrar una descripción completa del método; para facilitar la medición se descompone la operación en “elementos” de fácil identificación, con inicio y término visiblemente definidos; cada elemento será registrado en orden y cada uno de ellos incluirá una división básica de trabajo. Se sugiere separar los elementos manuales y los de máquina. Cuando un elemento se repite no es necesario una segunda descripción, bastará con colocar el número de identificación para la descripción de ese elemento.
(Niebel & Freivalds, 2009).

- Determinar el número de ciclos a realizar en el estudio; existe la posibilidad de establecer el tamaño de muestra o número de ciclos a través de la aplicación de métodos estadísticos, pero desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente regido a la práctica estadística común que requiere, para ello, General Electric Company estableció la tabla 4 como una guía aproximada para la cantidad de veces que se debe llevar a cabo el estudio, esto en función del tiempo medio que se tarda en llevar a cabo los elementos de la labor a realizar. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 4*Número recomendado de ciclos de observación*

| Tiempo de ciclos (minutos) | Número recomendado de ciclos |
|----------------------------|------------------------------|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2.00 – 5.00 | 15 |
| 5.00 – 10.00 | 10 |
| 10.00 – 20.00 | 8 |
| 20.00 – 40.00 | 5 |
| 40.00 o más | 3 |

Nota. Esta tabla muestra la recomendación del número de veces a realizar el estudio. Tomado de Time Study Manual, Erie Works de General Electric Company por Niebel & Freivalds (p.340),2009.

2.8.3.2 Valoración

El ritmo de trabajo se lo puede evaluar por distintos métodos el desempeño de las habilidades del operario, en esta investigación se ha utilizado el sistema de calificación de Westinghouse ya que considera cuatro factores importantes, como lo es la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel & Freivalds, 2009)

La habilidad considera la experiencia y la aptitud del operario, misma que se califica en seis grados con valores definidos, como muestra la tabla 5. Posterior a ello se realiza una suma algebraica con las calificaciones de los otros factores importantes como esfuerzo, condiciones y consistencia con el fin de obtener un coeficiente de desempeño. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 5

Sistema Westinghouse para calificar habilidades

| Valor porcentual | Calificación | Descripción |
|------------------|--------------|-------------|
| + 0.15 | A1 | Superior |
| +0.13 | A2 | Superior |
| + 0.11 | B1 | Excelente |
| +0.08 | B2 | Excelente |
| + 0.06 | C1 | Buena |
| + 0.03 | C2 | Buena |
| 0.00 | D | Promedio |
| - 0.05 | E1 | Aceptable |
| - 0.10 | E2 | Aceptable |
| - 0.16 | F1 | Mala |
| - 0.22 | F2 | Mala |

Nota. La tabla 5 muestra el sistema de Westinghouse para calificar habilidades. Tomado de Lowry, Maynard y Stegemerten (p.233), 1940. Recuperado de Niebel & Freivalds (p.359),2009.

El esfuerzo es la velocidad con la que realiza el trabajo el operario, se lo puede calificar en 6 clases, como se lo puede ver en la tabla 6.

Tabla 6

Sistema Westinghouse para calificar esfuerzo

| Valor porcentual | Calificación | Descripción |
|------------------|--------------|-------------|
| + 0.13 | A1 | Excesivo |
| +0.12 | A2 | Excesivo |
| + 0.10 | B1 | Excelente |
| +0.08 | B2 | Excelente |
| + 0.05 | C1 | Bueno |
| + 0.02 | C2 | Bueno |
| 0.00 | D | Promedio |
| - 0.04 | E1 | Aceptable |
| - 0.08 | E2 | Aceptable |
| - 0.12 | F1 | Malo |
| - 0.17 | F2 | Malo |

Nota. La tabla 6 muestra el sistema de Westinghouse para calificar el esfuerzo. Tomado de Lowry, Maynard y Stegemerten (p.233), 1940. Recuperado de Niebel & Freivalds (p.359),2009.

Las condiciones ambientales son parte primordial para el desempeño del trabajo, así como el material necesario para realizar el procedimiento requerido. En la tabla 7 se observa los valores respectivos. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 7

Sistema Westinghouse para calificar las condiciones

| Valor porcentual | Calificación | Descripción |
|------------------|--------------|-------------|
| + 0.06 | A | Ideal |
| +0.04 | B | Excelente |
| + 0.02 | C | Bueno |
| 0.00 | D | Promedio |
| - 0.03 | E | Aceptable |
| - 0.07 | F | Malo |

Nota: La tabla 7 muestra el sistema de Westinghouse para calificar las condiciones. Tomado de Lowry, Maynard y Stegemerten (p.233), 1940. Recuperado de Niebel & Freivalds (p.359),2009

La consistencia del operario hace referencia a los elementos que se repiten de manera continua, sin embargo, se afecta debido al material, al ambiente o elementos externos. En la tabla 8 se observa las seis clases de consistencia. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 8*Sistema Westinghouse para calificar consistencia*

| Valor porcentual | Calificación | Descripción |
|------------------|--------------|-------------|
| + 0.06 | A | Ideal |
| +0.04 | B | Excelente |
| + 0.02 | C | Bueno |
| 0.00 | D | Promedio |
| - 0.03 | E | Aceptable |
| - 0.07 | F | Malo |

Nota. La tabla 8 muestra el sistema de Westinghouse para la consistencia. Tomado de Lowry, Maynard y Stegemerten (p.233), 1940. Recuperado de Niebel & Freivalds (p.360),2009

Al asignar las calificaciones de los elementos importantes para la valoración se realiza una suma algebraica con estos valores, además, se agrega una unidad al valor anterior, obteniendo el factor de desempeño. (Niebel & Freivalds, 2009)

2.8.3.3 Suplementos

Suplementos u holguras son las interrupciones debido a las necesidades personales, fatiga o circunstancias del entorno de trabajo que afecten o generen un esfuerzo visual, físico o mental. Estos tiempos suplementarios pueden afectar la productividad y los tiempos estándares de trabajo, por lo que son adicionados al tiempo básico calculado anteriormente. En la tabla 9 se visualiza algunas pautas para asignar holguras. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 9*Tabla de holguras revisadas*

| Holguras constantes | |
|---------------------------------------|----|
| Necesidades personales | 5 |
| Fatiga básica | 4 |
| Holguras de descanso variables | |
| Parado | 2 |
| Incómodo | 10 |
| Esfuerzo visual | |
| Trabajo fino | 2 |
| Trabajo muy fino | 5 |
| Esfuerzo mental | |
| Primera hora | 2 |
| Segunda hora | 4 |
| Cada hora sucesiva | +2 |
| Monotonía | |
| Primera hora | 2 |
| Segunda hora | 4 |
| Cada hora sucesiva | +2 |

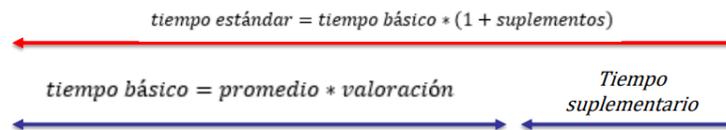
Nota. La tabla 9 muestra la tabla de holguras revisadas. Tomado Niebel & Freivalds (p.381),2009.

2.8.3.4 Tiempo estándar

El tiempo estándar o tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de un trabajo determinado, que ha sido investigado bajo el estudio de tiempos, consiguiendo un ritmo tipo para dicha actividad. El tiempo tipo de un trabajo será la sumatoria de los tiempos tipo de todos los elementos que corresponden a dicho trabajo, compuesto por tiempo tipo, factor de valoración y tiempo suplementario, véase en la figura 13. (Niebel & Freivalds, 2009)

Figura 13

Parámetros para el tiempo estándar



Nota. En la imagen se presenta la descomposición del tiempo estándar en tiempo básico y su tiempo complementario.

Capítulo III.

3 Sistema de control programado

3.1 Sistema de control programado

Se realiza un sistema de control programado que permite obtener información detallada de cada uno de los trabajos que se realicen en el taller de chapistería y pintura del concesionario IMBAUTO de la ciudad de Ibarra, con el fin de agilizar el control de producción respecto a tiempos y calidad de acabado del producto final.

3.2 Requerimientos del sistema

- App Android
- Crear un proyecto para coordinar trabajos de reparación en el centro de colisiones IMBAUTO S.A, asignar tareas a cada empleado y controlar de manera eficiente todo lo que aún está por hacer, lo que está en progreso y lo que ya ha finalizado el equipo de trabajo, integrado por jefe de taller, asesor(es) de servicio, operario(s). También se puede agregar archivos adjuntos, como imágenes de la reparación y comentarios sobre cada proyecto ingresado al sistema. En el Anexo 1 se puede visualizar a detalle toda la información necesaria para una capacitación óptima en el manejo del sistema de control programado.
- 4 interfaces interconectadas en función del diagrama de flujo del centro de colisiones IMBAUTO S.A:

- **Admin:** Ingresará usuarios al sistema, registrando datos personales, cargo, usuario y contraseña para ingresar en el sistema de control programado.

Podrá agregar, eliminar y editar usuarios dentro del aplicación Android.
- **Asesor de servicio:** Ingresará datos en la app: Información personal del cliente, registro de vehículos, orden de trabajo, fotos, proforma.

Se emitirá un informe al jefe de taller.
- **Jefe de taller:** Recibe el informe del asesor de servicio.

Asigna al o los operarios (enderezador, preparador, pintor, mecánico) a realizar dicho trabajo.

Asigna tiempos a cada trabajo.

Emite un informe que será enviado al o los operarios asignados.

Modifica el estatus del trabajo para mantener informado al asesor de servicio.
- **Operario:** Recibe informe detallado de los trabajos a realizar y el tiempo asignado para cada trabajo, al finalizar el trabajo enviará una notificación al jefe de taller, o a su vez, al finalizar el tiempo sonará una alarma que notifique que el tiempo se agotó.

El operario podrá notificar: Trabajo realizado con éxito (al notificar la finalización de esta operación se enviará una alerta al jefe de taller); el operario podrá asignar una observación (se podrá ingresar algún

comentario si fuese necesario o si no se pudo cumplir con el trabajo en el tiempo establecido), véase en la figura 14.

Figura 14

Sistema de control programado



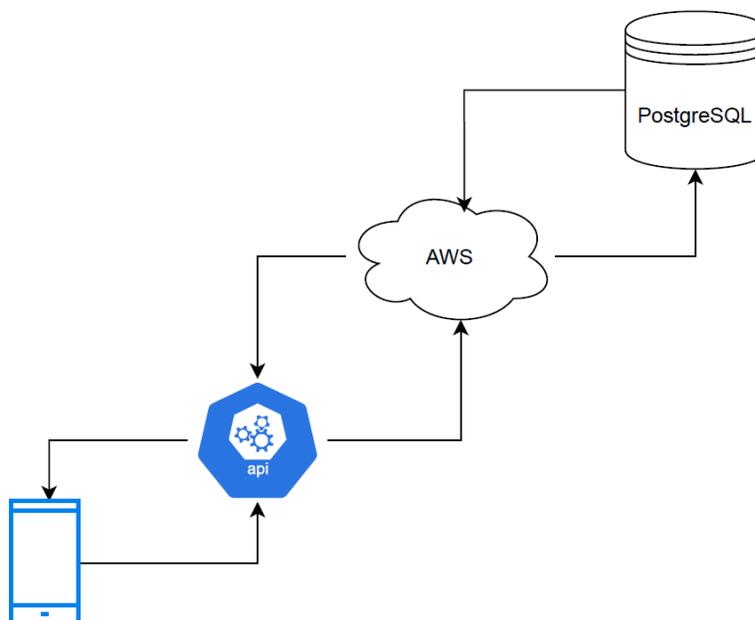
Nota. En la figura 14 se muestra las interfaces de Asesor de servicio, jefe de taller y operario dentro del dominio del sistema de control programado.

3.3 Estructuración del sistema de control programado

El sistema de control programado se basa en una estructura cliente – servidor, maneja una arquitectura API – First (nexo de unión entre la web y el smartphone), donde el usuario primario es la API (Interfaz de programación de aplicaciones).

También se maneja una metodología MVC (Modelo – Vista – Controlador) que es un mecanismo que separa el código en función de sus responsabilidades, generando distintas capas, mismas que se encargan de realizar tareas concretas para el diseño del aplicativo móvil.

En la figura 9 se puede visualizar la estructura del sistema de control programado.

Figura 15*Estructura del Sistema de Control Programado***Arquitectura**

Nota. La figura 15 se muestra el diagrama de flujo de la estructura del sistema de control programado.

3.4 Tecnologías utilizadas

En las tecnologías utilizadas para el desarrollo se tiene la base de datos, desarrollado con la herramienta PostgreSQL 11, el aplicativo móvil se ha desarrollado bajo la herramienta Android Studio 3.6.6, el servicio api se lo desarrolla en Node.js 10, la programación está vinculada a los servidores Aws Ec2, finalmente se ha generado las notificaciones push con la ayuda de la herramienta Firebase, como se muestra en la tabla 10:

Tabla 10

Tecnologías utilizadas para la realización del control programado.

| Tema: | Herramienta: |
|---------------------|----------------------|
| Base de datos | PostgreSql 11 |
| Aplicación móvil | Android Studio 3.6.6 |
| Servicio api | Node.js 10 |
| Servidores | Aws Ec2 |
| Notificaciones push | Firebase |

Nota. En la tabla 10 se observa las tecnologías utilizadas en el desarrollo del sistema de control programado.

