



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN LA LÍNEA DE
ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURA DE CARROCERÍAS
PARA BUSES EN CHASIS TIPO AK EN LA EMPRESA
CARROCERÍAS MODELO EN LA CIUDAD DE SANTO
DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.**

VICENTE ROLANDO BERMÚDEZ LOOR

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previa para la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-04-02

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

BERMUDEZ LOOR VICENTE ROLANDO

Titulado:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE
ESTRUCTURA DE CARROCERÍAS PARA BUSES EN CHASIS TIPO AK EN LA
EMPRESA CARROCERÍAS MODELO EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO
DE LOS TSÁCHILAS”.**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano
DIRECTOR

Ing. Victor Marcelino Fuertes Alarcón.
MIEMBRO

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: BERMÚDEZ LOOR VICENTE ROLANDO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURA DE CARROCERÍAS PARA BUSES EN CHASIS TIPO AK EN LA EMPRESA CARROCERÍAS MODELO EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”.

Fecha de Examinación: 2018 – 12 –14

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marcelo Antonio Jácome Valdez. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano. DIRECTOR			
Ing. Victor Marcelino Fuertes Alarcón. ASESOR			

*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marcelo Jácome Valdez

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presente, es original y basado en proyecto técnico establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-prácticos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Bermúdez Loor Vicente Rolando

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Vicente Rolando Bermúdez Loor, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Bermúdez Loor Vicente Rolando

C.I. 172339309-4

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis padres, los seres maravillosos que me dio la vida, los que con su esfuerzo y dedicación pudieron darme una educación que hoy en día tiene sus frutos. Hubo momentos de desesperación, pero jamás bajaron los brazos, día a día me daban fuerzas para seguir, para triunfar y vencer cualquier obstáculo que se presentara en la vida. Ellos simplemente fueron el motor principal para llegar a este punto tan importante de mi vida, inculcándome siempre buenos valores para ser una persona de bien.

A mi hermana, la mujer que nunca dudo de mí, siempre acompañándome con su alegría que contagia a todos, me acompañó en los malos y buenos momentos de mi vida, fue mi confidente, mi guía, mi consejera.

A mi primo, que como un hermano mayor me apoyó siempre, también dedico este logro a toda mi familia que confió en mi y siempre supo darme sus mejores deseos.

Vicente Rolando Bermúdez Loor

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a DIOS por darme el privilegio de nacer, darme sabiduría para saber actuar durante mi etapa universitaria y también durante el transcurso de mi vida, por mi salud, la de mi familia y amigos, aquellos que actuaron como una familia en momentos difíciles, gracias a ellos pude cumplir con mis metas planteadas.

A mi familia, los que formaron parte de mi proceso de formación académica y como persona, como no agradecer también a mis padres Manuela Loor y Vicente Bermúdez, mi motor, la fuerza que me ayudó a llegar donde estoy ahora, a mis hermanos y en especial a mi hermana Adriana. También agradezco a mi primo Carlos Aizaga por ser como un hermano mayor y apoyarme siempre.

A mis docentes, los Ingenieros Ángel Guamán L. y Marcelino Fuertes A. quienes me brindaron su apoyo y su conocimiento para poder llevar acabo de la mejor manera mi proyecto de titulación.

Finalmente, y no menos importante, agradezco a la empresa “CARROCERÍAS MODELO” quienes dieron la oportunidad de realizar mi proyecto.

Vicente Rolando Bermúdez Loor

CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 <i>Procesos Industriales Continuos</i>	1
1.2 <i>Procesos Existentes</i>	1
1.2.1 <i>Función de Manufactura</i>	1
1.2.2 <i>Particularidades de un ambiente de manufactura.</i>	2
1.3 <i>Ensamble frente a pedido</i>	2
1.4 <i>Estrategia de procesos en diseños de productividad.</i>	2
1.6 <i>Técnicas existentes</i>	3
1.7 <i>Línea de Producción</i>	4
1.9 <i>Importancia en la elección del proceso de optimización</i>	4
1.10 <i>Método Kaizen para el mejoramiento continuo</i>	5
1.10.1 <i>Kaizen como filosofía</i>	6
1.10.2 <i>Fases de mejoramiento del método Kaizen</i>	6
1.11 <i>Herramientas para la mejora continua</i>	6
1.11.1 <i>Diagrama de Flujo</i>	7
1.11.2 <i>Diagrama Causa Efecto</i>	8
1.11.3 <i>Tormenta de ideas</i>	9
1.11.4 <i>Estandarización de proceso como herramienta de gestión.</i>	10
1.12 <i>Ingeniería de métodos</i>	11
1.12.1 <i>Importancia de la ingeniería de métodos.</i>	12
1.12.2 <i>Estudio de métodos</i>	12
1.12.3 <i>Objetivos de la ingeniería de métodos</i>	12
1.13 <i>Estudio de tiempos</i>	13
1.13.1 <i>Procedimiento sistematizado para la medición de trabajo.</i>	13
1.13.2 <i>Técnicas de medición</i>	14
1.13.3 <i>Equipos de trabajo de medición de tiempos</i>	15
1.13.4 <i>Técnicas para registrar la información</i>	15
1.13.5 <i>Simbología</i>	16
1.14 <i>Cursograma analítico</i>	18
1.15 <i>Diagrama de Recorrido</i>	19
1.16 <i>Medición de tiempos</i>	21
1.16.1 <i>Tiempo Promedio Seleccionado</i>	21

1.16.2	<i>Tiempo Estándar</i>	21
1.16.3	<i>Tiempo Normal (TN)</i>	22
1.17	<i>Sistema de calificación</i>	22
1.18	<i>Suplementos del estudio de Tiempos</i>	23
1.18.1	<i>Clasificación de los Suplementos</i>	24
1.19	<i>Takt Time (TT)</i>	26
1.19.1	<i>Takt Time para estipular problemas con anterioridad.</i>	27
1.19.2	<i>Beneficios del Takt Time</i>	27
1.20	<i>Lead Time (LT)</i>	27
1.21	<i>Cycle Time (CT)</i>	27
1.21.1	<i>Tiempo de Retardo vs Tiempo Muerto</i>	28
1.22	<i>Indicadores de productividad</i>	29
1.23	<i>Proceso productivo</i>	30
CAPÍTULO II	32
2.	MARCO METODOLÓGICO	32
2.2	<i>Tipo de estudio</i>	32
2.2.1	<i>Técnicas</i>	32
2.2.2	<i>Instrumentos</i>	33
2.3	<i>Población y Muestra</i>	33
2.4	<i>Hipótesis y Variables</i>	34
2.4.1	<i>Hipótesis General</i>	34
2.4.2	<i>Variables</i>	34
2.5	<i>Descripción de las variables</i>	35
2.6	<i>Procedimiento</i>	35
2.7	<i>Proceso y análisis</i>	36
2.7.1	<i>Técnicas de proceso, análisis y evaluación de resultados</i>	36
2.7.2	<i>Descripción de actividades de las distintas áreas.</i>	37
2.8	<i>Fabricación o instalación de tapa del motor y tapas de revisión</i>	58
2.8.1	<i>Chasis Mercedes Benz o Volkswagen.</i>	59
2.9	<i>Adecuación de tablero de fibra y consola de válvulas</i>	59
2.9.1	<i>Chasis Hino</i>	59
2.9.2	<i>Chasis Volkswagen</i>	60
2.10	<i>Instalación de cajas bóvedas delanteras.</i>	61
2.11	<i>Cortado y ensamblado de plancha de acero antideslizante</i>	61
2.12	<i>Colocación de los refuerzos</i>	61

2.13	<i>Revisado y pulido</i>	62
2.14	<i>Limpieza total</i>	62
2.15	<i>Procedimiento de revestimiento</i>	62
2.16	<i>Inventario de máquinas y equipos</i>	69
2.17	<i>Equipos y herramientas</i>	69
2.18	<i>Análisis de Movimientos</i>	71
2.18.1	<i>Seleccionar</i>	71
2.18.2	<i>Registrar</i>	71
2.18.3	<i>Examinar</i>	71
2.18.4	<i>Idear</i>	72
2.18.5	<i>Definir</i>	72
2.18.6	<i>Implementar</i>	72
2.19	<i>Técnica Actual</i>	72
2.19.1	<i>Método Interrogativo</i>	74
2.19.2	<i>Predisposición del área de Trabajo</i>	75
2.20	<i>Estudio estratégico</i>	76
2.20.1	<i>Plan Operacional</i>	76
2.20.2	<i>Diseño del Producto</i>	76
2.20.3	<i>Políticas y descripciones</i>	76
2.20.4	<i>Materiales directos</i>	77
2.20.5	<i>Fijado de la estructura</i>	77
2.20.6	<i>Entornos de trabajo</i>	77
2.20.7	<i>Sustitución de materiales</i>	77
2.20.8	<i>Distribución de plantas y equipos</i>	77
2.21	<i>Ingeniería de métodos</i>	78
2.21.1	<i>Estudio y análisis de la técnica propuesta.</i>	78
2.22	<i>Consultas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)</i>	78
2.23	<i>Propuesta de mejoramiento para reducir actividades en el área de armado</i>	79
2.24	<i>Aditamentos para deducir el agotamiento</i>	79
CAPITULO III		86
3.1	<i>Generalidades de la empresa Carrocerías “Modelo”</i>	86
3.1.1	<i>Reseña histórica</i>	86
3.1.2	<i>Datos de la empresa</i>	86
3.1.3	<i>Ubicación</i>	87
3.1.4	<i>Productos de la empresa Carrocerías Modelo</i>	88

3.1.5	<i>Misión</i>	89
3.1.6	<i>Visión</i>	89
3.1.7	<i>Política de Calidad</i>	89
3.1.8	<i>Principios Organizacionales</i>	89
3.1.9	<i>Objetivos estratégicos de calidad</i>	90
3.1.10	<i>Productos</i>	91
3.1.11	<i>Área de Estudio</i>	92
3.1.12	<i>Carrocería fabricada en el área de Trazado, corte, doblado y armado</i>	93
3.2	<i>Situación actual de la línea de soldadura</i>	93
3.2.1	<i>Descripción del proceso de armado de estructura metálica</i>	93
3.2.2	<i>Numero recomendable de períodos a determinar en cada espacio de trabajo para la situación actual</i>	94
3.2.3	<i>Determinación del tiempo normal del área de armado de estructura carrocera en la situación actual</i>	95
3.2.4	<i>Forma de calcular el tiempo normal</i>	95
3.2.5	<i>Evaluación a los operadores en el armado de la estructura de una carrocería en la situación actual</i>	96
3.2.6	<i>Resumen del proceso de actividades de la situación actual</i>	96
3.2.7	<i>Determinación tiempo normal del área de armado de la situación actual</i> ..	97
3.2.8	<i>Tiempo estándar del área de armado de la situación actual</i>	97
3.3.1	<i>Numero recomendable de períodos a determinar en cada espacio de trabajo</i>	98
3.3.2	<i>Determinación del tiempo normal del área de armado de estructura carrocera</i>	98
3.3.3	<i>Forma de calcular el tiempo normal</i>	99
3.3.4	<i>Evaluación a los operadores en el armado de la estructura de una carrocería</i>	99
3.3.5	<i>Determinación del tiempo estándar del área de armado</i>	99
3.3.6	<i>Forma para calcular el tiempo estándar</i>	99
3.3.7	<i>Determinación tiempo normal del área de armado del método propuesto</i>	100
3.3.8	<i>Determinación del tiempo estándar del área de armado del método propuesto</i>	101
3.3.9	<i>Tiempo estándar del área de armado del método propuesto</i>	101
3.3.10	<i>Determinación del período adecuado de trabajo</i>	102
3.3.11	<i>Promedios de los tiempos no cíclicos del área de armado</i>	103
3.3.12	<i>Control del área de armado</i>	103
3.3.13	<i>Cálculo del Takt Time</i>	103

3.3.14	<i>Calculo teórico de las estaciones de trabajo del método propuesto.....</i>	104
3.3.15	<i>Tiempos muertos en el área de armado</i>	104
3.3.16	<i>Tiempos extras en el área de armado.....</i>	107
3.4	<i>Procedimientos de mejoramiento en el área de armado</i>	110
3.4.1	<i>Aplicación del ciclo Deming en el área armado</i>	110
3.5	<i>Diagrama de flujo del proceso de armado con el método propuesto.....</i>	113
3.5.1	<i>Descripción del cursograma analítico de las actividades del área de armado.....</i>	114
3.5.2	<i>Hoja de Trabajo Propuesta para el área de armado</i>	115
3.6	<i>Capacidad de producción del área de armado.....</i>	116
3.6.1	<i>Productividad con método de Kaizen.....</i>	117
3.6.2	<i>Índice de productividad.....</i>	118
3.6.3	<i>Frecuencia absoluta del área de armado.....</i>	119

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Procesos de Producción	3
Tabla 2-1: Fases para medición de Trabajo	14
Tabla 3-1: Estudio del Método	15
Tabla 4-1 Simbología de Cursograma	16
Tabla 5-1: Cursograma Analíticos.....	18
Tabla 6-1: Variable de eficiencia y eficacia.	30
Tabla 1-2: Población y Muestra	34
Tabla 2-2: Variable Independiente.....	35
Tabla 3-2: Variable Dependiente.....	35
Tabla 4-2: Actividades del proceso del área de armado.....	36
Tabla 5-2: Espesores del acero galvanizado	47
Tabla 6-2: Armado de Estructura	47
Tabla 7-2: Descripción de Materiales.....	70
Tabla 1-3: Encargados de las Áreas (Manufactura, talento humano y soldadura) ...	86
Tabla 2-3 Categorías de carrocería:	88
Tabla 3-3: Valores General Electric Company.....	94
Tabla 4-3: Resumen del proceso de armado de la estructura de la carrocería.....	96
Tabla 5-3: Valores estándar de suplementos.....	97
Tabla 6-3: Cursograma analítico de armado de estructura carrocera	98
Tabla 7-3: Calculo de tiempo normal método propuesto.....	100
Tabla 8-3: Diagrama de procesos de tiempo estándar.....	101
Tabla 9-3 Horas de Jornada Laboral.....	102
Tabla 10-3: Tiempos no ciclicos.....	103
Tabla 11-3: Tiempo de Trabajo	103
Tabla 12-3: Tiempo Muertos	105
Tabla 13-3: Tiempos extras	107
Tabla 14-3: Tiempos extras para producción de doce estructuras metálicas.....	108
Tabla 15-3: Resumen de Actividades del método propuesto.	115
Tabla 16-3: Símbolos de Protección	116
Tabla 17-3: Productividad de unidad por hora	119
Tabla 18-3: Frecuencia Absoluta	119

Tabla 19-3: Resumen del método propuesto	120
Tabla 20-3: Costos de la situación actual y propuesto de un operador.....	121
Tabla 21-3: Días, costos y ganancia.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Opciones de Proceso.....	4
Figura 2-1: Selección de Proceso	5
Figura 3-1: Símbolos del flujograma.....	8
Figura 4-1: Esquema Causa-Efecto	9
Figura 5-1: Esquema de objetivo de métodos.	13
Figura 6-1: Técnicas de Medición.....	14
Figura 7-1: Técnicas de Medición.....	17
Figura 8-1: Técnicas de medición	19
Figura 9-1: Barra de suplementos del estudio de tiempos.....	24
Figura 10-1: Barra de suplementos del estudio de tiempos.....	25
Figura 11-1: Takt Time en Lean Manufacturing Process.....	26
Figura 12-1: Tack Time vs Cycle Time	28
Figura 13-1: Diagrama de procesos.....	30
Figura 1-2: (a) armado del techo de vista de frente (b) armado del techovista frontal.	39
Figura 2-2: Diagrama general de la situacion actual	41
Figura 3-2: Anclaje de chasis	44
Figura 4-2: Anclajes	52
Figura 5-2: Izada mediante tecles	53
Figura 6-2: Gata Hidráulica	53
Figura 7-2: Montado sobre chasis.....	54
Figura 8-2: Soldadura suplex.....	54
Figura 9-2: soldadura palataforma.....	54
Figura 10-2: Piso conductor.....	55
Figura 11-2: Ductos de aire	56
Figura 12-2: Guardalodos de motor.....	56
Figura 13-2: Forro en piso delantero de conductor terminado.....	57
Figura 14-2: Detalle soldadura gradas.....	58
Figura 15-2: Marco para tapar motor.....	59
Figura 16-2: Instalación de piezas	59
Figura 17-2: Tablero Previamente Fabricado.....	60
Figura 18-2: Estructura de techo.	61
Figura 19-2: Botagas delanteras	62

Figura 20-2: Parte posterior	62
Figura 21-2: Marco de tapa de combustible	66
Figura 22-2: Paneles interiores	67
Figura 23-2: Partes Intermedias	67
Figura 24-2: Colocación de guardafangos	69
Figura 25-2: Diagrama de flujo del sistema actual.....	73
Figura 1-3: Ubicacion de Carrocerias Modelo	87
Figura 2-3: Area de estudio: Parte interna.	92
Figura 3-3: Tabla de Westinghouse.....	93
Figura 4-3: Partes de ensamblado.....	96
Figura 5-3: Traslado de máquinas: trazado, corte y doblado.....	112
Figura 6-3: Diagrama de flujo con el método propuesto.	114

/

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Tiempo de Retardo vs Tiempos Muertos	29
Gráfico 1-2: Producción a largo plazo	92
Gráfico 2-3: Diagrama de barra de tiempos muertos.....	106
Gráfico 3-3: Diagrama de barra del promedio de tiempos muertos.....	106
Gráfico 4-3: Diagrama en barra de tiempos extras	108
Gráfico 5-3: Tiempos extras de producción de una vs doce carrocerías.	109
Gráfico 6-3: Tiempo extras totales de producción (1) vs (12).....	109
Gráfico 7-3: Tiempos estándar	111
Gráfico 8-3: Tiempo estándar vs tack time.....	113
Gráfico 9-3: Frecuencia Absoluta.....	120
Gráfico 10-3: Valores del método aplicado.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Diagrama de flujo de la situación actual y propuesto.

ANEXO B. Certificaciones de carrocerías Modelo.

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación de tipo proyecto técnico trata de la optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo AK en la empresa carrocerías modelo en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, con la finalidad de obtener mejores procesos en las áreas de ensamblaje, etapa fundamental para la construcción de carrocerías, se investigó metodologías para reducir tiempos y movimientos en las actividades que se realice, optimizando todo tipo recursos para obtener mayor producción en la empresa. Se efectuó un análisis de la situación actual de la empresa con la intención de implantar métodos adecuados y tiempos estándar aplicables a la producción, innovando y manteniendo la calidad, sin elevar los costos de fabricación. El principal problema que dio paso a este trabajo radicó en el retraso en el ensamblado, motivo primordial por el cual clientes presentaban inconformidad en los plazos de entrega de los trabajos, debido a esto fue necesario un método ajustable a las necesidades de la empresa y ayude a cumplir con los desafíos para mejorar la productividad. Para respaldar esta investigación se buscó personal calificado dentro de la línea de fabricación de carrocerías, quienes aseguran que la ingeniería industrial acompañado de un método de optimización permite disminuir etapas y tiempos sin afectar la calidad del ensamblado, método de modelo de mejoramiento continuo (Kaizen). Concluyendo se obtuvo un ahorro del 93.48 % de las actividades y el 49.55% en la reducción de tiempos en el área de armado obteniendo una producción de dos estructuras por jornada laboral aplicando el método propuesto, recomendando reajustar, reordenar y distribuir las áreas de trabajo para lograr un mejor desempeño y eficiencia en los operarios.

Palabras clave: <TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, <INGENIERIA INDUSTRIAL>, <ESTANDARIZAR>, <OPTIMIZAR>, <PRODUCCION>, <REDUCCION DE ACTIVIDADES>, <CALIDAD>, <MEJORA CONTINUA (Kaizen)>.

ABSTRACT

The aim of this technical project was the process optimization for the structural assembly line of buses with AK-type chassis for Carrocerías Modelo in Santo Domingo de los Tsáchilas canton, with the objective of obtaining better processes in the assembly areas, fundamental stage of the body construction. An investigation on methods to reduce times and movements in carried out activities was conducted, thus optimizing resources to increase productivity of the enterprise. A current situation analysis of the enterprise was performed aiming to implement suitable methods and standard times applicable to production, innovating and maintaining quality, without increasing production costs. The main problem to solve through this research work was the delay on the assembly process, principal motive of customer dissatisfaction due to failing in meeting job deadlines. Consequently, a method adjusted with the need of the enterprise was needed to assist the enterprise improving productivity. To support this research, experts in the bus body construction were consulted, who affirmed that industrial engineering along with an optimization method allows to reduce stages and manufacturing times without reducing assembly quality, continuous improving method (Kaizen). In conclusion, in the assembly area, a reduction of 93.48% of activities and a 49.55% of times was achieved, obtaining a production of two structures per day's work applying the proposed method, recommending readjust, reorder and distribute the working areas to improve performance and efficiency of the employees.

Key words: <TECHNOLOGIES AND ENGINEERING SCIENCES>, <INDUSTRIAL ENGINEERING>, <STANDARDIZING>, <OPTIMIZING>, <PRODUCTION>, <ACTIVITY REDUCTION>, <QUALITY>, <CONTINUOUS IMPROVEMENT (Kaizen)>.