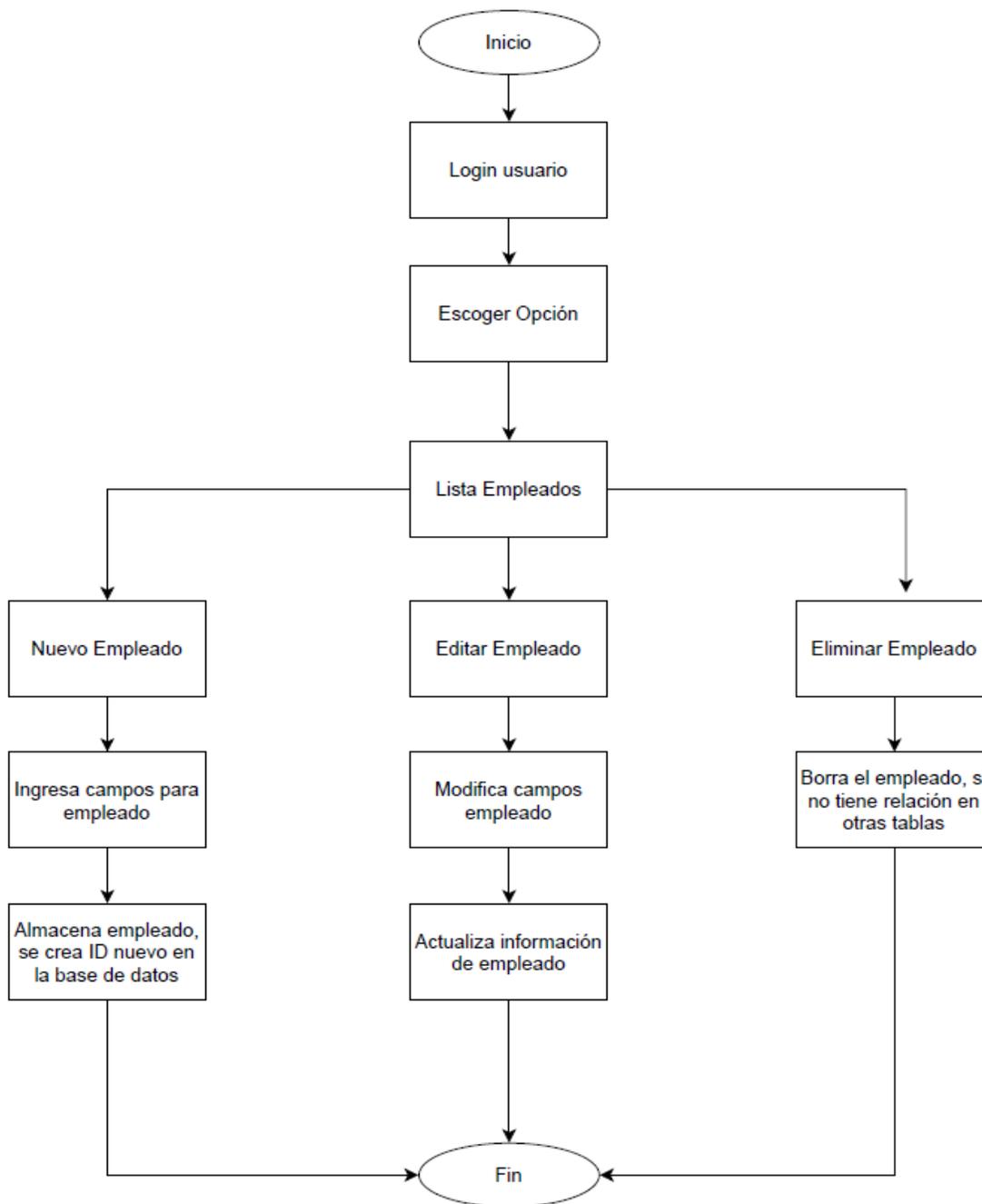
3.5 Flujo del proyecto

3.5.1 Admin:

A continuación, se presenta en la figura 16, el diagrama de flujo de la interfaz administración la que tiene como objetivo crear, editar o eliminar usuarios (jefe de taller, asesor de servicio, operarios).

Figura 16

Diagrama de flujo de la interfaz administración



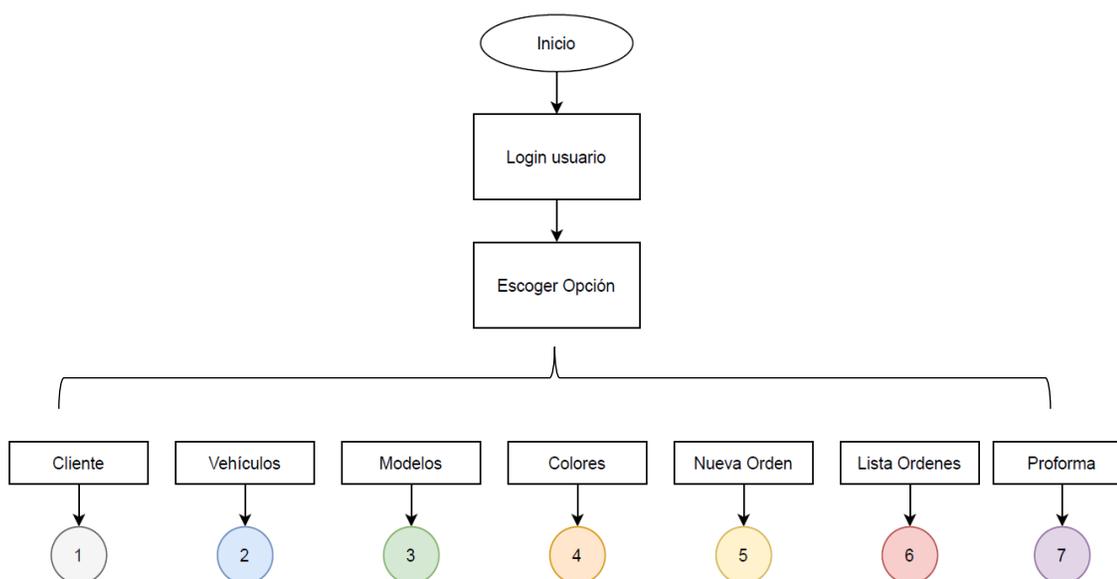
Nota. En la figura 16 se muestra el diagrama de flujo de la interfaz administración.

3.5.2 Asesor de servicio:

En la figura 17 se presenta el desarrollo del sistema de control programado en el interfaz asesor de servicio, que consta de menús, como son, Cliente, Vehículos, Modelos, Colores, Nueva orden, Lista de órdenes, proformas.

Figura 17

Diagrama de flujo de Asesor de servicio

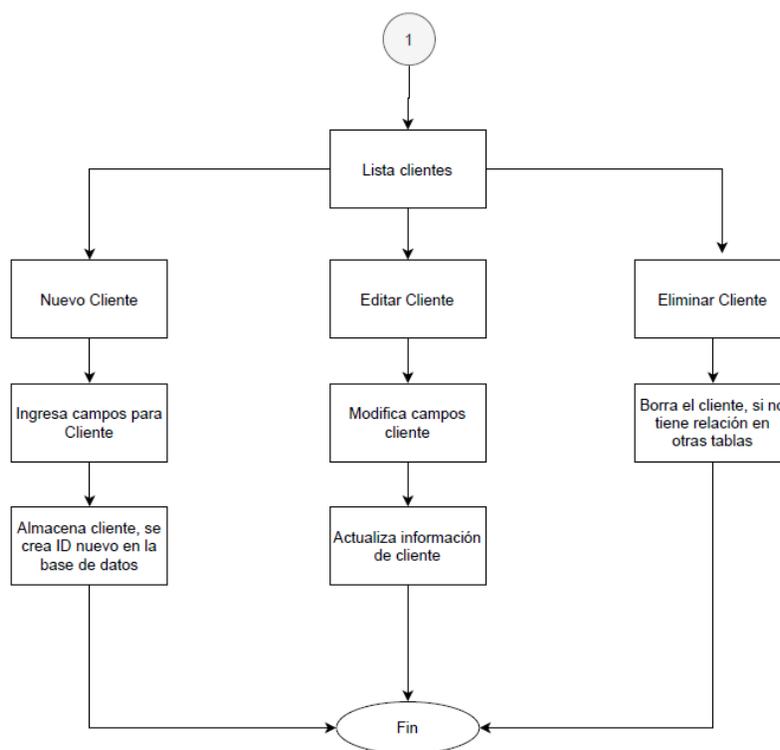


Nota. En la figura 17 se muestra el diagrama de flujo de asesor de servicio.

En la figura 18 se presenta el desarrollo del menú clientes; mismos que tendrán disponibilidad de crear nuevo ítem, editar o eliminar información existente.

Figura 18

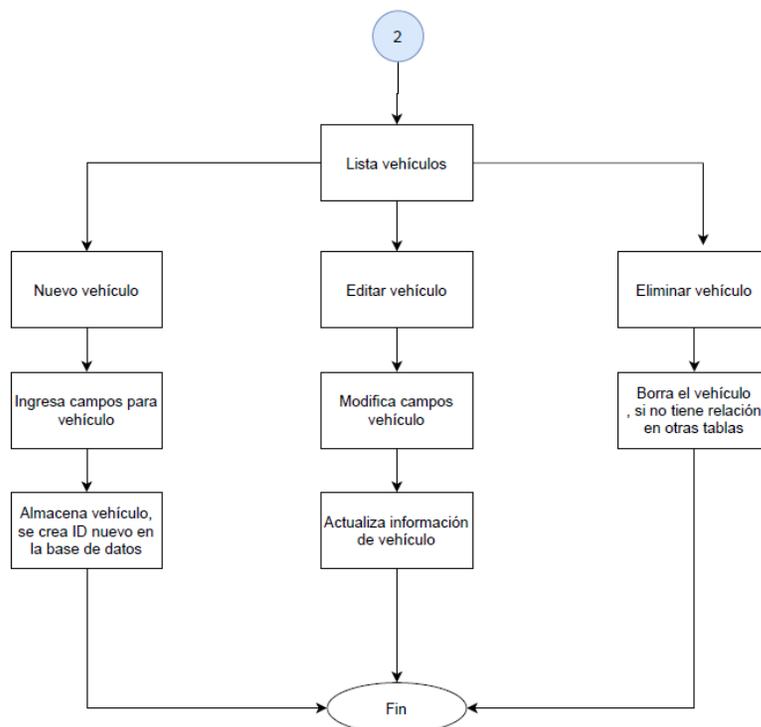
Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de clientes



En la figura 18 se presenta el desarrollo del menú vehículos; mismos que tendrán disponibilidad de crear nuevo ítem, editar o eliminar información existente.

Figura 19

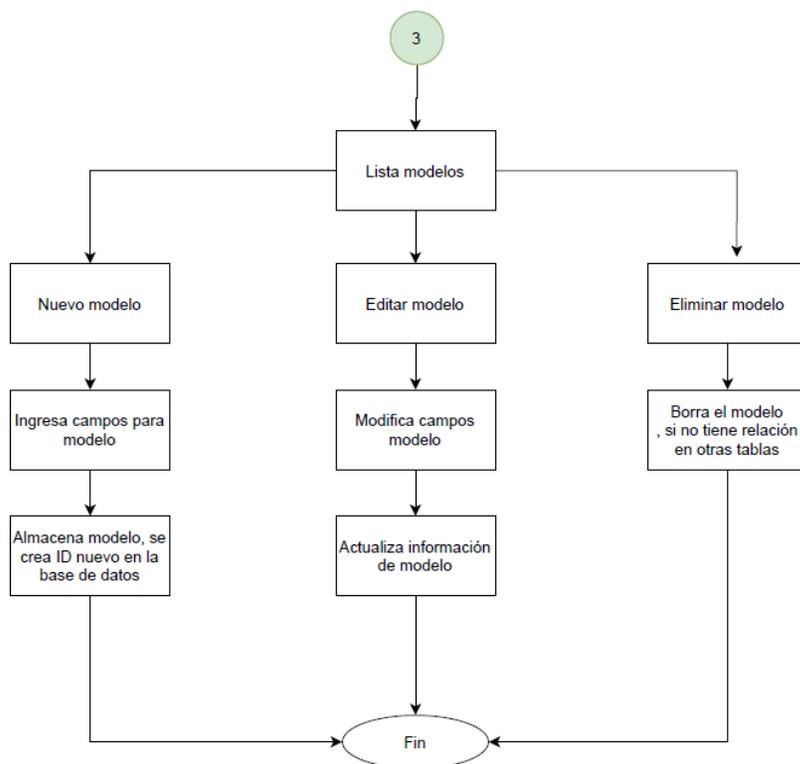
Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de vehículos



En la figura 19 se presenta el desarrollo del menú modelos; mismos que tendrán disponibilidad de crear nuevo ítem, editar o eliminar información existente.

Figura 20

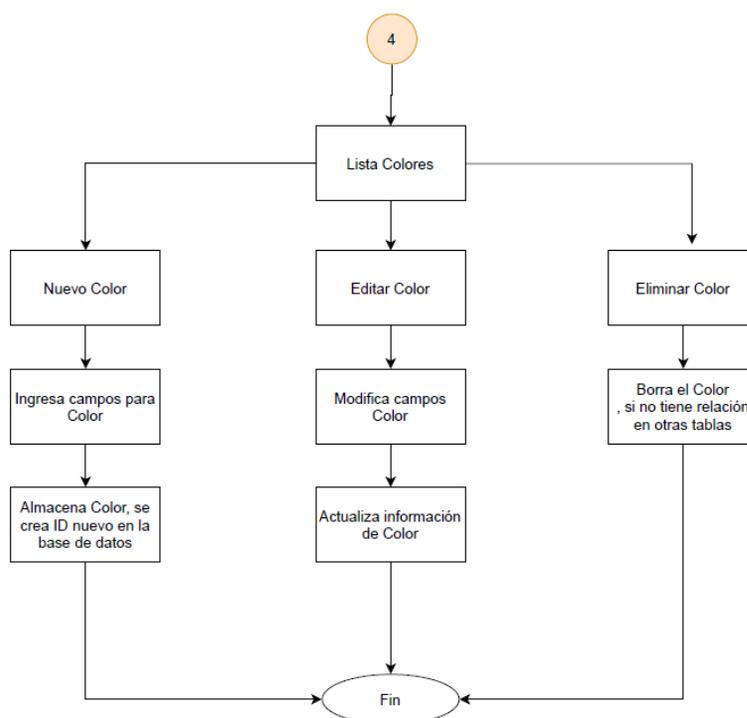
Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de modelos



En la figura 20 se presenta el desarrollo del menú colores; mismos que tendrán disponibilidad de crear nuevo ítem, editar o eliminar información existente.

Figura 21

Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de colores

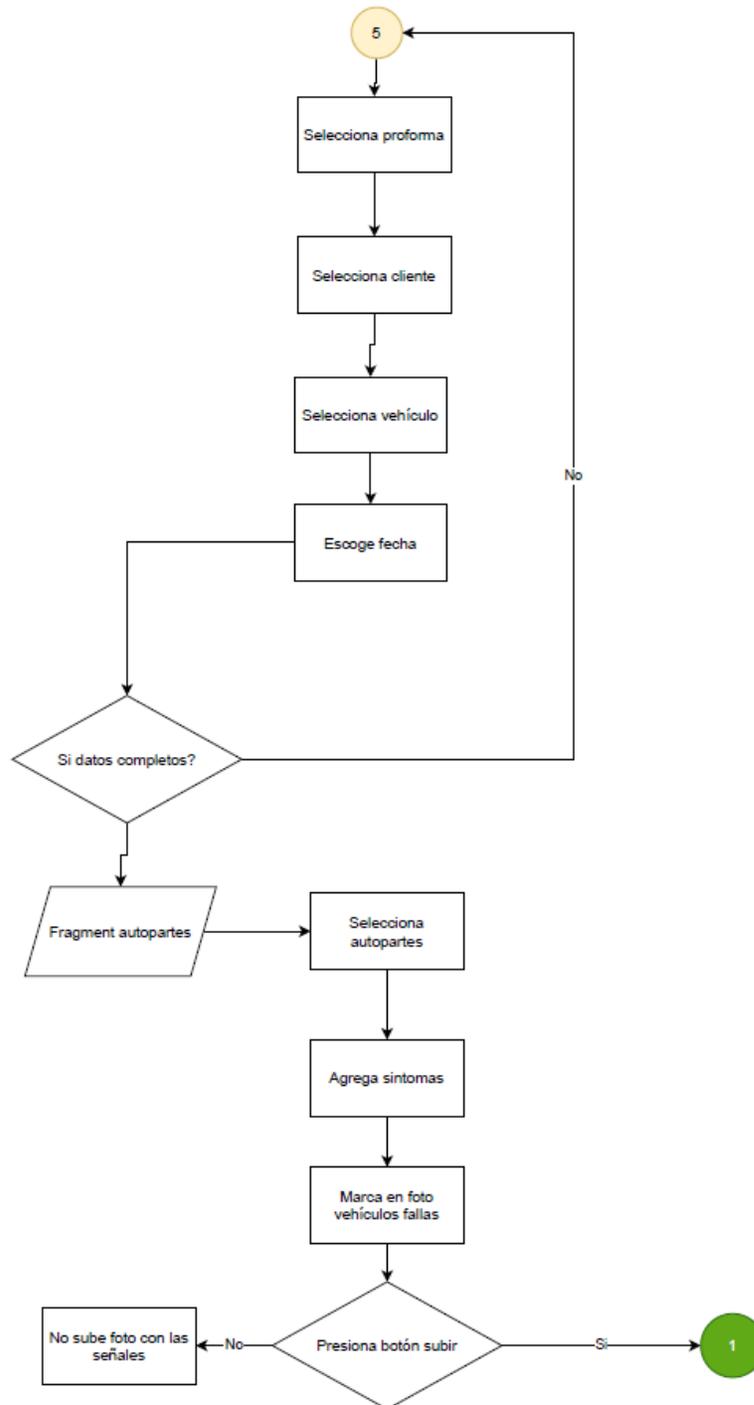


Nota. Se presenta el diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de colores

Para generar una nueva orden de trabajo, podemos visualizar en la figura 21 el diagrama de flujo que indica el proceso lógico a realizar para crear esta actividad; agrega proforma, cliente, vehículo, fecha de ingreso, síntomas del vehículo y registro de imágenes o fotos.