INTRODUCCIÓN

Introducción

La sección automotriz contribuye a la riqueza ecuatoriana debido a su cadena productiva que agrupa a importantes empresas dedicadas al ensamblaje mecánico, emprendiendo operaciones que originen un cambio y mejoramiento en el modelo económico que ha presentado nuestro país durante muchos años. Dentro de la producción automotriz en el año 2016 se fabricó 29.064 unidades de las cuales el 51% se ensamblaron en el país. (CINAE, 2017)

La innovación y evolución de la matriz productiva del país tiene como finalidad ofertar productos que generen valor agregado. Este ambiente genera nuevas oportunidades para la oferta y demanda de ensamblado, utilizando métodos apropiados para este tipo de industria como es Kaizen o mejoramiento continuo que trata sobre renovar maquinaria, personal de trabajo y un medio ambiente amigable con la naturaleza y de esa manera aumentar la producción y ensamblado de calidad. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 págs. 17-18)

Kaizen, hace referencia a disminuir o eliminar tiempos muertos y optimizar todo tipo de recursos que puedan causar pérdidas con el fin de obtener una mayor producción en la empresa CARROCERÍAS MODELO. En general, las empresas ecuatorianas dedicadas al sector automotriz necesitan de capacitaciones constantes para innovar y mejorar la calidad para competir con empresas multinacionales y la manera correcta de ejecutarlo es destinar los recursos ineludibles para una implementación que perdure a lo largo del tiempo evitando procesos innecesarios. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 18)

El presente estudio técnico, en Carrocerías Modelo se solicita un mejoramiento continuo en sus procedimientos para elevar la producción, la calidad, reducir tiempos y costos, mediante el aprovechamiento de sus recursos, planteando nuevas opciones para la optimización de los procesos productivos, su grado radica en que presenta sugerencias de mejoramiento reduciendo material innecesario (desperdicio) para el compromiso con la naturaleza siguiendo los lineamientos existentes para la estandarización,. (Zamora, 2018 pág. 24)

Antecedentes

A nivel mundial, la industria del sector automotriz en la economía internacional juega un papel fundamental como motor en los sectores de alto valor agregado, que ha incitado a varios países a mejorar el desarrollo de esta industria. (Secretaría de Economía México, 2012 págs. 2-3). Uno de los pioneros del ensamblaje se debe a Henry Ford, sus empleados y artesanos entre ellos Karl Friedrich Benz, Gottlieb Daimler entre otros, quienes lo inspiraron a producir automóviles en masa, en esa época no era productivo e innovador como lo es ahora, sin embargo, se destaca los procesos para armar un automóvil. Al pasar los años los requerimientos de automóviles se perfecciono en Alemania cuando Adolfo Hitler encargo uno de ellos para su movilización durante la guerra donde posteriormente se ensamblaron tanques de guerra. (Renato Goncalves, 2016) En América Latina el comercio de vehículos se inicia en la década de 1920 logrando construir plantas de ensamblaje con piezas importadas en países como Argentina, Brasil, México y Uruguay. (Cesar Yanez, 2011 págs. 2-5)

En Ecuador, los automóviles ensamblados en nuestras tierras comienzan durante los años 70 por las empresas Aymesa, Maresa y Omnibus Botar. Unos de los autos iconos ensamblados en nuestro país es el Cóndor uno de los favoritos para los rallys con un motor 1.600 cc de cuatro cilindros y caja de cuatro marchas, otro de los vehículos ensamblados en Ecuador en la ciudad de Riobamba es el Andino también fabricado en indonesia con otro nombre comercial. (Modesto Garcia, 2016 pág. 1)

Las empresas ecuatorianas que se dedican a la fabricación de carrocerías y ensamblaje realizan controles de calidad y procesos, con la finalidad de mantener altos estándares de calidad y técnicos que imparten países como Japón, China, Brasil, y Estados Unidos. Cubriendo Tungurahua el 65% de fabricación de carrocerías generando puestos de trabajo a cerca de 2500 personas. (John Duran, 2017)

Carrocerías Modelo es una empresa Santo-Domingueña legalmente constituida y certificada por la Escuela Superior Politécnica del Ejercito, calificada para la fabricación y ensamblaje de carrocerías de bus urbano, interprovincial, escolar, turismo, y microbús con personal calificado y capacitado técnicamente en distintas ramas logrando un grupo con experiencia y eficiencia con maquinaria y tecnología de punta, que presenta

problemas en la optimización de los procesos para mejorar la producción común en toda empresa. (Carrocerías Modelo, 2011 págs. 17-18)

Planteamiento del problema

La empresa Carrocerías Modelo, en la actualidad elabora carrocerías a partir de la materia prima hasta llegar al producto terminado, la misma que presenta problemas de atraso en la entrega de los trabajos, esto se debe a que la empresa no cuenta con una herramienta que controle la optimización de tiempos, esta deficiencia ha permanecido por varios años siendo así que la empresa deba ejecutar planes de estricto control y seguimiento en la construcción de las estructuras metálicas para carrocerías. El problema en su totalidad está enfocado en la falta de control en la información sobre los tiempos de producción, el control de la materia prima, mano de obra calificada y un sistema que ayude al mejoramiento continuo de la empresa. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 23)

El trabajo de titulación de tipo técnico, identificará, evaluará los diferentes procesos de producción, control, mantenimiento y seguimiento con el fin de desarrollar un sistema para la optimización de tiempos que permitiría llevar las tareas antes mencionadas de una forma más eficiente y efectiva obteniendo como resultado que la empresa entre en competitividad con otras empresas en el mercado. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 23)

OBJETIVOS

General

Optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo AK, en la empresa Carrocerías modelo en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Específico

- Identificar la situación actual de la empresa carrocerías Modelo para detectar las deficiencias.
- Establecer la dimensión del problema en la empresa Carrocerías Modelo
- Describir la situación actual de la empresa en el área de armado.
- Implementar un sistema de mejoramiento continuo en el proceso de armado para optimizar los tiempos de producción.
- Evaluar los resultados de la situación actual y el método propuesto.

Justificación

Justificación teórica

El fundamento teórico se apoyó de proyectos, investigaciones y documentos técnicos, de los cuales se obtuvo datos necesarios para determinar tiempos normales y estándar de cada área de trabajo. Las investigaciones aportan a ampliar el conocimiento sobre información adecuada y primordial para alcanzar valores estándares de productividad, principalmente en la optimización de procesos de fabricación y ensamblado de chasis tipo AK, resultados que se resumen en índice elevado de producción debido a la estandarización de los diferentes procesos.

Justificación metodológica

En las diferentes áreas o departamentos de trabajo de la empresa se pretende disminuir los tiempos de producción y entrega, desarrollando efectivas operaciones al realizar actividades de optimización. La disertación sobre la optimización del proceso de la estructura metálica parte de un chasis tipo AK que es carrozado en carrocerías “Modelo” donde la herramienta principal es el uso de metodologías y técnicas que aportan al estudio se trata de Kaizen que se basa en eliminar actividades innecesarias y operaciones que no agreguen valor al producto realizando una evaluación sobre los procesos que utilizan actualmente de tipo pre experimental de la misma forma tiene un enfoque cuantitativo, pues los datos son recolectados para el pre y post análisis.

Justificación práctica

El propósito central de este trabajo de titulación fue realizar una mejora en el proceso de armado de estructuras metálicas para carrocerías en chasis tipo AK en la empresa Carrocerías Modelo, que permita a los propietarios definir responsabilidades, corregir fallas para implementar sistemas de mejoramiento continuo con la finalidad de reducir tiempos de producción y costos, donde la primera etapa es conocer la situación actual de la empresa en el cual se identificara los procedimientos de armado, posteriormente se tiene la etapa de planificación donde se evalúa los resultados para implementar mejoras con visión aumentar el mejoramiento de los procesos y optimizar tiempos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Procesos industriales continuos

Es una clase de fabricación utilizada en la industria de procesos en tiempos mínimos, las actividades en conjunto y concretas permite indudablemente que los esfuerzos se conviertan en objetivos de mejoramiento continuo dentro de los procesos industriales. Los flujos continuos desde la materia prima hasta el producto terminado ejecutan operaciones en máquinas produciéndose generalmente para satisfacer la demanda del mercado. (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 pág. 1)

Las características de una producción continua se detallan a continuación:

- Gama de Productos: Fundamentalmente trata sobre la línea de producción estrictamente para producir cantidades elevadas de producto terminado habitualmente único y mínimas variaciones. (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 pág. 1)
- Equipos automatizados: Trata sobre maquinaria que se necesita para la inversión inicial para altos volúmenes de fabricación. (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 pág. 1)
- Consumo de energía, mano de obra, Stocks de productos, entre otros.

1.2 Procesos existentes

1.2.1 *Función de manufactura*

Esta función se encarga de transformar la materia prima en producto terminado, para cumplir la función se debe elegir la forma de elaboración o fabricación que contribuye a las decisiones de un proceso elegible. Existen varias alternativas que aporta al desarrollo de la empresa en términos de mercado y capacidad de fabricación. (Rafael Tabarez, 2013 pág. 1)

1.2.2 Particularidades de un ambiente de manufactura.

Dentro de los procesos de fabricación son: trabajo taller, por lote y línea de producción y proceso, varios ambientes presentan elevados grados de inestabilidad dentro de la manufactura. El ensamblaje de automóviles o buses se realiza bajo órdenes estrictas de cuidado para el personal utilizando la rudimentaria necesaria. (Rafael Tabarez, 2013 pág. 2)

Los factores comunes en los ambientes de manufactura son:

- Estrecho contacto con las personas
- Necesidad de un plan de control bien establecido.

Fuera del marco de manufactura existen tres características fundamentales que determina la eficacia dentro de una empresa o ambiente laboral, entre ellas se tiene las estrategias de posicionamiento y selección de tecnología de la misma forma cualquier empresa debe tener estrategias de distribución y de campo. (Rafael Tabarez, 2013 págs. 2-3)

1.3 Ensamble frente a pedido

Una de las estrategias para ensamblar radica en brindar diferentes productos terminados en buena calidad a costos competitivos, donde la empresa obtiene un cliente que disfrute del beneficio y los servicios de personalización de su carrocería aun cuando tenga que esperar un tiempo extra para la entrega. (Rafael Tabarez, 2013 pág. 3)

1.4 Estrategia de procesos en diseños de productividad.

Teóricamente en la siguiente tabla 1-1 se detalla los procesos de producción mixtos, características de comercialización y el posicionamiento.