Figura 22

Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 1

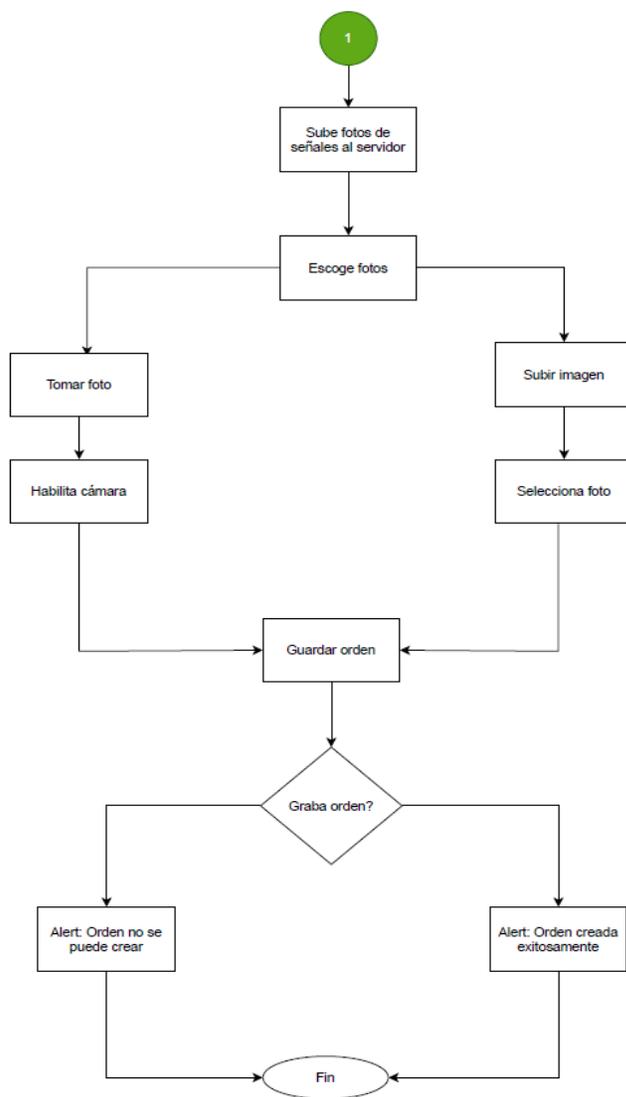


Nota. Se muestra el diagrama de flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 1

Podemos visualizar en la 23 la segunda parte del diagrama de flujo que indica el proceso lógico a realizar para crear esta actividad, subir fotos o imágenes previamente guardadas en el dispositivo Android, grabar y generar orden de trabajo.

Figura 23

Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 2

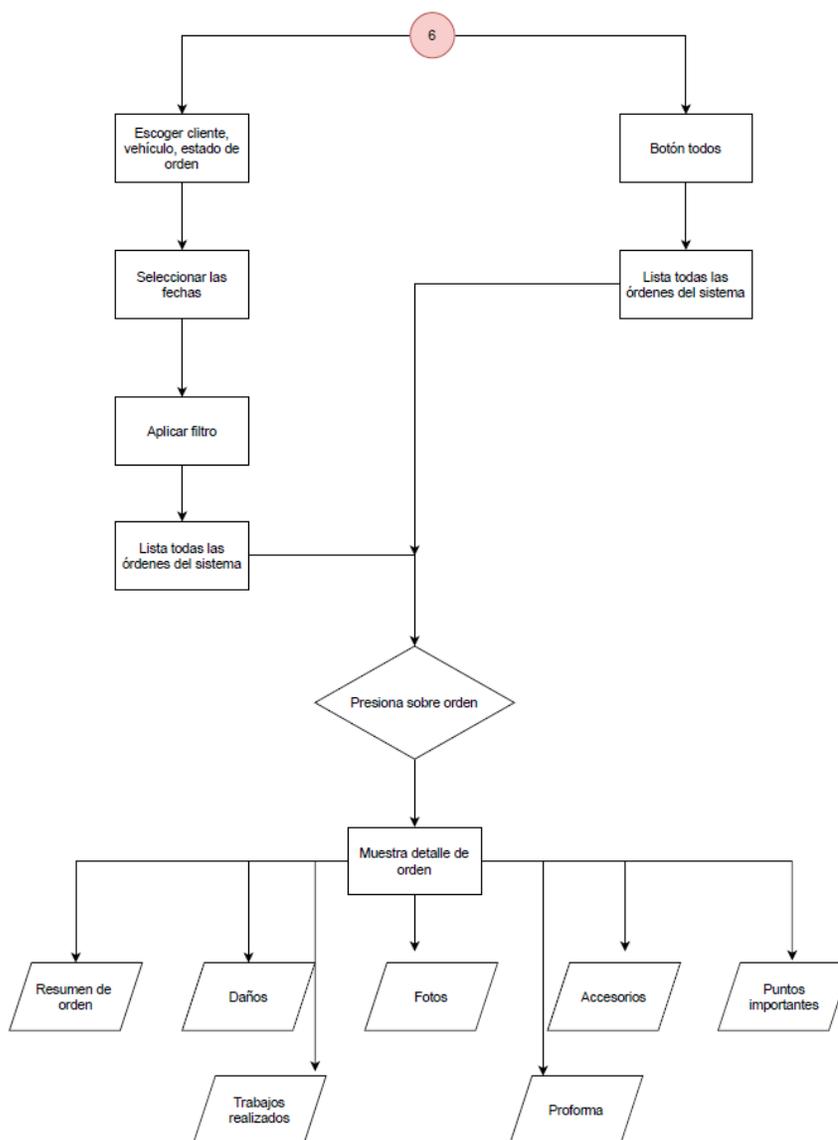


Nota. En la figura 16 se muestra el diagrama de flujo de Asesor de servicio - selección de nueva orden 2

En la figura 24 se evidencia la opción "lista órdenes" en donde se puede visualizar todas las órdenes de trabajo ingresadas en el sistema, para lo cual se presenta un filtro para facilitar dicha búsqueda. Una vez identificada alguna orden de trabajo, se refleja todos los detalles de esta.

Figura 24

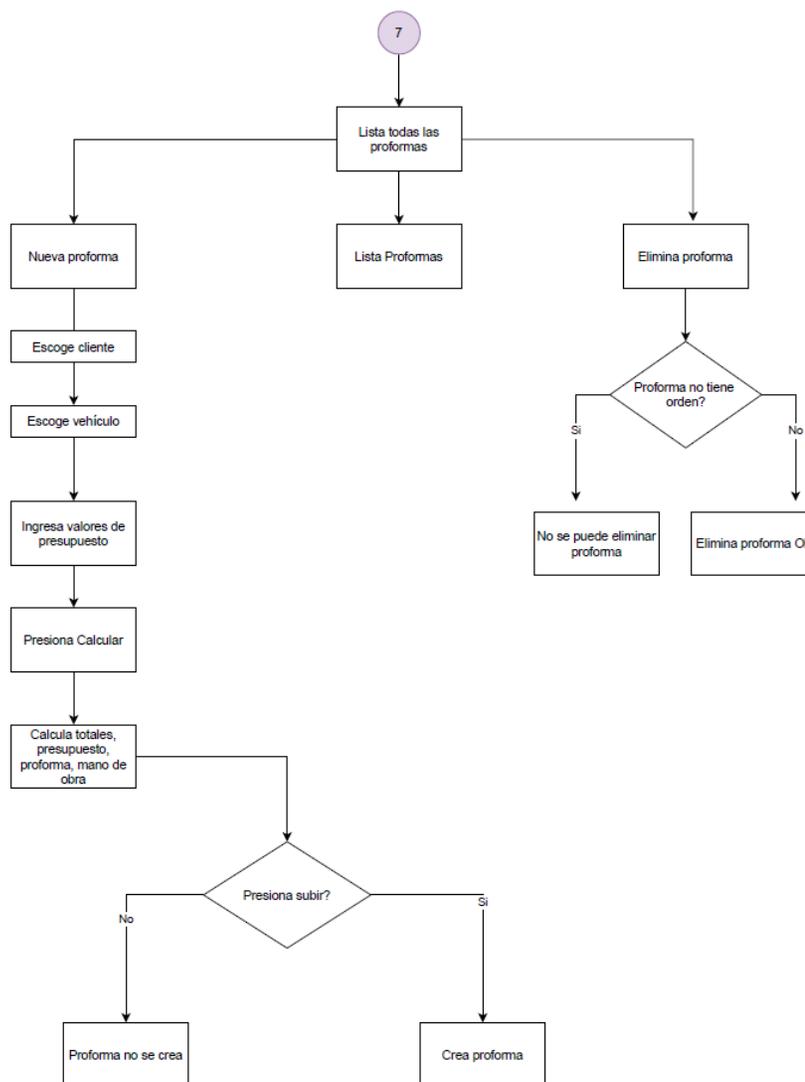
Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de órdenes



En la figura 25 se presenta el desarrollo del menú proforma; mismo que tendrán disponibilidad de crear nuevo ítem, editar o eliminar información existente. La opción proforma registra datos de presupuestos tanto en tiempo de mano de obra como en repuestos utilizados, misma que entrega un presupuesto formal para presentarlo al cliente.

Figura 25

Diagrama de Flujo de Asesor de servicio - lista de proformas

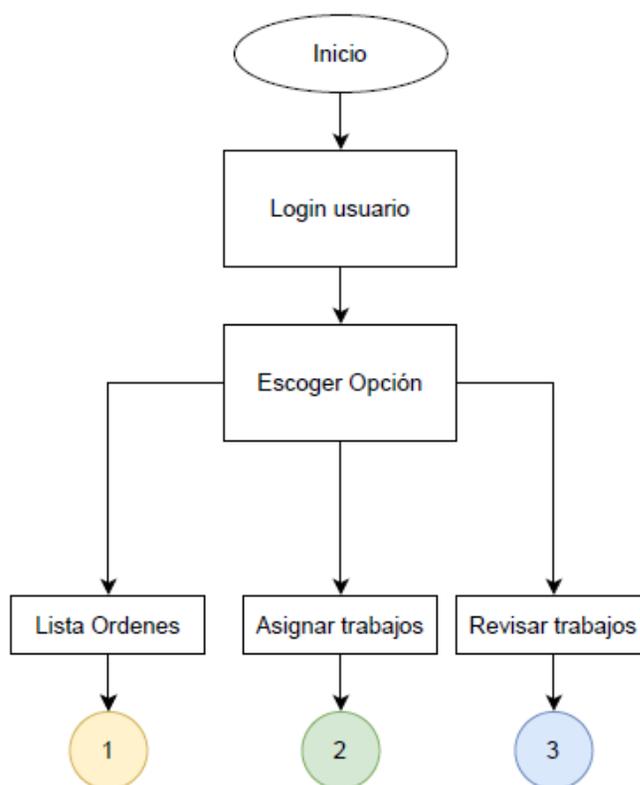


3.5.3 Jefe de taller:

En la figura 26 se presenta el desarrollo del sistema de control programado en el interfaz jefe de taller, que consta de los menús: lista de órdenes, asignar trabajos y revisar trabajos.

Figura 26

Diagrama de Flujo de jefe de Taller

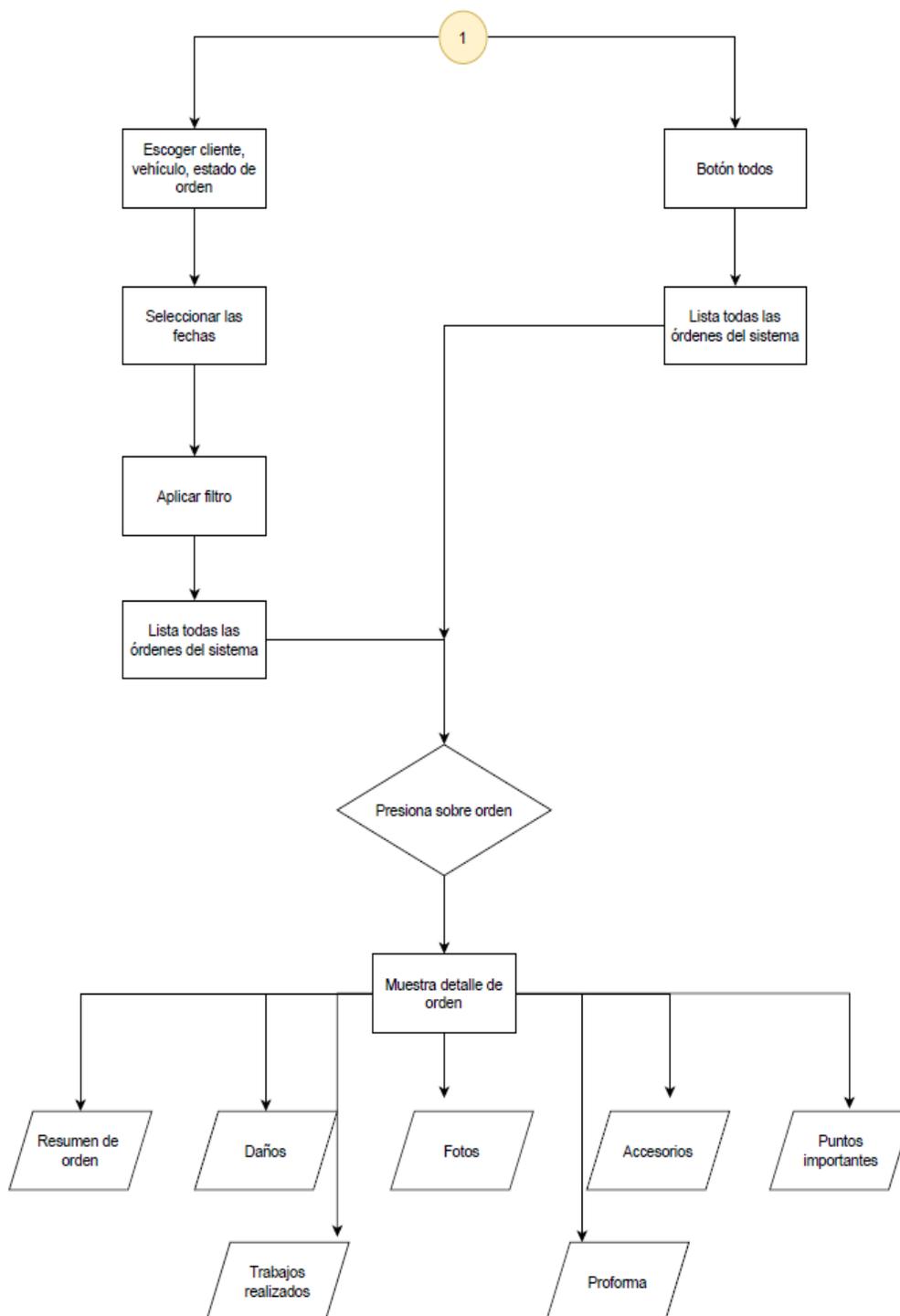


Nota. Se muestra el diagrama de flujo de jefe de taller.