Tabla 1-1: Procesos de Producción

Diseño de Proceso	Proceso Mixto	Comercialización	Posicionamiento
Plan		Localización fija (Énfasis del Plan)	Fabricación
Trabajo de Taller		Función (Énfasis en el Proceso)	Fabricación
Tratamiento Por Lotes	Maquinaria de Automatización de Sistemas de Manofactura Tecnología	Producción (Énfasis en el Producto)	Ensamble
Línea de productividad	Ensamble mixto	Producción (Énfasis en el Producto)	Almacenar
Mejoramiento Continuo		Producción (Énfasis en el Producto)	Almacenar

Fuente: (Renato Goncalves, 2016 págs. 5-7)

1.5 Selección de procesos

La carrocería como producto terminado tiene la particularidad de elegirse de una variedad de opciones en el proceso de fabricación adecuado para las satisfacer las necesidades. La alternativa más eficaz es la selección de un volumen que permite reducir los problemas al fabricar por masa. (Rafael Tabarez, 2013 pág. 6)

1.6 Técnicas existentes

Dentro de las técnicas de procesos se encuentran: Plan (*Proyecto*), trabajo de taller, tratamiento por lotes, líneas de productividad y mejoramiento continuo, sin embargo, se han desarrollado procesos mixtos o híbridos. Para un mejor aprendizaje en la figura 1-1 se muestra opciones de proceso. (Cesar Yanez, 2011)

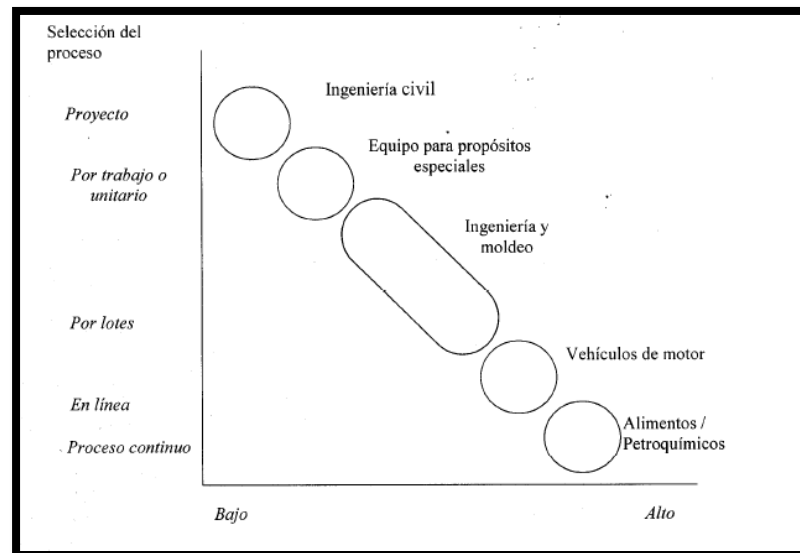


Figura 1-1: Opciones de Proceso
Fuente: (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 pág. 8)

1.7 Línea de Producción

Las elevadas cantidades en fabricación de carrocerías tiene el problema central de suministrar un producto a un mercado extenso, los rangos de inversión se determinan al momento de desplazar las carrocerías en distintos puntos del mercado, además es importante aclarar que para una fábrica de carrocerías los pedidos son por cantidades pequeñas y en varios casos unidades donde el cliente eventual realiza una orden individual estos pedidos son acumulados juntos con otras para optimizar recursos y tiempos. (Rafael Tabarez, 2013 págs. 10-15)

1.8 Proceso continuo

La materia prima para llegar al producto terminado pasa por etapas sucesivas. Los productos petroquímicos es un ejemplo claro. La característica primordial de un mejoramiento continuo es la transformación de la materia prima proporcionando manuales en la línea de producción que predomine la manufactura de sistemas de procesos, flujo y calidad. (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 pág. 16)

1.9 Importancia en la elección del proceso de optimización.

La mejor elección de un proceso de optimización se determina a base del mercado y los volúmenes del producto terminado elementos primordiales para optimizar un proceso

continuo. De tal forma el primer paso es dimensionar el mercado (volumen) para satisfacer los requerimientos del cliente. La propuesta de optimizar es una solución de ingeniería actual que sostiene decisiones sobre invertir en procesos optimizados en la siguiente figura 2-1 se muestra la selección de procesos, que señala que la primera etapa trata sobre el volumen en relación a la opción de procesos (Dimensión de fabricación) A1 y B1, la segunda etapa se encarga de la unión de líneas de volumen dentro del mercado A2 y B2. (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 págs. 17-18)

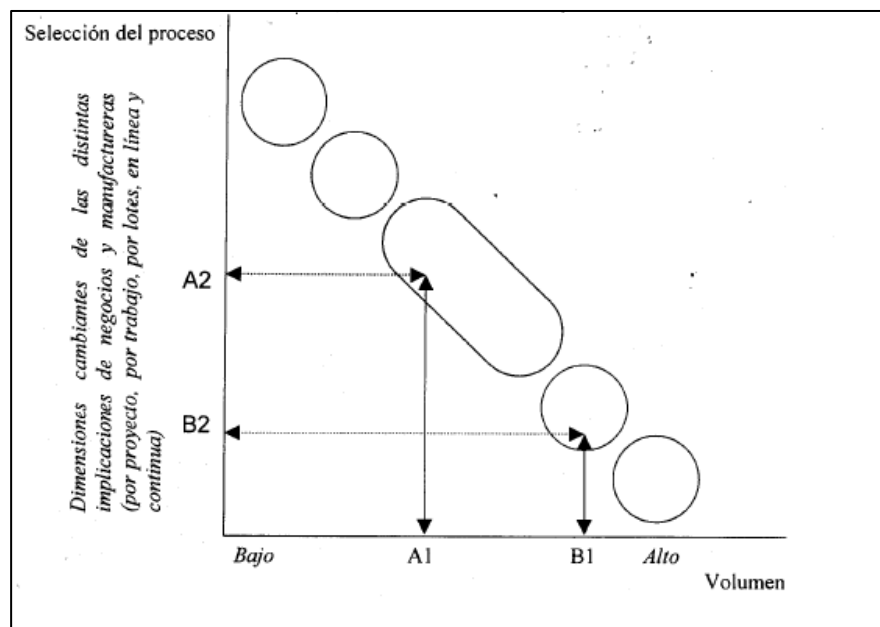


Figura 2-1: Selección de Proceso
Fuente: (Ruben Lorenzo Araujo, 2014 págs. 17-18)

1.10 Método Kaizen para el mejoramiento continuo

Kaizen proviene de la unión de dos vocablos de Japón, Kai que significa cambio y zen que quiere decir mejorar. Dentro de las empresas el mejoramiento continuo trae como consecuencias menores costos, mayor capacidad de cumplir en los tiempos de entrega, mayor calidad del servicio, mayores ventas. (Lopez Carlos, 2011 pág. 12)

Es una realidad que en empresas se vea cristalizada muy poco la mejora continua. La solución está en el Kaizen. Dentro de las metodologías para la Gestión de la Calidad y las Técnicas para el Mejoramiento Continuo, destaca por su sencillez y sentido práctico el Kaizen, método de mejoramiento continuo donde plantea un cambio para la constante

evolución hacia las practicas aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, personal y negocios. Este último se caracteriza por desplegar una cultura de participación a todos los obreros, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza. (Lopez Carlos, 2011 pág. 13)

1.10.1 Kaizen como filosofía

El mejoramiento continuo es una filosofía trascendental con aspectos de evolución personal y empresarial, que toda persona tiene la necesidad de evolucionar hacia la auto perfección, esta filosofía hace que mejorar continuamente sea una cultura para ser mejores sin importar lo económico y en otro sentido es cuestión de ética. (Lopez Carlos, 2011)

Para mejorar continuamente se requiere estar acoplado a trabajar en la empresa donde:

- Mejorar es parte de cada día y de todas las áreas de trabajo dentro de la empresa.
- Mejorar un proceso tiene como finalidad, eliminar el problema desde la raíz.
- El mejoramiento se proviene de oportunidades de progreso, de problemas que deben ser rectificadas. (Felix Ricaurte., 2014 pág. 18)

1.10.2 Fases de mejoramiento del método Kaizen

- Especificar el tema
- Identificar los mecanismos
- Examinar el problema
- Planear acciones correctivas
- Efectos

1.11 Herramientas para la mejora continua

Al igual que las normas ISO 10017, que trata sobre técnicas estadísticas para las ISO 9001:2000, radica en ayudar a organizaciones a identificar las distintas técnicas útiles en un proceso de mejora continua y solucionar los problemas que se encuentren a lo largo del camino. (CINAE, 2017 pág. 12)

En cantidades grandes el principal problema de los procesos radica en la variabilidad, la cual se evidencia en los productos y procesos de características cuantificables. Las principales técnicas o herramientas estadísticas son: histograma, análisis de correlación, etc., que ayudan a medir, describir, interpretar y modelar la variabilidad. (Gilberto Quesada Madriz, 2010 págs. 3-5)

Las técnicas presentadas pueden permitir mejorar datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones, y por consiguiente mejorar la calidad de productos. procesos para lograr satisfacción del cliente. Estas técnicas son aplicables para un espectro ancho de actividades. (Gilberto Quesada Madriz, 2010 pág. 21)

Entre ellas tenemos:

- Kanban
- Ciclo de Deming
- Estandarización
- Técnica 5-S
- Diagramas de flujo.
- Diagrama de Causa-Efecto
- Tormenta de ideas (*Brainstorming*)

1.11.1 Diagrama de Flujo

Es la representación de un proceso mediante símbolos con significados especiales conocido también como flujo-grama, que tiene por objetivo visualizar tareas, secuencias, *input* y *output* con detalles útiles para describirlo. Los pasos fundamentales de esta herramienta es visualizar el proceso sin mostrar que las realiza, proveedores y clientes. Como se indica en la figura 3-1 los símbolos de diagrama de flujo, de arriba hacia abajo con sus respectivos significados.






	PROCESO
	DECISIÓN
	DOCUMENTO
	PROCESO PREDEFINIDO
	DATOS

Figura 3-1: Símbolos del flujograma
Fuente: (Felix Ricaurte., 2014 pág. 20)

1.11.2 Diagrama Causa Efecto

Es una forma de organizar y representar las distintas teorías sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa. Es una herramienta práctica para estudiar procesos y situaciones, para desarrollar un plan de recolección de datos. (Universidad de Champagnat, 2002)

En la siguiente figura 4-1 se muestra el esquema de causa-efecto que indica la parte compuesta por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores). (Universidad de Champagnat, 2002)

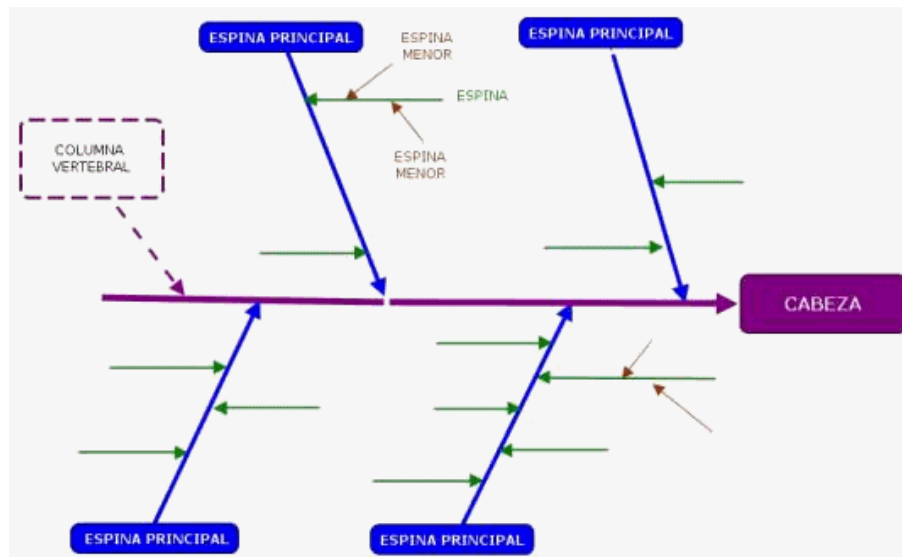


Figura 1-1: Esquema Causa-Efecto

Figura 4-1: Esquema Causa-Efecto

Fuente: (Universidad de Champagnat, 2002)

Concordancia con otras Herramientas: Un Diagrama de Causa y Efecto regularmente se relaciona con:

- Lluvia de Ideas
- Diagrama de Interrelaciones
- Gráfica de Pareto
- Multi-votación
- Técnica de Grupo Nominal
- Diagrama de Afinidad
- Cinco Por Qué

1.11.3 Tormenta de ideas

Es una forma efectiva de generar ideas sobre un tema en especial, para posteriormente elegir la mejor solución, resultando más factible realizarlo por grupos de 8 o 12 personas. Es una de las herramientas muy efectivas que permite a los participantes construir ideas de otros. (Felix Ricaurte., 2014 pág. 23)

1.11.4 Estandarización de proceso como herramienta de gestión.

La gestión proyectada, profesional, incierta y global tiene como propósito mejorar la eficiencia y acrecentar el prestigio de la empresa diferenciándose de la competencia. Muchas de las habilidades denominadas TQM (Gestión de Calidad Total) en particularidad buscan optimizar los procesos operativos y los servicios operativos de una empresa. (CINAE, 2017 pág. 21)

Certificar el pleno agrado del cliente simboliza el principal objetivo de todo sistema de gestión de calidad. Mediante la estandarización se establece la forma de realizar las cosas y reducir la variación de las actividades (CINAE, 2017 pág. 12)

Los problemas al no contar con una estandarización son los siguientes:

- Fallas en la programación del día a día
- Desabastecimiento de materiales
- Productos fuera de especificación
- Inexactitud de organización
- Prevención en sistemas contar incendios
- Sobreprecio por reproceso o compras innecesarias
- Invalido mejoramiento del sistema de gestión
- Reclamos constantes de los clientes
- Deslices en el servicio de entrega

Los pasos primordiales para estandarizar los procesos se detallan a continuación:

Especificar los Macro proceso: Se denomina al conjunto de actividades que determinan las áreas de trabajo dentro de una organización o empresa. Cada Macro proceso se encuentra formado por procesos ajustándose a las actividades que realizan las personas transformando el proceso en producto de salida. (Carrocerias Modelo, 2011 pág. 1)

Identificar los Procesos: Todo proceso debe tener su inicio y su fin que cuente con elementos de entrada y como salidas el producto terminado permitiendo un control mediante ítems de actividades. (Cesar Yanez, 2011 págs. 2-4)

Definir los subprocesos: Un proceso está formado por subprocesos que forma un conjunto de actividades que siguen una secuencia lógica. (Cesar Yanez, 2011 págs. 3-5)

Documentar los procesos: requiere un manual de gestión, calidad, procedimientos para la producción llevando un registro con valor agregado al proceso describiendo cada uno de ellos de manera eficiente. (Cesar Yanez, 2011 págs. 6-9)

Formalizar los procesos: todo tipo de documento dirigido a un área de trabajo en específico debe ser coordinado con el responsable del mismo, para posterior ser aprobado por el gerente general. (Cesar Yanez, 2011 págs. 8-10)

Implantar los procesos: La estandarización es un trabajo de especialistas, por tanto, la creación de procesos perfeccionados debe ser realizada por el encargado de cada área. Los procesos documentados deben servir como herramienta para el entrenamiento de las personas, por tanto, constituyen un material muy importante para la capacitación constante de nuestro personal. (Cesar Yanez, 2011 págs. 12-14).

1.12 Ingeniería de métodos

Llamado también estudio de métodos es la técnica primordial del estudio de trabajo que trata sobre el registro de información mediante fichas técnicas empleadas dentro de la empresa con el objetivo primordial de aplicar métodos más sencillos y eficientes que incremente la productividad de cualquier sistema, de esta forma se pretende estandarizar los procesos donde sus principales contribuciones son: reducción de pérdidas, formación de la cultura de la empresa, incremento de transparencia y reducción de variabilidad. (Grupo INGCO, 2018)

La ingeniería de Métodos primordialmente analiza los principios de la ciencia física, social y de proceso, para convertir la materia en prima en producto terminado cubriendo las necesidades humanas, esta transformación de materia prima a

producto terminado se denomina diseño integrado a los operarios en los procesos de producción incluyendo la vigilancia de normas y estándares. (Grupo INGCO, 2018)

1.12.1 Importancia de la ingeniería de métodos.

Mejora la eficacia al excluir actividades innecesarias, retrasos eludibles y distintas formas de desperdicio de tiempo, sobreproducción, producto defectuoso, etc. Aplicar métodos de optimización o de mejoramiento continuo son técnicas recomendadas para mejorar la producción en la empresa, un tiempo estandarizado es el adecuado para fabricar el producto y cumplir las normas y estándares determinados. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 págs. 30-32)

1.12.2 Estudio de métodos

Establecer un centro de trabajo que dirija las distintas áreas con la finalidad de fabricar un producto y brindar un servicio, el personal designado para dirigir y seguir los procedimientos de sistematización entre los cuales tenemos:

- Elección del plan.
- Preparación de los hechos.
- Exposición de los hechos o información.
- Formalizar un análisis.
- Perfeccionamiento del plan correcto.
- Exposición del nuevo plan.
- Constitución del nuevo plan.
- Perfeccionamiento de un estudio de trabajo.
- Elaboración de estándares de tiempo.
- Búsqueda de un nuevo plan.

1.12.3 Objetivos de la ingeniería de métodos

Perfeccionar los procesos o actividades en el centro de trabajo tiene varios objetivos entre ellos:

- Perfeccionar los procesos,
- Sistematizaciones,

- Actividades de planta,
- Diseño e instalaciones,
- Reducción de fuerza humana,
- Disminución del uso de materiales, maquinaria.

En la siguiente figura 5-1 se muestra esquema de objetivos de métodos el cual indica cual es el proceso para cumplir cada función. (Diego Fiallos, 2008)

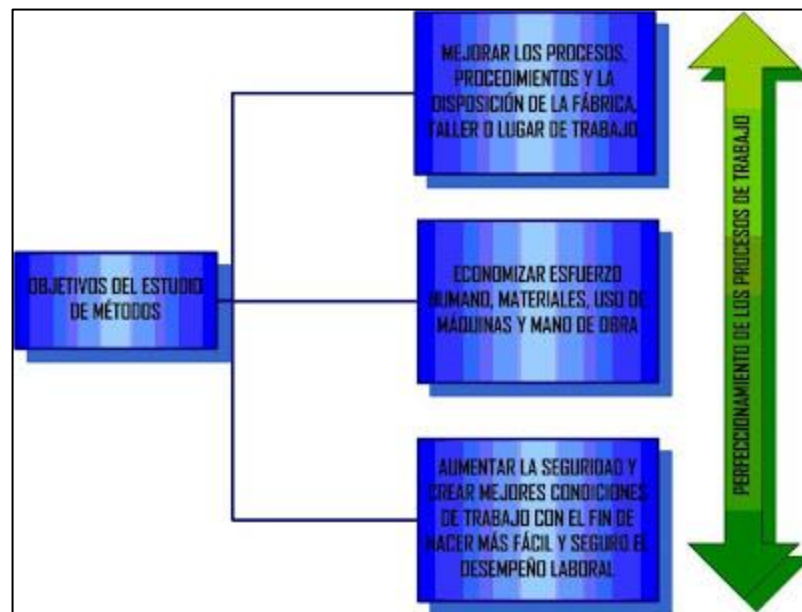


Figura 5-1: Esquema de objetivo de métodos.
Fuente: (Diego Fiallos, 2008)

1.13 Estudio de tiempos

Los bucles de trabajo aumentan por efecto de un diseño mal elaborado para el producto, el mal trabajo en los procesos o tiempo mal invertido. Reducir tiempos es la técnica más eficiente para minimizar aumentos de trabajos actividades innecesarias, así mismo el estudio de trabajo sirve para investigar minimizar y eliminar tiempos innecesarios. Fijar tiempos estándar para ejecutar acciones que mediante herramientas adecuadas complementan la Ingeniería de Métodos. (Ing. Bryan Salzar Lopez pág. 34)

1.13.1 Procedimiento sistematizado para la medición de trabajo.

Fases ineludibles para generar la sistematización de trabajo en tiempos adecuados. Como se detalla cada una de ellas en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Fases para medición de Trabajo

Fases para medición de Trabajo	
ELEGIR	El trabajo que va a ser centro de estudio.
REGISTRAR	Circunstancias para realizar el trabajo, métodos y elementos para producción.
INSPECCIONAR	Los datos registrados son verificados al utilizar métodos más eficientemente, separando los elementos innecesarios.
CALCULAR	Cada elemento aborda una cantidad en producción, expresándola en tiempo, a través de técnica apropiadas.
RECOLECTAR	El tiempo estándar de actividades conviene estudiar los tiempos con cronómetro, parte suplementaria para descansos, necesidades personales, etc.
PUNTUALIZAR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Fuente: (Ing. Bryan Salzar Lopez)

1.13.2 Técnicas de medición

El término Medición del Trabajo no era semejante al término Estudio de Tiempos, y al hacer referencia al Estudio de Tiempos es hacer uso de las técnicas comprendidas en el conjunto "*Medición*". Las técnicas fundamentales que se emplean en la medición se muestran en la figura 6-1 en forma de mapa conceptual para entender mejor. (Felix Ricaurte., 2014 pág. 12)



Figura 6-1: Técnicas de Medición

Fuente: (Ing. Bryan Salzar Lopez)

1.13.3 Equipos de trabajo de medición de tiempos

La herramienta más utilizada es la tabla de tiempos de un tamaño normal donde se registra la información para que un analista realice con comodidad las observaciones correspondientes, cuyo ángulo superior derecho se ve un reloj para la toma de tiempo de esta manera que esta descansa contra el cuerpo del analista, a la vez que se sostiene con el antebrazo izquierdo, quedando esta mano en posición tal que pueda fácilmente accionar los controles del reloj. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 43)

1.13.4 Técnicas para registrar la información

Una vez elegido el proceso la siguiente etapa del algoritmo del método, es realizar el registro de la información respecto al método actual. Este paso es fundamental, dado que de la exactitud de la información registrada dependerá la eficiencia en el perfeccionamiento del método. Las herramientas de registro más manipuladas dentro de la técnica del Estudio del Método son los gráficos y los diagramas como se indica en la siguiente tabla 3-1 señalando las subdivisiones de cada uno de ellos. (Diego Fiallos, 2008 pág. 35)

Tabla 3-1: Estudio del Método

TÉCNICAS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN	
Gráficos que indican sucesión de hechos	Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del proceso Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo Diagrama bimanual Cursograma Administrativo
Gráficos con escala de tiempo	Diagrama de Actividades Múltiples Simograma
Diagramas que indican movimiento	Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma Gráfico de trayectoria

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)




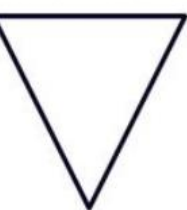

El cursograma es una herramienta del ingeniero industrial con la que logramos de forma sistemática y secuencial, documentar las actividades que realiza una o más personas al trabajar en manufactura o con clientes. Conocido también como gráfico de proceso, el cursograma permite analizar las labores para detectar errores o mejoras. Es una

herramienta vital del ingeniero industrial y comúnmente usada por analistas de proceso, quienes, en conjunto con otras herramientas y trabajos como estudios de tiempos, mejoran las labores administrativas, de servicio y producción de las compañías.