En la figura 27 se evidencia la opción "lista órdenes" en donde se puede visualizar todas las órdenes de trabajo ingresadas en el sistema, para lo cual se presenta un filtro para facilitar dicha búsqueda. Una vez identificada alguna orden de trabajo, se refleja todos los detalles de esta.

Figura 27

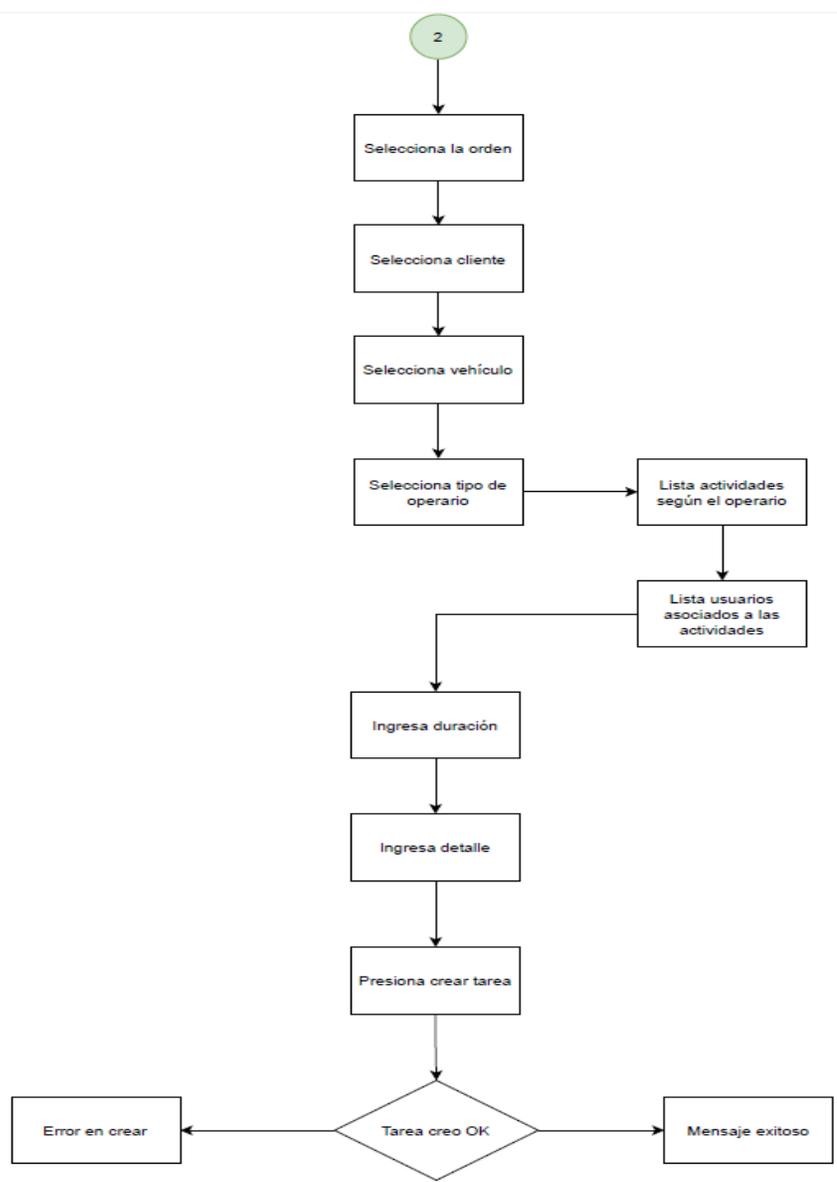
Diagrama de Flujo de jefe de Taller – lista de órdenes



En la figura 28 se presenta la opción "asignar trabajos" en donde se puede seleccionar trabajos pendientes y asignarlos a los operarios requeridos, ingresar la duración y detalles adicionales para un trabajo específico.

Figura 28

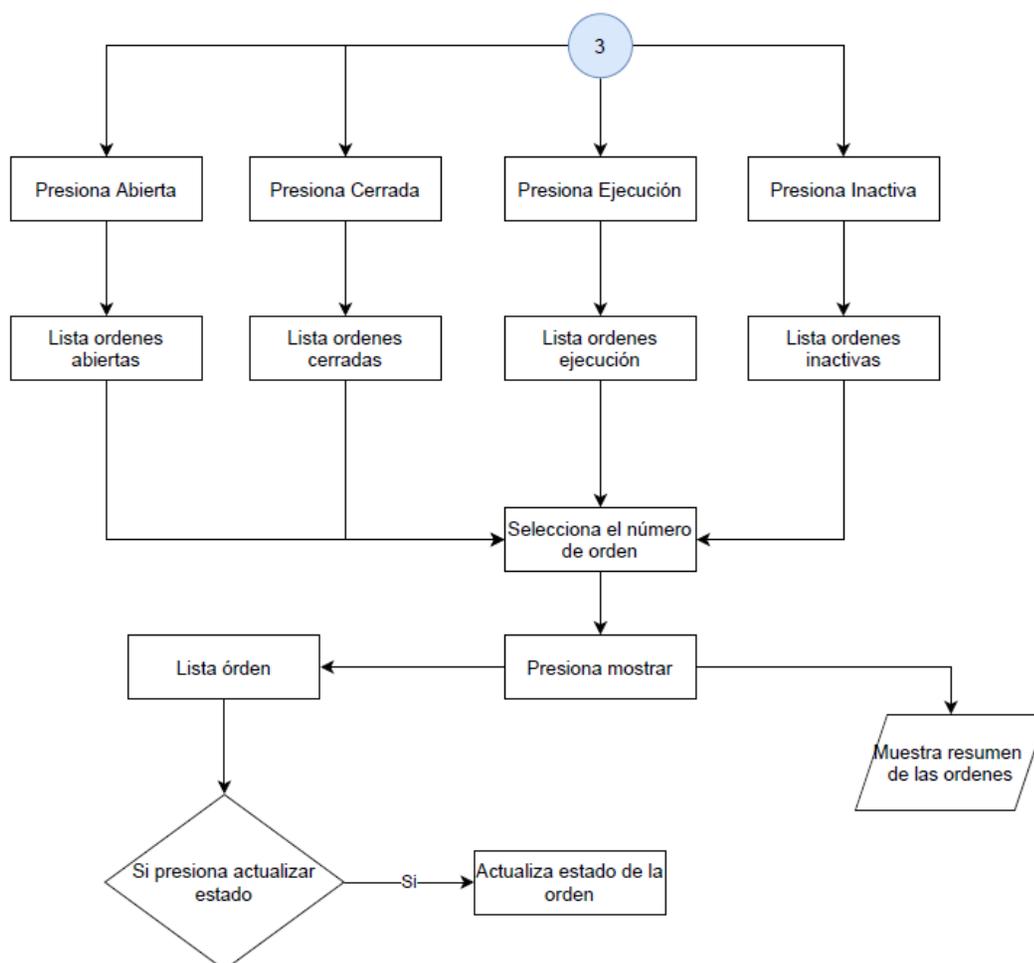
Diagrama de Flujo de jefe de Taller – asignar trabajos



En la figura 29 se presenta la opción "revisar trabajos" en donde el jefe de taller puede revisar, en tiempo real, el estado de cada uno de los trabajos que haya asignado a uno o varios operarios.

Figura 29

Diagrama de Flujo de jefe de Taller – revisar trabajos



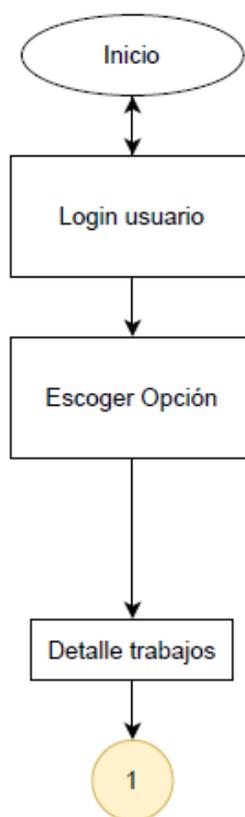
Nota. Se muestra el diagrama de flujo de jefe de taller – revisión de trabajos.

3.5.4 Operario:

En la figura 30 se presenta el desarrollo del sistema de control programado en el interfaz Operario, donde se registra el usuario y contraseña para ingresar a su interfaz asignada.

Figura 30

Diagrama de Flujo de operario 1

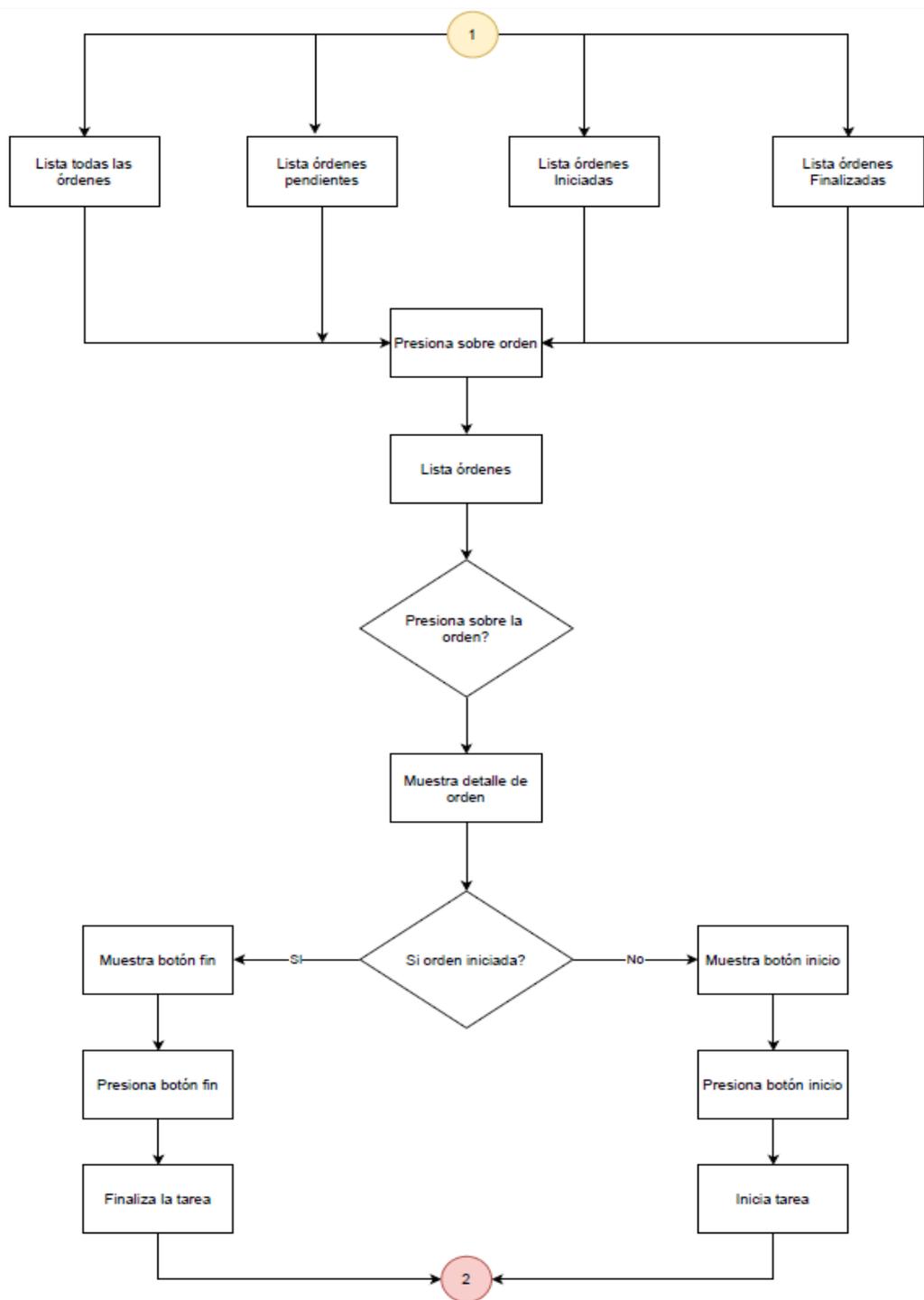


Nota. Se muestra el diagrama de flujo de Operario 1.

En la figura 31 se evidencia la interfaz para el usuario "Operario" quien recibe notificaciones de trabajos asignados de forma detallada y tiempo determinado. Al iniciar la tarea, envía un aviso al jefe de taller, y empieza a correr el tiempo.

Figura 31

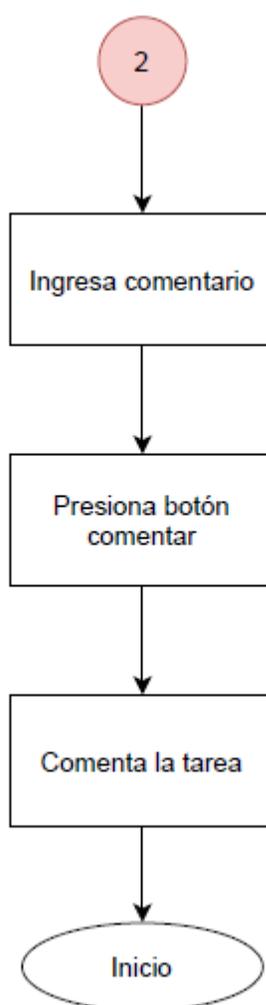
Diagrama de Flujo de operario 2



Al finalizar el trabajo ingresa al sistema de control programado con la finalidad de notificar la finalización de dicho trabajo, pudiendo agregar comentarios si la situación lo requiere, como se muestra en la figura 32.

Figura 32

Diagrama de Flujo de operario 3



Nota. Se muestra el diagrama de flujo de Asesor de Operario 3.

Capítulo IV.

4 Estudio de movimientos y tiempos en Imbauto S.A.

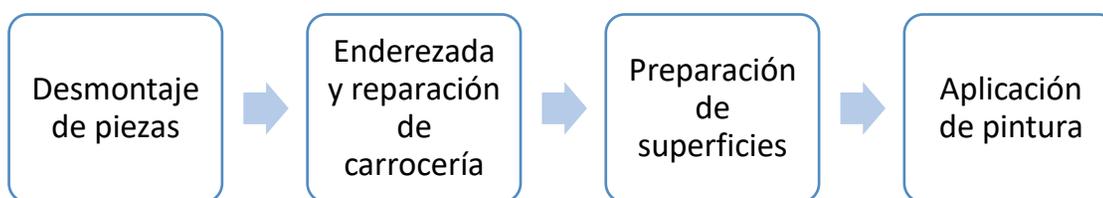
4.1 Situación actual de la empresa

Posterior a la visita in situ se procede a describir la situación actual del centro de colisiones. Se puede evidenciar que en el taller no existe una estandarización de procesos que permita controlar los tiempos de trabajo, por lo que es pertinente realizar un estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de obtener una mayor productividad en la empresa. Razón por la cual se identifica el proceso de trabajo realizado por los operarios del taller. Para este estudio se ha seleccionado un trabajo cotidiano, de fácil producción pero que involucra todos los procesos generales que se realizan en dicho taller. Se ha seleccionado una abolladura leve++ del guardafango trasero izquierdo del Chevrolet Tracker A/C 1.8L del año 2014.