1.13.5 Simbología

La siguiente tabla 4-1 no muestra la simbología de forma técnica las actividades dentro de la empresa.

Tabla 4-1: Simbología de Cursograma

Símbolo	Significado
<p>OPERACIÓN</p> 	<p>Representa las fases de un proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Los ordenamientos por el contrario involucran actividades como conformación, embutición, montaje, corte.</p>
<p>TRANSPORTE</p> 	<p>Es el movimiento del material, personal u objeto de una posición a otra. Aquel movimiento realizado para conseguir el material se considera parte de la operación.</p>
<p>DEMORA</p> 	<p>Se origina cuando las circunstancias no admiten una actuación inmediata de la próxima acción planeada. El aplazamiento puede ser evitable.</p>
<p>ALMACENAMIENTO</p> 	<p>Se origina cuando algo perdura en un área sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.</p>
<p>ACTIVIDAD MIXTA</p> 	<p>Cuando se desea señalar varias actividades realizadas al mismo tiempo.</p>

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)

En la siguiente figura 7-1 se muestra ejemplos de la simbología más fundamentales dentro de la productividad dentro de una empresa.

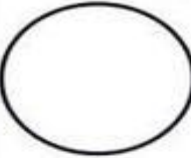
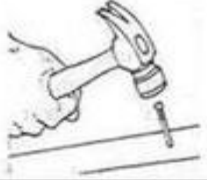
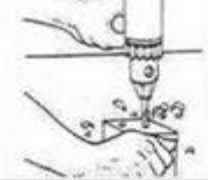

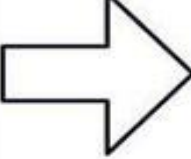








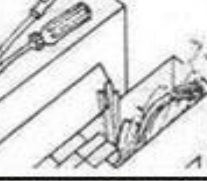
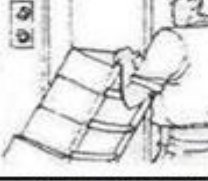




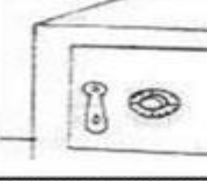
ACTIVIDAD	EJEMPLO		
OPERACIÓN 	 CLAVAR	 TALADRAR	 DIGITAR TECLAS
TRANSPORTE 	 LLEVAR MATERIALES EN CARRETILLA	 ELEVAR MATERIALES CON POLEA	 LLEVAR PAPELES EN LA MANO
INSPECCIÓN 	 EXAMINAR CALIDAD Y CALIDAD	 LEER UN MANÓMETRO	 EXAMINAR UN IMPRESO
DEMORA 	 MATERIAL ESPERANDO SER UTILIZADOS	 EN ESPERA DE UN ASCENSOR	 DOCUMENTOS PARA ARCHIVARSE
ALMACENAMIENTO 	 MATERIAS PRIMAS	 PRODUCTO TERMINADO	 DOCUMENTOS EN CAJA FUERTE

Figura 7-1: Técnicas de Medición

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)

1.14 Cursograma analítico

Es la presentación de manera ordenada de las operaciones, transporte, observaciones, retrasos y almacenamiento que da lugar a un proceso comprendida por información adecuada y primordial para ejecutar un análisis sobre tiempo requerido y distancia recorrida. En la siguiente tabla 5-1 indica variantes del cursograma retenida a realizar un examen a Operario/Material/Equipo. (Ing. Bryan Salzar Lopez)

Tabla 5-1: Cursograma Analíticos

CURSOGRAMAS ANALÍTICOS	
Tipo Operario	Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
Tipo Material	Diagrama en donde se registra como se manipula o trata el material.
Tipo Equipo	Diagrama en donde se registra como se usa el equipo.

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)

Una herramienta muy útil para analizar procesos es el cursograma analítico. Una representación gráfica, con la que logramos de forma sistemática y secuencial, documentar las actividades que realiza una o más personas al trabajar en manufactura o con clientes. (Ing. Bryan Salzar Lopez pág. 12)

En la siguiente figura 8-1 se muestra la hoja de un cursograma en forma de ejemplo.

		DIAGRAMA ANALÍTICO			
		Método	Actual	Propuesto	Resumen
Actividad:	Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección	Empieza			Operación ● 4
		Termina			Transporte ➡ 21
Objeto	Motores de autobús usados	Operario	Material	Equipo	Espera ◐ 3
Lugar	Taller de desengrase				Inspección ■ 1
Operario(s)					Almacenamiento ▼ 1
Elaborado por		Fecha			Distancia (m) 237,5
Aprobado por		Fecha			Tiempo (min - hombre)

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	V.A	Símbolo					Observaciones	
					●	➡	◐	■	▼		
En almacén de motores usados	1										
Motor recogido											Congrua eléctrica
Transportado hasta grúa siguiente		24									Congrua eléctrica
Descargado en tierra											
Recogido											Congrua eléctrica
Transportado hasta taller de desmontaje		30									Congrua eléctrica
Descargado en tierra											
Desmontado											
Piezas principales limpiadas y extendidas											
Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado											
Piezas llevadas a jaula de desengrase	3										
Cargadas para llevar a desengrasar											
Transportadas hasta desengrasadora		1,5									Congrua de mano
Descargadas en desengrasadora											
Desengrasadas											
Sacadas de desengrasadora											Congrua de mano
Transportadas desde desengrasadora		6									Congrua de mano
Descargadas en tierra											
Dejadas enfriar											
Transportadas hasta bancos de limpieza		12									Amano
Limpiadas a fondo											
Colocadas ya limpias en una caja		9									Amano
Esperar transporte											
Cargadas en carrillo las piezas; salvo bloque y culatas de cilindros											
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		76									En carrillo
Descargadas y extendidas en mesa de inspección de motores											
Bloque y culatas de cilindros cargados en el carrillo											
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		76									En carrillo
Descargados en tierra											
Depositados provisionalmente en espera de inspección											
Total		237,5	0		4	21	3	1	1		

Figura 8-1: Técnicas de medición

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)

1.15 Diagrama de Recorrido

Es el complemento del diagrama analítico; consiste en un plano a escala o no, que dependerá donde se desarrolla el proceso u objeto del estudio. En este diagrama se explora

todas las distintas composiciones del material, indicado con el respectivo símbolo. Además, permite personificar los transportes, avances y el repliegue de los elementos a fin de considerar una optimización. (Ing. Bryan Salzar Lopez)

A continuación, se indica un ejemplo de la producción de cinturones.

Cinto:

- Transportar entretela a máquina cosedora.
- Coser cinto.
- Coser a tamaño.
- Coser punta.
- Cortar punta.
- Transportar pieza a máquina perforadora.
- Perforar ojal.
- Perforar 5 ojillos.
- Poner 5 ojillos.
- Esperar ensamble.
- Transportar a ensamble.

Hebilla:

- Forrar alambre.
- Transportar a cortadora.
- Cortar a tamaño.
- Doblar hebilla.
- Transportar a prensas.
- Poner grapas (material de compra).
- Poner aguijón (material de compra).
- Esperar ensamble.
- Transportar a ensamble.

Trabilla:

- Coser trabilla.
- Esperar ensamble.

- Llevar a ensamble.
- Armar cinturón (juntar cinto, hebilla y trabilla).
- Transportar al almacén de productos terminados.
- Almacenado.

1.16 Medición de tiempos

1.16.1 Tiempo Promedio Seleccionado

Tiempo para realizar una actividad sin considerar errores es decir, tiempo que no se ve afectado por el factor de conversión que determina la experiencia del trabajador u operador CV, de forma que al automatizar el TPS para otro operario el valor debe ser el mismo. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 45)

1.16.2 Tiempo Estándar

Es el tiempo necesario para que un trabajador sénior, capacitado para trabajar a regularidad normal realice las actividades de producciones en un determinado tiempo con ciertas variaciones que no influyen en la producción. La estimación de tiempos en actividades individuales o en conjunto es considerable respecto a maquinas automatizadas que disminuyen el tiempo de fabricación. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 45)

El tiempo fundamental estipulado se evalúa multiplicando el tiempo promedio medio acontecido, por el factor de conversión, obteniendo la siguiente expresión en la ecuación 1-2:

TE: Tiempo Estándar.

TPS: Tiempo promedio seleccionado.

CV: Calificación del operario – Calificación de velocidad.

$$TE = TPS * Cv \qquad \text{Ecuación 1-2}$$

1.16.2.1 Propósitos del tiempo Estándar

- Equilibrar la fuerza laboral con el trabajo
- Realizar proformas de nuevos productos
- Supervisión

- Normas de calidad
- Aumento de estándares de los trabajadores.
- Simplificación de problemas
- Mejoramiento de los servicios.

1.16.2.2 Proceso para ejecutar el tiempo estándar

- Seleccionar el tema de estudio
- Indagar información de datos estadísticos.
- Examinar las necesidades directas de un producto, que permite estimar el costo de producción.
- Optimizar recursos y disminuir los períodos de producción.
- Evaluar métodos de producción para mejorar la eficiencia.
- Establecer tiempos de trabajo tolerables para ser aplicados a operarios.
- Considerar tiempos de producción cuando exista cambios.
- Mejorar continuamente procesos de baja eficiencia.
- Establecer la capacidad de distribución.
- Estimar tiempos para la entrega a clientes.

1.16.3 Tiempo Normal (TN)

Tiempo que se lleva un trabajador para realizar actividades a una velocidad normal sin considerar fracciones de error como se muestra en la siguiente ecuación 2-2:

$$TN = TPS * Cv \quad \text{Ecuación 2-2}$$

TN: Tiempo Normal.

TPS: Tiempo promedio seleccionado.

CV: Calificación del operario – Calificación de velocidad.

1.17 Sistema de calificación

La característica más importante es la exactitud, es un grave error aplicar técnicas equivocadas y desear obtener resultados satisfactorios, para ello se basa en métodos de optimización que consiste en analizar los tiempos. El método más eficiente es aplicado como plan de calificación consistente, útil. Los factores determinantes de debe a la

confianza de los operarios que disminuye el tiempo de producción. Es recomendable aplicar métodos o técnicas que permitan un mejoramiento a lo largo del tiempo que emplear distintos análisis de tiempos, donde se asegura un fracaso inevitable. (Yuli Cardenas Avensdaño, 2011)

Los procesos adecuados dentro de una empresa se obtienen de estándares no mayor al 5% del promedio del grupo que lo conformen, para esto se emplea métodos de mejoramiento o sustituir los planes de calificación con la finalidad de obtener un estándar menor al 5%. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 47)

Un plan de calificación con resultados eficientes es factible siempre que los demás factores se asemejen. Una mala calificación produce en operarios la destrucción de la confianza obteniendo procedimientos inadecuados e incluso estudio de tiempos inapropiados. Para la toma de tiempos y proceder a la calificación del operario se toma en cuenta el número de veces a calificar mientras mayor de frecuencias d estudio más exacto será la evaluación, los tiempos se deben realizar en ciclo de 15 a 30 min y registrar los factores de calificación para cada actividad. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 pág. 47)

Las actividades realizadas para maquinas automatizadas se consideran elementos calificados como constante debido q su velocidad o actividad que realice no puede ser modificada ni cambiada por el operario por tanto su calificación es 1.00 para maquina controlada por programación. (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015 págs. 13-18)

1.18 Suplementos del estudio de Tiempos

Esta etapa tarta de la valoración a la fase sensible del estudio de tiempos donde requiere del más alto grado de efectividad y claridad para la valoración del tiempo básico o normal, al tratarse de tiempos el cálculo se realiza mediante la cantidad de producción durante un tiempo o periodo determinado. (Felix Ricaurte., 2014 pág. 47)

Las causas de pérdida en productividad se debes a las siguientes causas:

- Causa asignada al operario
- Causa asignada al trabajo de estudio.

- Causa no asignada.

Así mismo al encontrar un método preciso y adecuado se requerirá de igual forma la fuerza o actividad humana (operario), se hace referencia por la necesidad de tener un descanso para la fatiga por el trabajo realizado comenzando el desgaste y disminuyendo el tiempo que el operario necesite para sus ocupaciones personales. (Ing. Bryan Salzar Lopez)

En la figura 9-1 se muestra una barra de suplementos del estudio de tiempo.

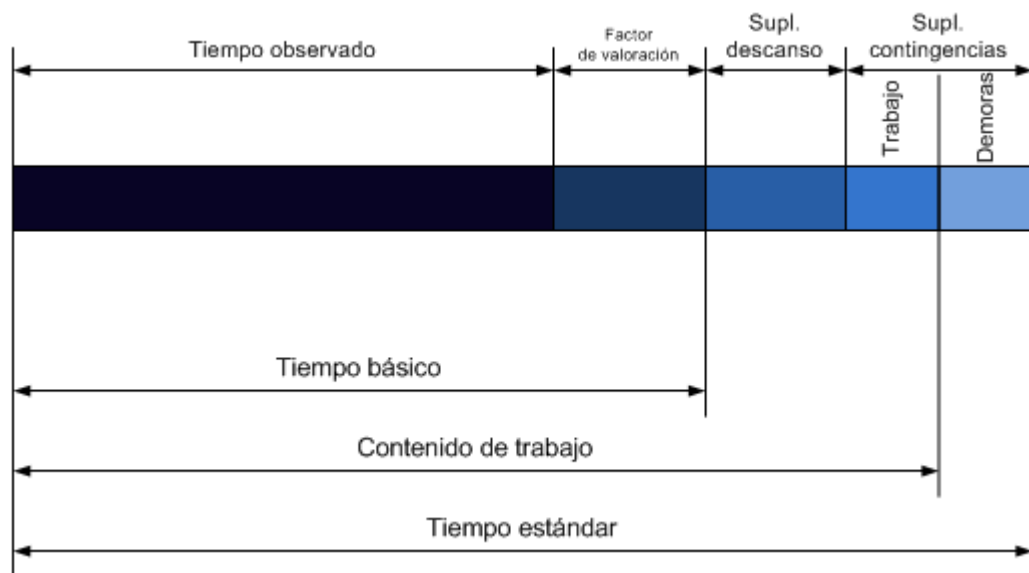


Figura 9-1: Barra de suplementos del estudio de tiempos
Fuente: (Ing. Bryan Salzar Lopez)

1.18.1 Clasificación de los Suplementos

Los suplementos que determinan tiempos de estudio son:

- Suplementos Fijos
- Suplementos Variables
- Suplementos Especiales

En la siguiente figura 10-1 indica la clasificación segmentada de los suplementos considerados de descanso por la parte más importante que incorpora el tiempo normal el resto se aplica bajo normas o condiciones propias del método de optimización.

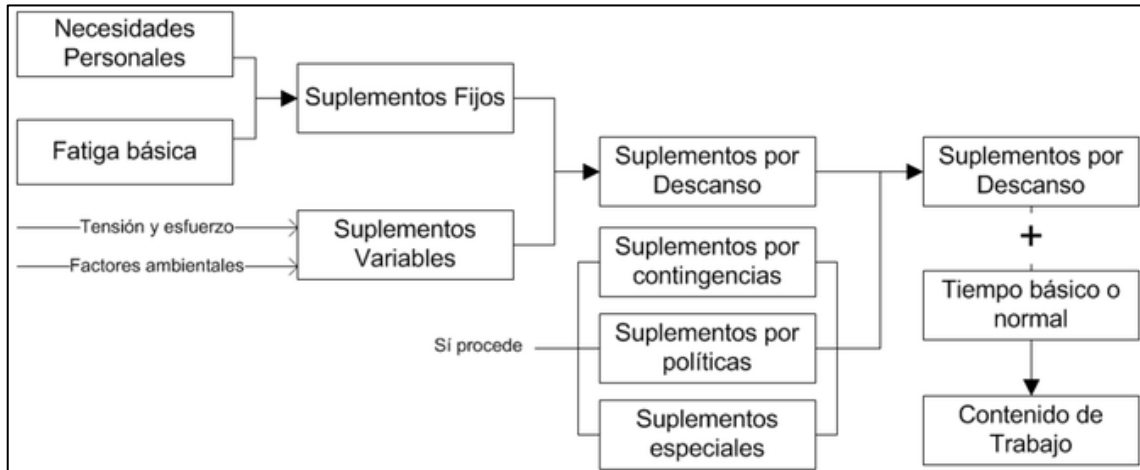


Figura 10-1: Barra de suplementos del estudio de tiempos

Fuente: (Ing. Bryan Salazar López)

1.18.1.1 Suplemento por descanso

Está formado por los suplementos variables y fijos, en el que se agrega un tiempo básico para que el operario disponga de tiempo necesario para reponerse del esfuerzo por la actividad ejecutada en distintas condiciones, el mismo se calcula de tal forma que permita recuperarse al operario del cansancio físico o mental que influya en el desarrollo del trabajo. (Ing. Bryan Salazar López)

Todo operario requiere de necesidades personales, donde el puesto de trabajo inevitablemente se encuentra abandonado por determinados laxos de tiempo es decir lavarse las manos, ir al baño. En cuanto a los suplementos variables, estos se aplican a medida que las condiciones de trabajo difieran de las condiciones deseadas. Por ejemplo, unas condiciones ambientales malas, y que estas no se puedan mejorar. (Ing. Bryan Salazar López)

En la práctica las pausas de descanso han producido muy buenos resultados, permitiendo que:

- Se atenúen las fluctuaciones de rendimiento de rendimiento del trabajador a lo largo del día.
- Se rompa la monotonía de la jornada.
- Se ofrezca a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga.
- Se reduzcan las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

1.19 Takt Time (TT)

Termino relacionado con *Lean Manufacturing* provenientes de una palabra alemana *taktzeit* con significados *takt* a ritmo que en conjunto con *time* se puede definir como el producto terminado para satisfacer los pedidos del cliente. El mismo que se utiliza en procesos de armado para clientes fuera del área de trabajo. No obstante, si el Takt Time se encuentra por debajo del permitido nuestros recursos se gastan más e incluso se debe trabajar horas extraordinarias para cumplir la cantidad de producción esto afectaría de forma negativa en el balance económico y los acabados del producto. (Víctor Yepes Piqueras, 2014)

El *Takt Time* se calcula entre el tiempo efectivo de un proceso para la producción del cliente que requiere como se indica en la ecuación 3-2, de donde entenderemos como tiempo efectivo el tiempo disponible menos los descansos panificados (comidas, aseo, limpieza, etc.) (Manufactura Inteligente, 2010)

$$TT = \frac{\text{Tiempo de proceso efectivo}}{\text{Produccion del cliente}} = \text{minutos por unidad} \quad \text{Ecuacion 3-2}$$

En la siguiente figura 11-1 se muestra *Takt Time* en *Lean Manufacturing Process*.



Figura 11-1: Takt Time en Lean Manufacturing Process
Fuente: (Manufactura Inteligente, 2010)

1.19.1 Takt Time para estipular problemas con anterioridad.

Calcular el *takt time* de la demanda del pronóstico del mes de la empresa. De esta manera se sabrá el tiempo por cada pieza para satisfacer la demanda del mensual (*Takt Time* obtenido vs la capacidad de planta). (Rafael Tabarez, 2013 págs. 12-17)

Si la capacidad es mayor se debe mantener el control diario de fabricación para cumplir la demanda en el tiempo determinado. Contrario a esto si la capacidad es menor se debe implementar un método de mejoramiento continuo Kaizen de lo contrario se alerta sobre los riesgos de producción con algún tipo de planificación. (Rafael Tabarez, 2013 págs. 12-17)

Al conocer que se tiene menos capacidad de lo solicitado se revisa el ciclo en cada proceso en la planta para determinar cuál actividad lleva más tiempo donde se definirá a la misma como el cuello de botella para el incumplimiento con la demanda de los clientes. (Felix Ricaurte., 2014)

1.19.2 Beneficios del Takt Time

- Equilibrar los cuellos de botella.
- Conocimiento elevado sobre ritmos de producción.
- Ayuda a prescindir de actividades que no agregan valor.
- Se puede implementar en manufactura y en la parte administrativa como ejemplo en los *call center*.

1.20 Lead Time (LT)

Es el tiempo que define el principio de un proceso de producción al ejecutar una orden hasta la entrega del producto al cliente, donde presenta el tiempo donde el cliente realiza la confirmación de la elaboración del producto hasta la entrega del mismo, al pasar por actividades intermedias (Logística). (Raúl Sejzer, 2016)

1.21 Cycle Time (CT)

Es el tiempo que transcurre desde que la jornada de trabajo de un producto comienza hasta empezar con el siguiente proceso del mismo producto dentro de una estación o área de trabajo. Representa el tiempo por cada proceso del producto y por supuesto dentro de la

elaboración de un producto existen varios CT, donde llevar un ritmo de producción TT los mismos serán condicionados por el CT que regulan el funcionamiento general eliminado o trabajando más en los denominados cuellos de botella. (Modesto Garcia, 2016 pág. 2)

En los CT se tiene dos aspectos primordiales:

- Tiempos muertos
- Actividades que no agregan valor.