4.1.1 Proceso de reparación de una abolladura

Figura 33

Proceso de Chapistería y pintura



Nota. Los procesos de reparación de chapistería y pintura se han diferenciado en las diferentes etapas.

4.1.2 Descripción del proceso de desmontaje de piezas

El proceso de desmontaje de piezas se da en función del vehículo seleccionado y el daño que tenga el mismo, en este caso se ha seleccionado un Chevrolet Tracker con una abolladura del guardafango trasero izquierdo, que se lo evidencia en la figura 34. Cabe recalcar que para iniciar este tipo de trabajo es indispensable limpiar las superficies a trabajar.

Figura 34

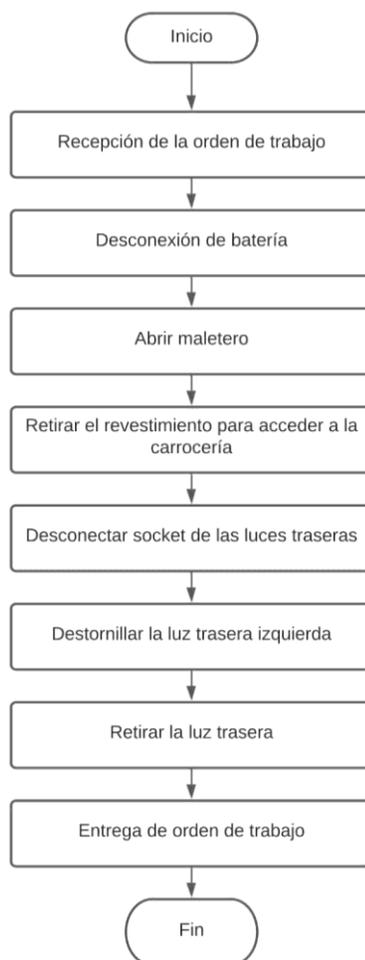
Abolladura del guardafango posterior izquierdo de Chevrolet Tracker 2014



Nota. La figura muestra una abolladura del guardafango posterior izquierdo.

Figura 35

Proceso del desmontaje de piezas



Nota. En la figura se muestra el proceso de desmontaje de piezas separado en etapas.

Como se describe en la figura 35, lo primero que se realiza, por seguridad, es la desconexión de la batería ya que se utilizará equipos eléctricos, cabe recalcar, que el operario debe familiarizarse al Chevrolet Tracker 2014 mediante sus planos y catálogos, para iniciar con el proceso. El operario abre la puerta del maletero y sustrae el revestimiento interno que cubre la zona afectada de la carrocería, luego, se procede a desconectar el socket de la luz trasera del

guardafango afectado y con la ayuda de un destornillador se procede a retirar dicho elemento, véase en la figura 36. En esta actividad se requiere de un operario.

Figura 36

Desmontaje de piezas

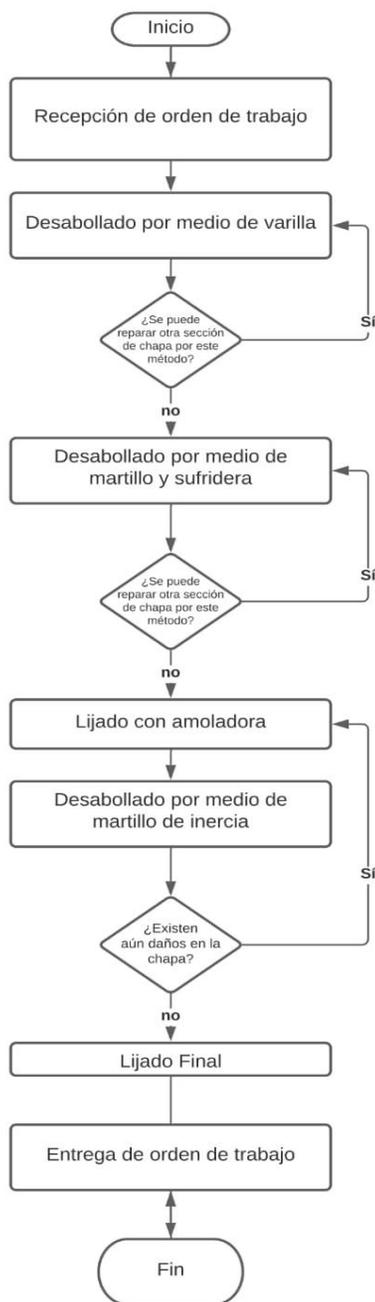


Nota. En la figura se muestra el proceso de desmontaje de piezas necesarias para realizar el trabajo de reparación.

4.1.3 Descripción del proceso de enderezada y reparación de carrocería

Figura 37

Proceso de enderezada y reparación de carrocería



Nota. En la figura se muestra el proceso de enderezada y reparación de carrocería del Chevrolet Tracker 2014.

En primera instancia se realiza un desabollado, muy cuidadoso, por medio de una varilla especial de acero para enderezado, misma que ingresa por el orificio de cablería de la luz trasera izquierda, como se lo evidencia en la figura 38, ejerciendo presión desde adentro y generando un efecto palanca para evitar daños de la chapa o pintura del vehículo, acudiendo a las propiedades plásticas o de memoria de la chapa, se espera que una parte de la abolladura regrese a su forma original y se quede así, figura 39.

Figura 38

Técnica de desabollado por varilla.



Nota. Técnica de desabollado por varilla.

Figura 39

Resultado de la técnica de desabolladura por varilla



Nota. Proceso de desabollado por varilla, se acerca a la geometría original del guardafango.

Inmediatamente, el operario utiliza la técnica de martillo y sufridera, en la que se golpea la zona afectada desde la parte exterior, y la sufridera recibe el golpe desde la zona interior de la chapa; este proceso se lo realiza cuantas veces sea pertinente, figura 40. Al culminar con este proceso se realiza un lijado grueso con amoladora para evaluar posibles abolladuras aun existentes, figura 41.

Figura 40

Técnica de martillo y sufridera



Nota. En la imagen se puede visualizar el proceso de enderezada con la técnica de martillo y sufridera.

Figura 41

Lijado grueso con amoladora



Nota. Técnica de lijado grueso con la herramienta amoladora.

Una vez localizadas abolladuras específicas se utiliza la técnica del martillo de inercia, el cual consiste en realizar un punto de suelda en la zona de trabajo y ejercer tracción sobre la misma, figura 42; esta técnica es utilizada cuando se realiza un enderezamiento minucioso hasta que la lámina recupere, en lo posible, su geometría original, a continuación, se realiza lijado para retirar la escoria y residuos formados en la soldadura.

Por otra parte, el operario realiza una inspección visual y táctil, figura 43, con la finalidad de identificar si aún existen posibles daños, además, realiza una reevaluación al colocar todas las partes retiradas del vehículo y que sus mecanismos trabajen de una manera adecuada, figura 44.

Figura 42

Técnica de martillo de inercia



Nota. Se utiliza un martillo de inercia para sacar las abolladuras puntuales.

Figura 43

Inspección táctil y visual



Nota. Se realiza un inspección visual y táctil para verificar el avance del trabajo.

Figura 44

Evaluación geométrica y de funcionamiento adecuado de mecanismos

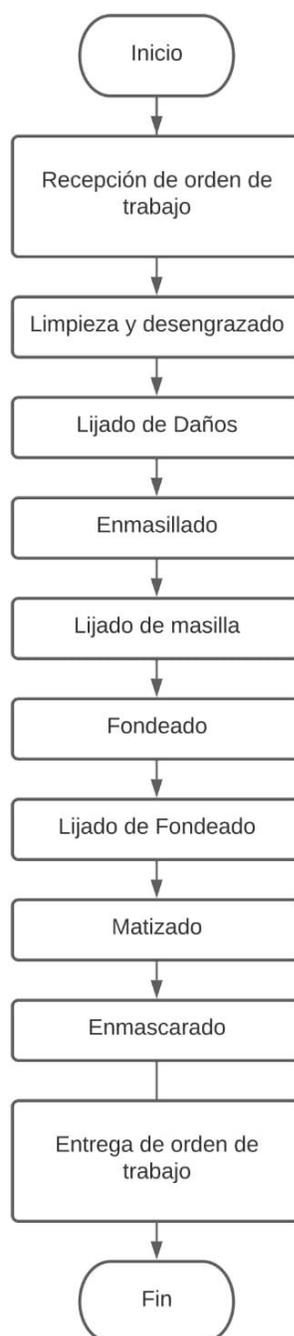


Nota. Se coloca la luna trasera con la finalidad de realizar una evaluación geométrica.

4.1.4 Descripción del proceso de preparación de superficies

Figura 45

Proceso de preparación de superficies



Nota. En la figura muestra el proceso de preparación de superficies separado en etapas.

En la preparación de superficies se corrige los daños a detalle, como arañazos y abolladuras mínimas de la chapa que no se lograron en el proceso anterior, con la finalidad de llegar al estado original de las piezas y garantizar el agarre de la pintura de acabado.

Este proceso se inicia con la limpieza y desengrasado de las partículas que pudieran haber quedado en las piezas a reparar, protegiendo piezas adyacentes que no se tratarán en este proceso, figura 46. Una vez limpio y protegido el área de trabajo el operario procede al lijado de daños con una lija más fina a la trabajada en el proceso anterior, figura 47.

Figura 46

Limpieza y protección de refacciones adyacentes



Nota. En la imagen se visualiza la protección de piezas adyacentes, que no se verán involucradas en el proceso de reparación.

Figura 47

Lijado de daños



Nota. Se puede visualizar el proceso de lijado de daños.

Al tener la superficie de la chapa lijada, se procede al enmasillado de la superficie tratada, este proceso consiste en rellenar zonas irregulares para aproximar la geometría de la pieza cuidando los detalles específicos del Chevrolet Tracker 2014, figura 48. El operario sugiere dejar secar un tiempo de 30 minutos para posterior a ello iniciar con el lijado de masilla, figura 49, cuya función es retirar el exceso de masilla, cuidando la escala granulométrica que recomienda no sobrepasar 100 puntos entre escala de lijas, pudiendo iniciar con grano 80 o 100, luego grano 120 o 150 y finalmente grano 220, cumplir con esta regla llevará a obtener un mejor acabado.

Figura 48

Enmasillado



Nota. Se observa el enmasillado, correspondiente al proceso de preparación de superficies.

Figura 49

Lijado de masilla



Nota. Técnica de lijado de masilla con la ayuda de una amoladora.

Aun lijando la superficie se puede evidenciar ciertas porosidades en la masilla que más adelante podría causar imperfecciones en el acabado, razón por la cual se realiza el proceso de fondeado, figura 50, adicional a ello, una segunda funcionalidad del fondeado es aislar al masillado proporcionando protección y sellado al área intervenida.

Se dejará secar 60 minutos antes de iniciar el lijado, que se desarrollará con una lija grano 400, este proceso se lo realiza para nivelar el área de trabajo y aportar agarre para la pintura, figura 51.

Figura 50

Fondeado



Nota. Se protege las piezas adyacentes para cuidar su acabado y no existan salpicaduras de la nueva pintura.

Figura 51

Lijado de fondeado



Nota. Luego del fondeado se procede a realizar un lijado de fondeado.

Se matiza el resto de la pieza con lija grano 1200 para promover el anclaje de la nueva pintura y que ésta sea uniforme en toda la refacción.

Finalmente se procede a enmascarar las superficies adyacentes, recubriendo las áreas que van a ser intervenidas, evitando indeseables imperfecciones, figura 52.

Figura 52

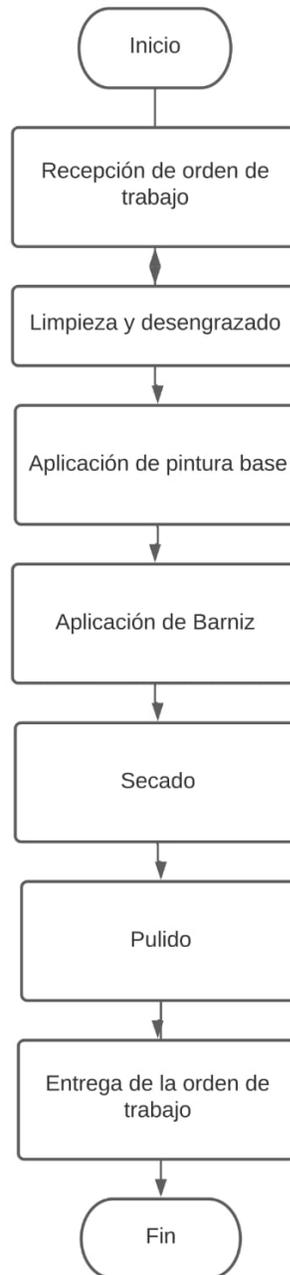
Enmascarado de zonas adyacentes



Nota. Se tiene mucho cuidado en los detalles, por lo que se cubre todas las zonas adyacentes que puedan verse afectadas en el proceso de pintura.

4.1.5 Descripción del proceso de pintado

En el proceso de pintado, es primordial iniciar con una limpieza profunda del área a trabajar, ya que de esto depende, en gran medida, la calidad de pintura que se refleje al final de la operación, en la figura 53 se describe el proceso de pintado en subprocesos plenamente identificados.

Figura 53*Proceso de pintura*

Nota. En la figura se indica el proceso de pintado separado en etapas.

Se inicia con la limpieza y desengrasado de la zona a realizar el trabajo de pintura, con la finalidad de quitar impurezas que pudieran afectar al acabado superficial del trabajo de pintura del vehículo una muestra de ello lo podemos apreciar en la figura 54.

Se recomienda realizarlo en tres etapas, se realiza inicialmente un soplado con la ayuda de aire comprimido, en la zona a pintar como en el empapelado, especialmente en zonas de difícil acceso como ranuras y dobleces.

Para eliminar residuos impregnados en la superficie, se sugiere utilizar disolvente desengrasante y un trapo de microfibra que ayude a recoger los restos de partículas sólidas.

Figura 54

Limpieza y desengrasado



Nota. Antes de realizar la aplicación de pintura es muy importante realizar una limpieza profunda y desengrasado de la superficie a trabajar.

Una vez identificado el color se realiza la preparación de la pintura, para ello se añade diluyente para ajustar la viscosidad según las indicaciones del fabricante, de esta manera el secado del producto será el idóneo por el método de secado forzado en horno, el tiempo utilizado por este método es de 30 minutos, al culminar el secado se obtiene un aspecto mate, proceso que se repite dos veces.

El operador utilizará la pistola más apropiada con un pico de fluido de 1,3mm para su aplicación en la figura 55, puesto que disminuye el tiempo de aplicación de la pintura.

Figura 55

Aplicación de pintura base



Nota. Proceso de aplicación de pintura base.

Al observar la pieza color mate completamente seca, se agrega la capa de laca o barniz con la finalidad de proporcionarle protección y brillo para resaltar el color. Para la preparación de esta, se utiliza catalizador y diluyente para facilitar el secado.

Se aplica 2 capas de producto con un intervalo de tiempo entre ellas de 10 minutos, figura 56, para el secado completo es necesario del método secado forzado en horno a 60°C por 30 minutos.

Figura 56

Aplicación de barniz



Nota. Técnica de barnizado, acabado bicapa.

Finalmente, se recomienda pulir el área pintada luego de 2 semanas de la aplicación de la pintura bicapa, misma que se realiza con un paño de felpa para adquirir brillo en la figura 45.

Figura 57

Pulido



Nota. Luego de secado, se procede a realizar un pulido final para perfeccionar el acabado.

4.2 Estudio de tiempos y movimientos: Método actual

A continuación, se realiza el estudio de tiempos del proceso completo de trabajo, dividido en subprocesos, que son desmontaje de piezas, enderezada y reparación de carrocería, preparación de superficies, aplicación de pintura.

La toma de tiempos se realiza por medio de un cronómetro digital y con la técnica “con regreso a cero”, esto es, reiniciando el cronómetro después de leer el tiempo en cada punto de quiebre. Este proceso se lo ha realizado por 10 ocasiones, como refiere la tabla 4 (página 59) del capítulo 2 del presente estudio (Niebel & Freivalds, 2009), misma que indica el número de ciclos a realizar en función del tiempo requerido por cada actividad, en este caso la mayoría de las actividades cumplen dentro de un rango temporal de 5 a 10 minutos.

El estudio de tiempo se lo ha realizado con la participación de técnicos promedio, pero altamente preparados y con varios años de experiencia en su labor, se evalúa bajo el Sistema de Westinghouse dando como resultado una calificación de C1 en habilidad, C2 en esfuerzo, C en condiciones y E en consistencia, agregando el factor de desempeño, se ha consolidado un factor de desempeño o valoración de 1,08 como expone la tabla 11 que se presenta a continuación. (Niebel & Freivalds, 2009)

Este es uno de los pasos más controversiales, puesto que depende de la experiencia, razonamiento y criterio del analista que ejecute dicho estudio.

Tabla 11

Factor de desempeño para el centro de colisiones IMBAUTO S.A - IBARRA

| RAZÓN | VALOR | REFERENCIA | PÁGINA |
|---------------------|--------------|-------------------|---------------|
| HABILIDAD | | | |
| BUENA - C1 | 0,06 | TABLA 6 | 61 |
| ESFUERZO | | | |
| BUENO - C2 | 0,02 | TABLA 7 | 62 |
| CONDICIONES | | | |
| BUENO – C | 0,02 | TABLA 8 | 63 |
| CONSISTENCIA | | | |
| ACEPTABLE – E | -0,02 | TABLA 9 | 64 |
| TOTAL | 0,08 | | |
| VALORACIÓN | 1,08 | | |

Nota. Valores tomados de las tablas descritas en el capítulo 2 de este estudio. (Niebel & Freivalds, 2009)

El tiempo suplementario u holguras se obtiene de la tabla de recomendación de la oficina Internacional de Trabajo de los Estados Unidos ilustrada en la tabla 9 (página 64) (Niebel & Freivalds, 2009), en particular, se han tomado los valores que se indican a continuación en la tabla 12, dando lugar a una puntuación del 13% de tiempo suplementario.

Tabla 12

Tiempo suplementario para el centro de colisiones IMBAUTO S.A - IBARRA

| SUPLEMENTOS (HOMBRE) | |
|------------------------------|-------------|
| RAZÓN | VALOR |
| HOLGURAS CONSTANTES | |
| NECESIDADES PERSONALES | 5 % |
| FATIGA | 4 % |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | |
| POSTURA: PARADO | 2 % |
| MONOTONÍA | 2 % |
| TOTAL | 13 % |

El tiempo básico se lo consigue al multiplicar el promedio con la valoración, así:

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * \text{valoración}$$

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * 1,08$$

El tiempo estándar se lo obtiene del producto entre el tiempo básico y el tiempo suplementario sumado a la unidad.

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + 0,13)$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1,13)$$

4.2.1 Análisis del tiempo en el proceso de desmontaje de piezas

Tabla 13

Descripción de las actividades: Desmontaje de piezas IMBAUTO S.A - IBARRA

| Descripción de actividades | Letra |
|---|--------------|
| Recepción de la orden trabajo | A |
| Desconexión de batería | B |
| Abrir maletero | C |
| Retirar el revestimiento para acceder a la carrocería | D |
| Desconectar el socket de las luces traseras | E |
| Destornillar la luz trasera izquierda | F |
| Retirar la luz trasera | G |
| Entrega de la orden de trabajo | H |

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * \text{valoración}$$

$$\text{tiempo básico} = 23,71 * 1,08$$

$$\text{tiempo básico} = \mathbf{25,60}$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{tiempo estándar} = 25,60 * (1 + 0,13)$$

$$\text{tiempo estándar} = \mathbf{28,93}$$

Tabla 14

Cálculo del tiempo estándar para la operación: Desmontaje de piezas

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 4,27 | 6,34 | 6,28 | 5,51 | 4,88 | 5,24 | 6,04 | 5,67 | 5,35 | 4,72 | 54,3 | 5,43 | 1,08 | 5,86 | 1,13 | 6,63 |
| B | 3,23 | 3,4 | 3,35 | 3,2 | 3,06 | 3,45 | 3,87 | 3,24 | 3,51 | 3,4 | 33,71 | 3,37 | 1,08 | 3,64 | 1,13 | 4,11 |
| C | 0,13 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,34 | 0,23 | 0,54 | 0,43 | 0,39 | 2,56 | 0,26 | 1,08 | 0,28 | 1,13 | 0,31 |
| D | 4,55 | 4,25 | 5,2 | 4,82 | 4,5 | 4,67 | 5,12 | 4,75 | 4,38 | 5,12 | 47,36 | 4,74 | 1,08 | 5,11 | 1,13 | 5,78 |
| E | 1,2 | 1,45 | 1,24 | 1,37 | 1,32 | 1,45 | 1,38 | 1,51 | 1,38 | 1,4 | 13,7 | 1,37 | 1,08 | 1,48 | 1,13 | 1,67 |
| F | 2,5 | 2,34 | 2,54 | 2,6 | 2,45 | 2,63 | 2,48 | 2,59 | 2,62 | 2,49 | 25,24 | 2,52 | 1,08 | 2,73 | 1,13 | 3,08 |
| G | 1,23 | 1,45 | 2,8 | 1,67 | 1,4 | 2,51 | 2,45 | 1,92 | 1,84 | 2,23 | 19,5 | 1,95 | 1,08 | 2,11 | 1,13 | 2,38 |
| H | 3,45 | 4,67 | 4,23 | 3,87 | 3,75 | 4,33 | 4,26 | 3,89 | 4,03 | 4,21 | 40,69 | 4,07 | 1,08 | 4,39 | 1,13 | 4,97 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 23,71 | | 25,60 | | 28,93 |

En la tabla 14 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación desmontaje de piezas, en el método actual, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 23,71 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 25,60 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 28,93 minutos.

4.2.2 Análisis del tiempo en el proceso de enderezada

Tabla 15

Descripción de las actividades: Enderezada y reparación de carrocerías

| Descripción de actividades | Letra |
|---|--------------|
| Recepción de la orden trabajo | A |
| Desabollado por medio de varilla | B |
| Desabollado por medio de martillo y sufridera | C |
| Lijado con amoladora | D |
| Desabollado por medio de martillo de inercia | E |
| Lijado Final | F |
| Entrega de la orden de trabajo | G |

*tiempo básico = promedio * valoración*

*tiempo básico = 108,65 * 1,08*

tiempo básico = 117,35

*tiempo estándar = tiempo básico * (1 + suplementos)*

*tiempo estándar = 117,35 * (1 + 0,13)*

tiempo estándar = 132,60

Tabla 16*Cálculo del tiempo estándar: Enderezada y reparación de carrocería*

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 2,97 | 3,27 | 3,15 | 3,65 | 2,99 | 3,02 | 3,23 | 3,17 | 3,78 | 3,12 | 32,35 | 3,24 | 1,08 | 3,49 | 1,13 | 3,95 |
| B | 23,45 | 22,17 | 23,64 | 24,04 | 22,89 | 23,45 | 23,89 | 22,88 | 24,07 | 23,52 | 234 | 23,40 | 1,08 | 25,27 | 1,13 | 28,56 |
| C | 12,69 | 11,98 | 12,56 | 12,43 | 13,02 | 12,77 | 12,02 | 12,72 | 12,89 | 13,2 | 126,28 | 12,63 | 1,08 | 13,64 | 1,13 | 15,41 |
| D | 28,93 | 28,6 | 27,99 | 28,62 | 29,05 | 29,36 | 28,77 | 28,69 | 28,54 | 28,65 | 287,2 | 28,72 | 1,08 | 31,02 | 1,13 | 35,05 |
| E | 24,65 | 23,9 | 24,56 | 24,33 | 24,67 | 24,53 | 25,01 | 24,89 | 24,87 | 24,45 | 245,86 | 24,59 | 1,08 | 26,55 | 1,13 | 30,00 |
| F | 13,72 | 12,96 | 12,87 | 13,02 | 13,76 | 13,42 | 13,4 | 12,89 | 12,78 | 12,96 | 131,78 | 13,18 | 1,08 | 14,23 | 1,13 | 16,08 |
| G | 2,84 | 2,65 | 2,76 | 2,59 | 2,97 | 3,25 | 3,59 | 2,87 | 3,01 | 2,54 | 29,07 | 2,91 | 1,08 | 3,14 | 1,13 | 3,55 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 108,65 | | 117,35 | | 132,60 |

En la tabla 16 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación enderezada y reparación de carrocería, en el método actual, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 108,65 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 117,35 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 132,60 minutos.

4.2.3 Análisis del tiempo en el proceso de preparación de superficies

Tabla 17

Descripción de las actividades: Preparación de superficies

| Descripción de actividades | Letra |
|-----------------------------------|--------------|
| Recepción de la orden trabajo | A |
| Limpieza y desengrasado | B |
| Lijado de Daños | C |
| Enmasillado | D |
| Lijado de masilla | E |
| Fondeado | F |
| Lijado de Fondeado | G |
| Matizado | H |
| Enmascarado | I |
| Entrega de la orden de trabajo | J |

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * \text{valoración}$$

$$\text{tiempo básico} = 45,99 * 1,08$$

$$\text{tiempo básico} = 49,67$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{tiempo estándar} = 49,67 * (1 + 0,13)$$

$$\text{tiempo estándar} = 56,13$$

Tabla 18

Cálculo del tiempo estándar para la operación: Preparación de superficies

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 3,17 | 3,25 | 2,98 | 3,78 | 3,65 | 3,26 | 3,09 | 3,22 | 3,17 | 3,05 | 32,62 | 3,26 | 1,08 | 3,52 | 1,13 | 3,98 |
| B | 3,21 | 3,18 | 3,15 | 3,03 | 3,43 | 3,33 | 3,13 | 3,18 | 3,7 | 3,45 | 32,79 | 3,28 | 1,08 | 3,54 | 1,13 | 4,00 |
| C | 6,17 | 6,26 | 6,38 | 6,17 | 6,32 | 5,89 | 5,99 | 6,03 | 6,24 | 6,45 | 61,9 | 6,19 | 1,08 | 6,69 | 1,13 | 7,55 |
| D | 8,48 | 8,7 | 8,23 | 8,43 | 8,23 | 8,76 | 8,91 | 8,25 | 8,41 | 8,22 | 84,62 | 8,46 | 1,08 | 9,14 | 1,13 | 10,33 |
| E | 4,16 | 4,12 | 4,18 | 4,23 | 4,67 | 4,77 | 3,98 | 3,99 | 4,01 | 4,22 | 42,33 | 4,23 | 1,08 | 4,57 | 1,13 | 5,17 |
| F | 2,57 | 2,61 | 2,67 | 2,55 | 2,51 | 2,43 | 2,51 | 2,67 | 2,54 | 2,8 | 25,86 | 2,59 | 1,08 | 2,79 | 1,13 | 3,16 |
| G | 5,74 | 5,81 | 5,84 | 5,24 | 5,44 | 5,51 | 5,98 | 5,45 | 6,12 | 5,54 | 56,67 | 5,67 | 1,08 | 6,12 | 1,13 | 6,92 |
| H | 2,15 | 2,22 | 2,25 | 2,12 | 2,52 | 2,37 | 2,43 | 2,11 | 2,13 | 2,65 | 22,95 | 2,30 | 1,08 | 2,48 | 1,13 | 2,80 |
| I | 6,24 | 6,17 | 6,34 | 6,47 | 6,12 | 6,62 | 6,22 | 6,69 | 6,1 | 6,24 | 63,21 | 6,32 | 1,08 | 6,83 | 1,13 | 7,71 |
| J | 3,87 | 3,17 | 3,26 | 3,15 | 4,29 | 4,01 | 3,85 | 3,67 | 3,78 | 3,94 | 36,99 | 3,70 | 1,08 | 3,99 | 1,13 | 4,51 |
| | TOTAL | | | | | | | | | | | 45,99 | | 49,67 | | 56,13 |

En la tabla 18 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación preparación de superficies, en el método actual, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 45,99 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 49,67 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 56,13 minutos.

4.2.4 Análisis del tiempo en el proceso de pintura y pulido

Tabla 19

Descripción de las actividades: aplicación de pintura y pulido

| Descripción de actividades | Letra |
|-----------------------------------|--------------|
| Recepción de la orden trabajo | A |
| Limpieza y desengrasada | B |
| Aplicación de pintura | C |
| Aplicación de Barniz | D |
| Pulido | E |
| Entrega de la orden de trabajo | F |

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * \text{valoración}$$

$$\text{tiempo básico} = 28,92 * 1,08$$

$$\text{tiempo básico} = 31,24$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{tiempo estándar} = 31,24 * (1 + 0,13)$$

$$\text{tiempo estándar} = 35,30$$

Tabla 20

Cálculo del tiempo estándar para la operación: Aplicación de pintura y pulido

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 6,34 | 5,88 | 5,91 | 6,17 | 6,54 | 6,03 | 5,89 | 6,23 | 6,12 | 6,21 | 61,32 | 6,13 | 1,08 | 6,62 | 1,13 | 7,48 |
| B | 4,25 | 4,12 | 4,17 | 4,15 | 4,32 | 4,07 | 4,12 | 4,18 | 4,25 | 4,21 | 41,84 | 4,18 | 1,08 | 4,52 | 1,13 | 5,11 |
| C | 3,45 | 3,17 | 3,65 | 3,51 | 3,78 | 3,15 | 3,27 | 3,42 | 3,44 | 3,61 | 34,45 | 3,45 | 1,08 | 3,72 | 1,13 | 4,20 |
| D | 3,67 | 3,23 | 3,17 | 3,53 | 3,41 | 3,24 | 3,87 | 3,71 | 3,65 | 3,6 | 35,08 | 3,51 | 1,08 | 3,79 | 1,13 | 4,28 |
| E | 5,51 | 5,66 | 5,52 | 5,43 | 5,27 | 5,38 | 5,71 | 5,29 | 5,81 | 5,32 | 54,9 | 5,49 | 1,08 | 5,93 | 1,13 | 6,70 |
| F | 6,12 | 6,06 | 6,21 | 6,09 | 6,17 | 6,19 | 6,24 | 6,22 | 6,15 | 6,18 | 61,63 | 6,16 | 1,08 | 6,66 | 1,13 | 7,52 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 28,92 | | 31,24 | | 35,30 |

En la tabla 20 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación aplicación de pintura y pulido, en el método actual, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 28,92 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 31,24 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 35,30 minutos.

4.2.5 Resumen del estudio de tiempos: Método actual

Tabla 21

Resumen método actual de tiempos estándar para cada operación

| N° | Operación | TS del método actual |
|-------|---------------------------------------|----------------------|
| | | (minutos) |
| 1 | Desmontaje de piezas | 28,93 |
| 2 | Enderezada y reparación de carrocería | 132,60 |
| 3 | Preparación de superficies | 56,13 |
| 4 | Aplicación de pintura y pulido | 35,30 |
| TOTAL | | 252,96 |

En la tabla 21 se menciona el resumen de tiempo estándar para cada operación, con el método actual, en la que la recepción y entrega de órdenes de trabajo se lo realiza de manera manual, obteniendo un total de 252,96 minutos para la ejecución de este en el vehículo Chevrolet Tracker con una abolladura leve ++ del guardafango trasero izquierdo.

4.2.6 Análisis de proceso actual

En la tabla 22, se presenta el resumen de los procesos actuales, con la finalidad de analizar la calidad y desempeño de cada procedimiento que conlleva este proceso; se presenta una escala del 1 al 5 donde 1 supera las expectativas del observador, 2 califica como logrado dicho proceso, 3 indica que se encuentra en proceso de mejora, 4 califica al proceso que necesita mejorar, por consiguiente el proceso a trabajar en el presente estudio, 5 refiere a que

no se puede dar un valor; estos resultados serán considerados por las autoridades del Centro de Colisiones IMBAUTO S.A para medir el nivel de satisfacción y aumentar la productividad del servicio.

Tabla 22

Análisis de las actividades en el proceso actual

| PROCEDIMIENTO | SUPERA ESPECTATIVA S | LOGRAD O | EN PROCES O | NECESIT A MEJORA R | NO ES POSIBLE OBSERVA R |
|---|----------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| DESMONTAJE DE PIEZAS | | | | | |
| Recepción de la orden de trabajo | | | | X | |
| Desconexión de batería | | X | | | |
| Abrir maletero | | X | | | |
| Retirar el revestimiento para acceder a la carrocería | | X | | | |
| Desconectar el socket de las luces traseras | | X | | | |
| Destornillar la luz trasera izquierda | | X | | | |
| Retirar la luz trasera | | X | | | |
| Entrega de la orden de trabajo | | | | X | |
| ENDEREZADA | | | | | |
| Recepción de la orden de trabajo | | | | X | |
| Desabollado por medio de varilla | | X | | | |
| Desabollado por medio de martillo y sufridera | | X | | | |
| Lijado con amoladora | | X | | | |
| Desabollado por medio de martillo de inercia | | X | | | |
| Lijado Final | | X | | | |
| Entrega de la orden de trabajo | | | | X | |
| PREPARACION DE SUPERFICIES | | | | | |
| Recepción de la orden de trabajo | | | | X | |
| Limpieza y desengrasado | X | | | | |
| Lijado de Daños | | X | | | |
| Enmasillado | | X | | | |
| Lijado de masilla | | X | | | |
| Fondeado | | X | | | |
| Lijado de Fondeado | | X | | | |
| Matizado | | X | | | |
| Enmascarado | | X | | | |
| Entrega de la orden de trabajo | | | | X | |

| PROCEDIMIENTO | SUPERA ESPECTATIVA S | LOGRAD O | EN PROCES O | NECESIT A MEJORA R | NO ES POSIBLE OBSERVA R |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PINTURA | | | | | |
| Recepción de la orden de trabajo | | | | X | |
| Limpieza y desengrasada | X | | | | |
| Aplicación de pintura | | X | | | |
| Aplicación de Barniz | | X | | | |
| Pulido | | X | | | |
| Entrega de la orden de trabajo | | | | X | |

Se ha podido constatar, de manera cualitativa, que los tiempos muertos de los operarios son en la recepción y entrega de las órdenes de trabajo y a su vez, se evidencia que existen trabajos listos para un siguiente proceso, mismos que por una comunicación inefectiva quedan estancados, perdiendo tiempo productivo de trabajo, y en consecuencia, se transforma en un aumento de tiempo innecesario mayor al requerido para el proceso, como consecuencia se propone un sistema de control programado que obvie dicho microproceso.

4.3 Estudio de tiempos y movimientos: Método propuesto

Considerando los hallazgos de tiempos y movimientos innecesarios del método actual, se propone implementar un sistema de control programada que automatice el proceso dentro del taller de colisiones, de esta manera se logra optimizar significativamente el tiempo productivo de trabajo.

4.3.1 Análisis del tiempo del desmontaje de piezas con el SCP

Tabla 23

Descripción de las actividades: desmontaje de piezas con el SCP

| Descripción de actividades | Letra |
|--|--------------|
| Notificación de orden de trabajo en el SCP | A |
| Desconexión de batería | B |
| Abrir maletero | C |
| Retirar el revestimiento para acceder a la carrocería | D |
| Desconectar el socket de las luces traseras | E |
| Destornillar la luz trasera izquierda | F |
| Retirar la luz trasera | G |
| Envío de reporte de finalización de trabajo a través del SCP | H |

*tiempo básico = promedio * valoración*

*tiempo básico = 16,06 * 1,08*

tiempo básico = 17,35

*tiempo estándar = tiempo básico * (1 + suplementos)*

*tiempo estándar = 17,35 * (1 + 0,13)*

tiempo estándar = 19,60

Tabla 24

Cálculo del tiempo estándar: Desmontaje de piezas con el SCP

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 0,52 | 0,32 | 0,48 | 0,41 | 0,63 | 0,68 | 0,49 | 0,7 | 0,33 | 0,51 | 5,07 | 0,51 | 1,08 | 0,55 | 1,13 | 0,62 |
| B | 3,23 | 3,4 | 3,35 | 3,2 | 3,06 | 3,45 | 3,87 | 3,24 | 3,51 | 3,4 | 33,71 | 3,37 | 1,08 | 3,64 | 1,13 | 4,11 |
| C | 0,13 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,34 | 0,23 | 0,54 | 0,43 | 0,39 | 2,56 | 0,26 | 1,08 | 0,28 | 1,13 | 0,31 |
| D | 4,55 | 4,25 | 5,2 | 4,82 | 4,5 | 4,67 | 5,12 | 4,75 | 4,38 | 5,12 | 47,36 | 4,74 | 1,08 | 5,11 | 1,13 | 5,78 |
| E | 1,2 | 1,45 | 1,24 | 1,37 | 1,32 | 1,45 | 1,38 | 1,51 | 1,38 | 1,4 | 13,7 | 1,37 | 1,08 | 1,48 | 1,13 | 1,67 |
| F | 2,5 | 2,34 | 2,54 | 2,6 | 2,45 | 2,63 | 2,48 | 2,59 | 2,62 | 2,49 | 25,24 | 2,52 | 1,08 | 2,73 | 1,13 | 3,08 |
| G | 1,23 | 1,45 | 2,8 | 1,67 | 1,4 | 2,51 | 2,45 | 1,92 | 1,84 | 2,23 | 19,5 | 1,95 | 1,08 | 2,11 | 1,13 | 2,38 |
| H | 1,05 | 1,07 | 1,21 | 1,31 | 1,09 | 1,23 | 1,45 | 1,32 | 2,01 | 1,76 | 13,5 | 1,35 | 1,08 | 1,46 | 1,13 | 1,65 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 16,06 | | 17,35 | | 19,60 |

En la tabla 24 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación desmontaje de piezas, en el método propuesto, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 16,06 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 17,35 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 19,60 minutos.

4.3.2 Análisis del tiempo enderezada con el SCP

Tabla 25

Descripción de las actividades: Enderezada y reparación de carrocería con el SCP

| Descripción de actividades | Letra |
|--|--------------|
| Notificación de orden de trabajo en el SCP | A |
| Desabollado por medio de varilla | B |
| Desabollado por medio de martillo y sufridera | C |
| Lijado con amoladora | D |
| Desabollado por medio de martillo de inercia | E |
| Lijado Final | F |
| Envío de reporte de finalización de trabajo a través del SCP | G |

*tiempo básico = promedio * valoración*

*tiempo básico = 104,63 * 1,08*

tiempo básico = 113,00

*tiempo estándar = tiempo básico * (1 + suplementos)*

*tiempo estándar = 113,00 * (1 + 0,13)*

tiempo estándar = 127,69

Tabla 26

Cálculo del tiempo estándar: Enderezada y reparación de carrocería con el SCP

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 0,73 | 0,45 | 0,61 | 0,46 | 0,61 | 0,67 | 0,72 | 0,8 | 0,55 | 0,63 | 6,23 | 0,62 | 1,08 | 0,67 | 1,13 | 0,76 |
| B | 23,45 | 22,17 | 23,64 | 24,04 | 22,89 | 23,45 | 23,89 | 22,88 | 24,07 | 23,52 | 234 | 23,40 | 1,08 | 25,27 | 1,13 | 28,56 |
| C | 12,69 | 11,98 | 12,56 | 12,43 | 13,02 | 12,77 | 12,02 | 12,72 | 12,89 | 13,2 | 126,28 | 12,63 | 1,08 | 13,64 | 1,13 | 15,41 |
| D | 28,93 | 28,6 | 27,99 | 28,62 | 29,05 | 29,36 | 28,77 | 28,69 | 28,54 | 28,65 | 287,2 | 28,72 | 1,08 | 31,02 | 1,13 | 35,05 |
| E | 24,65 | 23,9 | 24,56 | 24,33 | 24,67 | 24,53 | 25,01 | 24,89 | 24,87 | 24,45 | 245,86 | 24,59 | 1,08 | 26,55 | 1,13 | 30,00 |
| F | 13,72 | 12,96 | 12,87 | 13,02 | 13,76 | 13,42 | 13,4 | 12,89 | 12,78 | 12,96 | 131,78 | 13,18 | 1,08 | 14,23 | 1,13 | 16,08 |
| G | 1,45 | 1,27 | 1,43 | 1,78 | 1,58 | 1,67 | 1,54 | 1,39 | 1,46 | 1,38 | 14,95 | 1,50 | 1,08 | 1,61 | 1,13 | 1,82 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 104,63 | | 113,00 | | 127,69 |

En la tabla 26 que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación enderezada y reparación de carrocería, en el método propuesto, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 104,63 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 113,00 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 127,69 minutos.

4.3.3 Análisis del tiempo de preparación de superficies con el SCP

Tabla 27

Preparación De Superficies con el sistema de control programado

| Descripción de actividades | Letra |
|--|--------------|
| Notificación de orden de trabajo en el SCP | A |
| Limpieza y desengrasado | B |
| Lijado de Daños | C |
| Enmasillado | D |
| Lijado de masilla | E |
| Fondeado | F |
| Lijado de Fondeado | G |
| Matizado | H |
| Enmascarado | I |
| Envío de reporte de finalización de trabajo a través del SCP | J |

$$\text{tiempo básico} = \text{promedio} * \text{valoración}$$

$$\text{tiempo básico} = 41,17 * 1,08$$

$$\text{tiempo básico} = 44,46$$

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo básico} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{tiempo estándar} = 44,46 * (1 + 0,13)$$

$$\text{tiempo estándar} = 50,24$$

Tabla 28

Cálculo del tiempo estándar: Preparación de superficies con el SCP

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 0,51 | 0,57 | 0,48 | 0,64 | 0,69 | 0,51 | 0,62 | 0,66 | 0,57 | 0,51 | 5,76 | 0,58 | 1,08 | 0,62 | 1,13 | 0,70 |
| B | 3,21 | 3,18 | 3,15 | 3,03 | 3,43 | 3,33 | 3,13 | 3,18 | 3,7 | 3,45 | 32,79 | 3,28 | 1,08 | 3,54 | 1,13 | 4,00 |
| C | 6,17 | 6,26 | 6,38 | 6,17 | 6,32 | 5,89 | 5,99 | 6,03 | 6,24 | 6,45 | 61,9 | 6,19 | 1,08 | 6,69 | 1,13 | 7,55 |
| D | 8,48 | 8,7 | 8,23 | 8,43 | 8,23 | 8,76 | 8,91 | 8,25 | 8,41 | 8,22 | 84,62 | 8,46 | 1,08 | 9,14 | 1,13 | 10,33 |
| E | 4,16 | 4,12 | 4,18 | 4,23 | 4,67 | 4,77 | 3,98 | 3,99 | 4,01 | 4,22 | 42,33 | 4,23 | 1,08 | 4,57 | 1,13 | 5,17 |
| F | 2,57 | 2,61 | 2,67 | 2,55 | 2,51 | 2,43 | 2,51 | 2,67 | 2,54 | 2,8 | 25,86 | 2,59 | 1,08 | 2,79 | 1,13 | 3,16 |
| G | 5,74 | 5,81 | 5,84 | 5,24 | 5,44 | 5,51 | 5,98 | 5,45 | 6,12 | 5,54 | 56,67 | 5,67 | 1,08 | 6,12 | 1,13 | 6,92 |
| H | 2,15 | 2,22 | 2,25 | 2,12 | 2,52 | 2,37 | 2,43 | 2,11 | 2,13 | 2,65 | 22,95 | 2,30 | 1,08 | 2,48 | 1,13 | 2,80 |
| I | 6,24 | 6,17 | 6,34 | 6,47 | 6,12 | 6,62 | 6,22 | 6,69 | 6,1 | 6,24 | 63,21 | 6,32 | 1,08 | 6,83 | 1,13 | 7,71 |
| J | 1,57 | 1,53 | 1,48 | 1,62 | 1,55 | 1,57 | 1,52 | 1,61 | 1,59 | 1,53 | 15,57 | 1,56 | 1,08 | 1,68 | 1,13 | 1,90 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 41,17 | | 44,46 | | 50,24 |

En la tabla 28, que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación Preparación de superficies, en el método propuesto, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 41,17 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 44,46 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 50,24 minutos.

4.3.4 Análisis del tiempo en el proceso de pintura y pulido con el SCP

Tabla 29

Aplicación De Pintura Y Pulido con el sistema de control programado

| Descripción de actividades | Letra |
|--|--------------|
| Notificación de orden de trabajo en el SCP | A |
| Limpieza y desengrasada | B |
| Aplicación de pintura | C |
| Aplicación de Barniz | D |
| Pulido | E |
| Envío de reporte de finalización de trabajo a través del SCP | F |

*tiempo básico = promedio * valoración*

*tiempo básico = 18,73 * 1,08*

tiempo básico = 20,23

*tiempo estándar = tiempo básico * (1 + suplementos)*

*tiempo estándar = 20,23 * (1 + 0,13)*

tiempo estándar = 22,86

Tabla 30

Cálculo del tiempo estándar: Aplicación de pintura y pulido con el SCP

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO | CICLOS | | | | | | | | | | RESUMEN | | | | | |
|--------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------|------------|------------------|--------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio | Valoración | Tiempo Básico | Suplem | Tiempo estándar |
| A | 0,62 | 0,54 | 0,55 | 0,52 | 0,58 | 0,52 | 0,59 | 0,62 | 0,6 | 0,55 | 5,69 | 0,57 | 1,08 | 0,61 | 1,13 | 0,69 |
| B | 4,25 | 4,12 | 4,17 | 4,15 | 4,32 | 4,07 | 4,12 | 4,18 | 4,25 | 4,21 | 41,84 | 4,18 | 1,08 | 4,52 | 1,13 | 5,11 |
| C | 3,45 | 3,17 | 3,65 | 3,51 | 3,78 | 3,15 | 3,27 | 3,42 | 3,44 | 3,61 | 34,45 | 3,45 | 1,08 | 3,72 | 1,13 | 4,20 |
| D | 3,67 | 3,23 | 3,17 | 3,53 | 3,41 | 3,24 | 3,87 | 3,71 | 3,65 | 3,6 | 35,08 | 3,51 | 1,08 | 3,79 | 1,13 | 4,28 |
| E | 5,51 | 5,66 | 5,52 | 5,43 | 5,27 | 5,38 | 5,71 | 5,29 | 5,81 | 5,32 | 54,9 | 5,49 | 1,08 | 5,93 | 1,13 | 6,70 |
| F | 1,42 | 1,57 | 1,39 | 1,61 | 1,53 | 1,59 | 1,52 | 1,49 | 1,55 | 1,67 | 15,34 | 1,53 | 1,08 | 1,66 | 1,13 | 1,87 |
| | TOTAL | | | | | | | | | | | 18,73 | | 20,23 | | 22,86 |

En la tabla 30, que describe el cálculo del tiempo estándar para la operación aplicación de pintura y pulido, en el método propuesto, se registra, por observación directa y toma de tiempos en taller, por diez ocasiones, obteniendo un tiempo promedio de 18,73 minutos, al cual se lo multiplica con el factor de valoración de 1,08 entregando un tiempo básico de 20,23 minutos, luego de ello se realiza el producto del tiempo básico con el suplementario de 1,13 resultando un tiempo estándar de 22,86 minutos.

4.3.5 Resumen del estudio de tiempos: Método propuesto con el SCP

Tabla 31

Resumen de tiempos estándar para cada operación

| N° | Operación | TS del método |
|-------|---------------------------------------|---------------------|
| | | propuesto (minutos) |
| 1 | Desmontaje de piezas | 19,6 |
| 2 | Enderezada y reparación de carrocería | 127,69 |
| 3 | Preparación de superficies | 50,24 |
| 4 | Aplicación de pintura y pulido | 22,86 |
| TOTAL | | 220,39 |

En la tabla 31, se refleja el resumen de tiempo estándar para cada operación, con la implementación del sistema de control programado, obteniendo un total de 220,39 minutos para la ejecución del trabajo en el vehículo Chevrolet Tracker con una abolladura leve ++ del guardafango trasero izquierdo.

4.4 Resumen comparativo método actual vs método propuesto

Tabla 32

Resumen de tiempos estándar para cada operación

| N° | Operación | TS del | TS del |
|----|-----------|----------------------------|--------|
| | | método actual (minutos) | método |

| | | propuesto | |
|--------------|--|------------------|---------------|
| | | (minutos) | |
| 1 | Desmontaje de piezas | 28,93 | 19,6 |
| 2 | Enderezada y reparación de carrocería | 132,60 | 127,69 |
| 3 | Preparación de superficies | 56,13 | 50,24 |
| 4 | Aplicación de pintura y pulido | 35,30 | 22,86 |
| TOTAL | | 252,96 | 220,39 |

En la tabla 32, se evidencia un resumen de tiempo estándar para cada operación, en el cual se estudió el tiempo que requiere el método actual y el tiempo que se tomaría en realizar las actividades en el método propuesto; el método actual arroja un resultado de 252,96 minutos, mientras que en el método propuesto, en el cual se utiliza el sistema de control programado, se requiere 220,39 minutos, por lo que denota un ahorro de 32,57 minutos equivalentes a 12,9% del total de la operación, aumentando así su productividad, y por consiguiente, disminuyendo los tiempos de entrega al cliente.

Capítulo V.

5 Marco administrativo

5.1 Recursos

5.1.1 Recursos Humanos

El recurso humano que intervendrá en la ejecución de la investigación es el siguiente:

Tabla 33*Recursos Humanos*

| Ord. | Descripción | Función |
|------|------------------------|----------------------------------|
| 1. | Sr. Jonathan Viteri | Investigador |
| 2. | Ing. Leonidas Quiroz | Colaborador Científico |
| 3. | Ing. Leonidas Quiroz | Analista tiempos y movimientos |
| 4. | Ing. Juan Pablo Dávila | Gerente de servicio IMBAUTO S.A. |
| 5. | Ing. Marco Flores | Jefe de Taller IMBAUTO S.A. |
| 6. | Ing. Alexandra Rosero | Asesor de Servicio IMBAUTO S.A. |
| 7. | Ing. Adrián Merlo | Jefe de Sistemas IMBAUTO S.A. |

5.1.2 Recursos Tecnológicos

Para la realización correcta de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se mencionan a continuación:

Tabla 34*Recursos Tecnológicos*

| Ord. | Detalle | Cantidad | Costo |
|-------|--------------------------------|----------|-------------------|
| 1. | Computador personal | 1 | \$ 430,00 |
| 2. | Sistema de control programado | 1 | \$ 300,00 |
| 3. | PostgreSql 11 – Base de datos | 1 | \$125,00 |
| 4. | Android Studio 3.6.6 | 1 | \$100,00 |
| 5. | Node.js 10 – servicios api | 1 | \$80,00 |
| 6. | Aws Ec2 – servidor (nube) | 1 | \$250,00 |
| 7. | Firebase – notificaciones push | 1 | \$25,00 |
| TOTAL | | | \$ 1310,00 |

5.1.3 Recursos Materiales

Para el desarrollo de la investigación es necesario establecer los materiales principales a utilizar, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 35*Recursos Materiales*

| Ord. | Cantidad | Detalle | Costos unitarios | Costo total USD |
|--------------|----------|--|------------------|--------------------|
| 1. | 3 | Cronómetro Casio Stopwatch Hs-3 | \$ 50.00 | \$ 150.00 |
| 2. | 1 | Cámara de Video SONY handycam dcr-sr68 | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| 3. | 1 | Trípode para cámara de video MTT601A | \$ 39,50 | \$ 39,50 |
| 4. | 3 | Tablero de Observaciones | \$ 10,50 | \$ 10,50 |
| 5. | 1 | Implementos de oficina e impresiones | \$ 200,00 | \$ 200,00 |
| 5. | 1 | Imprevistos | \$ 400,00 | \$ 400,00 |
| TOTAL | | | | \$ 1000,00 |

5.2 Presupuesto

El costo neto del proyecto titulado como: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL CENTRO DE COLISIONES DEL CONCESIONARIO IMBAUTO S.A. DE LA CIUDAD DE IBARRA – IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE TALLER MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMADO” resulta de la suma total de los recursos a utilizar y la movilidad.

Tabla 36*Costo neto del proyecto*

| Descripción | Costo total USD |
|-----------------------------------|-------------------|
| Recursos tecnológicos | \$ 1310,00 |
| Recursos materiales | \$ 1000,00 |
| Movilidad – visitas Ibarra | \$ 400,00 |
| Capacitación | \$ 200,00 |
| Imprevistos | \$ 90,00 |
| TOTAL | \$ 3000,00 |

5.3 Financiamiento

El proyecto es autofinanciado por el autor e investigador del trabajo de titulación ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL CENTRO DE COLISIONES DEL CONCESIONARIO IMBAUTO S.A DE LA CIUDAD DE IBARRA- IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE TALLER MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMADO.

5.4 Conclusiones

En relación, a los tiempos perdidos y movimientos innecesarios en la recepción y entrega de ordenes de trabajo de manera física, se plantea el desarrollo del sistema de control programado, mismo que permite automatizar los procesos internos y lograr una comunicación efectiva en un tiempo real entre los diferentes operarios que participan en el cumplimiento de

un proceso de chapistería y pintura. Al hacer referencia el proceso actual vs proceso propuesto, que implementa el uso del sistema de control programado, se disminuye 32,57 minutos el tiempo muerto y de ocio, aumentando el tiempo de productividad en un 12,9%.

En consecuencia, del estudio de tiempos y movimientos en el centro de colisiones del concesionario IMBAUTO S.A de la ciudad de IBARRA se implementó un Sistema de Control Programado, mismo que valida y estandariza los procesos de chapistería y pintura, facilitando la gestión del personal administrativo como del personal operario. Dicho sistema de control programado es un aplicativo de fácil instalación y accesibilidad para los miembros del concesionario.

La necesidad técnica del centro de colisiones y pintura IMBAUTO S.A de la ciudad de IBARRA radica en una base de datos desorganizada e incompleta que no permite analizar la información de tiempos y procesos que emplean los operarios en la ejecución de trabajo, por ende, el rendimiento laboral del personal es subjetivo.

Al realizar la visita in situ en el centro de colisiones y pintura IMBAUTO S.A de la ciudad de IBARRA, se constató que la ubicación de la maquinaria, insumos y herramientas de trabajo se encuentran en lugares de fácil accesibilidad, puesto que, los procesos de trabajo son estandarizados a nivel de General Motors, sin embargo, la problemática radica en la entrega y recepción manual de la orden, generando movimientos innecesarios y tiempos muertos entre cada proceso, lo que conlleva a una comunicación interna poco eficiente, de esta manera el tiempo que toma en desarrollar un proceso aumenta.

El sistema de control programado permite al jefe de taller obtener información en tiempo real de cada uno de los procesos que se encuentran realizando dentro del centro de chapistería y pintura, además, se puede programar el tiempo que debe utilizar cada operario en los diferentes procedimientos que el vehículo requiera, las causas de los inconvenientes que pueden surgir en el proceso, asignar o conocer que operario se encuentra responsable de la actividad. De esta manera, el jefe de taller puede medir el tiempo requerido para lograr calidad de acabado en un producto final, el tiempo de productividad de cada operario y asignar trabajos respetando el tiempo estándar para diligencia y el tiempo suplementario requerido para realizar las pausas activas o necesidades personales.

Siendo 20 de agosto del 2021 se realizó la entrega – recepción del sistema de control programado, en las instalaciones del taller de colisiones IMBAUTO S.A. ubicado en la ciudad de Ibarra, con la participación de representantes de la empresa IMBAUTO S.A. guiado por el Ing. Juan Pablo Dávila, gerente nacional de servicio y comisión de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Latacunga conformado por el Ing. Leonidas Quiroz, colaborador científico y el Sr. Jonathan Viteri, investigador. Concluyendo la visita con la firma de satisfacción total de las partes, anexo 2.

El concesionario IMBAUTO S.A. por medio del gerente nacional de servicio, el Ing. Juan Pablo Dávila, extiende las felicitaciones y agradecimiento al señor Tcrn. de EM. Dielo Ivanovich Jiménez Cárdenas, director de la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga, al señor Ing. Víctor Danilo Zambrano, director de carrera Ingeniería Automotriz, al señor Ing. Leonidas Quiroz, colaborador científico – docente del departamento de Energía y Mecánica, al señor Jonathan Iván Viteri Vivas, investigador del proyecto; mediante cartas de conformidad y satisfacción, anexo 3.

5.5 Recomendaciones

Implementar el sistema de control programado con diferentes sistemas operativos como iOS, Windows Phone, Kindle, etcétera.

Continuar con el desarrollo del sistema de control programado, implementado funciones prácticas, que se localicen en el transcurso del trabajo cotidiano dentro del taller de colisiones.

Implementar un sistema de control programado en talleres automotrices de toda índole, con la finalidad de organizar su trabajo y optimizar métodos de trabajo, cumpliendo con la satisfacción del cliente final.

Una capacitación práctica y continua con todo el personal involucrado en el taller de colisiones: jefe de taller, asesores de servicio y técnicos u operarios, con la finalidad de conocer todos los beneficios del sistema de control programado y recibir la información acerca de la estandarización de los tiempos y movimientos en el interior del establecimiento.

Poner a prueba – ejecución el desarrollo del sistema de control programado en las actividades cotidianas del taller de chapistería y pintura para mejorar la productividad del concesionario y establecer de manera oportuna trabajos a cada operario sin sobrecargar de actividades.

La incorporación de un servidor para el almacenamiento de la base de datos que genera el sistema de control programado, al igual que, se recomienda asignar una persona encargada de las TICS para que analice y maneje la información vertida de la aplicación.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *Estadísticas de Siniestros de Tránsito*. Obtenido de Agencia Nacional de Tránsito. Consultado el 30 de mayo del 2020.
<https://ant.gob.ec/index.php/estadisticas>
- Dávila, A. (2012). *Misión y Visión Imbauto*. IMBAUTO. Consultado el 14 junio del 2020.
<http://andersoncomputacion.blogspot.com/2012/05/imbauto.html>
- Durán, W. (2012). *Estudio para la implementación del centro de formación y capacitación en Chapistería y Pintura "DURANCAR"*. Repositorio Universidad de Cuenca. Consultado el 14 de junio del 2020. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1426>
- García, G. (2017). *Cómo evaluar el desempeño de un taller automotriz*. Pruebaderuta.com. Consultado el 16 de junio del 2020. <https://www.pruebaderuta.com/como-evaluar-el-desempeno-de-un-taller-automotriz.php>
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Mc Graw Hill.
- Haynard. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial*. Cuarta edición. México: Mcgraw-Hill.
- Hidalgo, P. (2015). *Descripción general del proceso de repintado*. pintarmicoche.com. Consultado el 20 de junio del 2020. <https://www.pintarmicoche.com/manuales-pdf/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. (2017). *El número de accidentes de tránsito en Ecuador se redujo en un 15,2% en el 2016*. Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. Consultado el 30 de mayo del 2020. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-numero-de-accidentes-de-transito-en-ecuador-se-redujo-en-un-152-en-el-2016/>
- kanawaty, G. (1998). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Estudio de Tiempos: El material. 273-288.

kanawaty, G. (1998). *Estudio de Tiempos: El material*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

LOCTITE. (2017). *Herramientas y equipo indispensables en un taller de chapa y pintura*. Ruta 401.

Consultado el 10 de junio del 2020. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/herramientas-taller-chapa-y-pintura>

Medrano, H. (2005). *Manual de enderazo y pintura*. Repositorio digital Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultado el 17 de julio del 2020.

<https://es.slideshare.net/andresnatareno77/manual-de-enderezado-y-pintura>

Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Prentice HALL.

Morales, K. (2011). *Introducción al Estudio de Tiempos y Movimientos*

Consultado el 27 de julio 2020.

<http://ingkarentmorales.blogspot.com/2011/01/introduccion-al-estudio-detiempos-y.htm>

Niebel, & Freivalds. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos*. Alfaomega.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*.

Estudio de tiempos. Mc Graw Hill.

Palacios, L. (2016). *Ingeniería de Métodos: Movimientos y Tiempos*. *Revista Bogotá: ECOE Ediciones*. Consultado el 20 de agosto del 2020.

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=4870547&query=tiempos%2B%2By%2Bmovimientos>

Salazar, B. (2015). *Ingeniería Industrial Fácil*. *Cómo realizar un Estudio de tiempos Paso a Paso*.

Consultado el 17 octubre 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=LDxHC991Leo>

Salazar, B. (2012). Valoración del ritmo de trabajo. Consultado el 22 de octubre 2020.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingenieroindustrial/estudio-de-tiempos/valoración-del-ritmo-de-trabajo>

Sandoval, L., & Proaño, K. (2017). *Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller*

Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos. Universidad San

Francisco de Quito. Consultado el 3 de noviembre del 2020.

<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6575>

6 Anexos