En la siguiente figura 12-1 se muestra el *Takt Time vs Cycle Time* donde los procesos B y E superan al TT lo que determina que debe analizarse dichos procesos para reducir tiempos y así satisfacer la demanda.

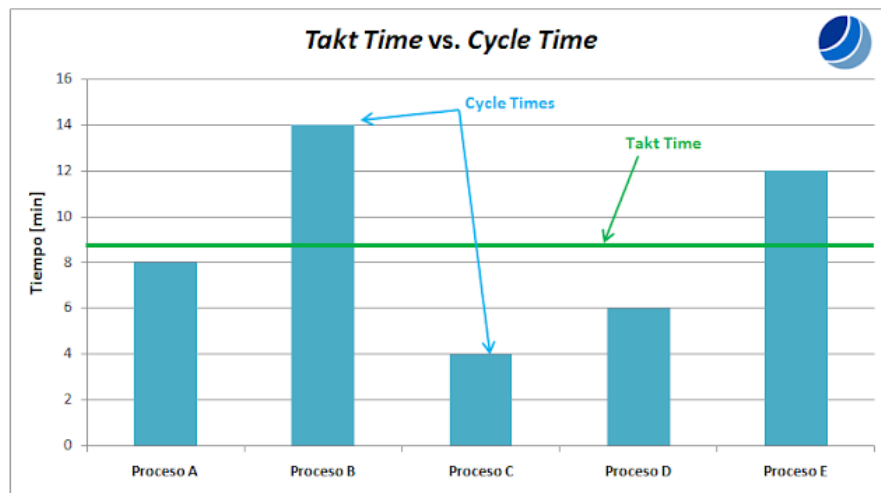


Figura 12-1: Tack Time vs. Cycle Time
Fuente: (Raúl Sejzer, 2016)

1.21.1 Tiempo de Retardo vs Tiempo Muerto

El tiempo de retardo varía según el proceso en el instante que comienza un cambio en la variable manipulada hasta efectuarse un cambio en los procesos, el efecto inicial se nota el cambio en la salida del controlador muy diferente al efecto final donde se toma el tiempo necesario para realizarse o completarse. (Víctor Yepes Piqueras, 2014 págs. 3-5)

El tiempo muerto al contrario determina un periodo de tiempo cuando existe un cambio en la variable manipulada sin producir efectos iniciales ni finales en los procesos. (Rafael Tabarez, 2013 págs. 23-24)

La siguiente gráfica 1-1 sobrepone y permite diferenciar tiempos de retardo de primer y segundo orden versus tiempos muertos.

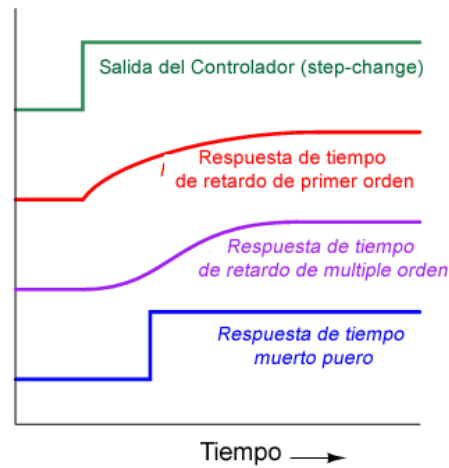


Gráfico 1-1: Tiempo de Retardo vs Tiempos Muertos
Fuente: (Jose Carlos Villajulca, 2011)

A pesar de que la respuesta de primer orden toma algún tiempo para fijar su nuevo valor (tiempo de retardo), no hay ningún retardo entre el paso de salida del controlador y el inicio de la respuesta de primer orden. De la misma manera podemos decir para la respuesta de múltiple orden, a pesar de que se tiene un crecimiento muy lento al inicio. La respuesta de tiempo muerto, por el contrario, en realidad se toma un tiempo después de que el cambio en la salida se haya producido. Hay un periodo de tiempo donde la respuesta es muerta y no hace absolutamente nada después del *step-change* o *scalon* de la salida en el controlador. (Jose Carlos Villajulca, 2011)

1.22 Indicadores de productividad

Una empresa puede trabajar con normalidad cuando cuenta con sistemas en la que sus diferentes áreas como el personal existe comunicación bidireccional sin importar las jerarquías, la productividad es el esfuerzo y fusión de todo el talento humano. (Yuli Cardenas Avensdaño, 2011 pág. 21)

En la siguiente tabla 6-1 se muestra las variables de eficiencia vs eficacia

Tabla 6-1: Variable de eficiencia y eficacia.

Variable	Definición	Indicador
Eficacia	Cumplimiento de objetivos, metas.	Programa de Producción Tiempo de entrega.
Eficiencia	Estados de cómo se utilizan los recursos de la empresa	Tiempos Muertos Bascosidades

Fuente: (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015)

1.23 Proceso productivo

Se produce en distintas fases donde la primera trata sobre los insumos que involucran al producto (materia prima) para ir sufriendo a lo largo del proceso modificaciones hasta llegar al producto terminado como se muestra en la siguiente figura 13-1 que muestra un diagrama de proceso, entre ellas involucra las operaciones diseño, producción y distribución. (Universidad Nacional de Lomas Zamora, 2009)



Figura 13-1: Diagrama de procesos

Fuente: (Universidad Nacional de Lomas Zamora, 2009)

Ciclos principales del proceso productivo

Diseño: capta las ideas de cómo es conformado el producto. Una vez concluida las ideas se realiza un bosquejo del producto hasta llegar al definitivo.

Producción: se conoce que es la fabricación del producto o puntualizar los detalles del servicio.

Distribución: Coloca el producto en el mercado para su respectiva comercialización a misma que puede ser a través de publicidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

Las metodologías utilizadas en el desarrollo de presente trabajo de titulación en la empresa carrocerías “Modelo” se utiliza herramientas, métodos y técnicas eficientes que se enuncian a continuación.

- Observación directa, al realizar actividades detalladas en los procesos que ejecuta la empresa.
- Entrevistas no planificadas que ayudaron a alcanzar la información necesaria para el análisis.
- Se ha utilizado el método inductivo para el presente trabajo de investigación, a partir de un problema para su respectiva investigación.

2.2 Tipo de estudio

El tema planteado del presente trabajo de titulación: “Optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo ak en la empresa carrocerías modelo en la ciudad de Santo domingo de los Tsáchilas”.

De Campo. - Es un tema de investigación, mediante el cual fue realizada en la empresa a través de visitas constantes, observaciones en directo y en tiempo real comportamiento de operarios. Las técnicas utilizadas para el trabajo de campo y la obtención de la información son: encuestas, grabaciones, entrevistas fotografías, videos, etc. Dependiendo del trabajo se aplican varias técnicas al mismo tiempo.

Descriptiva. - Estudio que describe de forma cuidadosa las características dentro de la empresa de los procesos del armado de chasis tipo Ak en Carrocerías Modelo de igual forma se detalla el origen de problemas y sus posibles soluciones.

2.2.1 Técnicas

A continuación, se redacta las técnicas utilizadas durante todo el desarrollo del trabajo de titulación.

Observación

Permite observar la situación actual de la empresa para posteriormente realizar una investigación para revisar y evaluar resultados que se obtienen a partir de las actividades que se realizan dentro de la empresa. Con la información obtenida se determina modificaciones que aportan al resultado a partir de la observación.

Entrevista no Planificada

Trabaja con preguntas al azar, sin un determinado orden como principal característica la conversación directa, esta es una de las técnicas que consiste en realizar preguntas de acuerdo a las respuestas que vayan surgiendo tanto cualitativas y cuantitativas. De esta manera se diferencia de las entrevistas comunes y planificadas de las cuales no se obtiene resultados verídicos llegando a la conclusión que es una de las mejores técnicas para obtener información en forma verbal

2.2.2 Instrumentos

Las técnicas secundarias son muy útiles tales como la recolección y registro de datos.

- **Ficha de observación:** Determina métodos y procedimientos
- **Diseños de diagramas:** Determina procesos que utilizan Carrocerías Modelo

2.3 Población y Muestra

El trabajo de titulación se realizó con los empleados de la empresa en “Carrocerías Modelo” de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas durante el periodo Marzo-junio de 2018. La población de los operarios de la empresa estuvo conformada de 29 personas con cargos diferentes.

En la siguiente tabla 1-2 se muestra la población y muestra de la empresa determinado el cargo y la cantidad de empleados.

Tabla 1-2: Población y Muestra

Empleados en la Empresa “Carrocerías Modelo”	
Cargo	N# Empleados
Gerente	1
Soldadores	9
Electricista	1
Instaladores	7
Ayudantes	5
Secretaria	4
Contadores	2
TOTAL	29

Fuente: Carrocerías Modelo
Autor: Vicente Bermúdez

2.4 Hipótesis y Variables

2.4.1 Hipótesis General

A realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa “Modelo” se conseguirá realizar una propuesta de mejoramiento continuo en base al control, seguimiento y mantenimiento que permita mejorar los procesos y por consecuencia optimizar los tiempos en el área de armado de las estructuras metálicas para carrocerías.

2.4.2 Variables

Para este trabajo de titulación se preestablece la siguiente relación:

- Variable Independiente: Optimizar los procesos de producción.
- Variable Dependiente: Productividad en la Empresa Carrocerías Modelo

2.5 Descripción de las variables

En la siguiente tabla 2-2 se muestra la descripción de la variable independiente, que se encarga de optimizar los procesos de producción.

Tabla 2-2: Variable Independiente

Definición	Categorías	Guías	Sistemáticas	Herramientas
Optimizar los procesos de producción: De esta manera, desde el punto de vista empresarial, los procesos de producción pueden ser gerenciales, organizacionales y de negocios.	Técnica	Producción Recursos	Observación Documentación	Hojas de Observación Diagramas de camino Diagrama de proceso.

Fuente: (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015)

En la siguiente tabla 3-2 se muestra la variable dependiente que se encarga de la productividad de la empresa.

Tabla 3-2: Variable Dependiente

Definición	Categoría	Guías	Técnicas	Herramientas
Productividad: Capacidad de las industrias para producir un artículo para clientes externos.	Técnicas y Equipo Niveles de desempleos	Eficiencia	Observación Documentación	Hojas de Observación Diagramas de camino Diagramas de procesos.

Fuente: (Ismael Augusto Fonseca Carrion, 2015)

2.6 Procedimiento

Para el análisis correspondiente del método actual y el método propuesto la utilización de diagramas de flujo, proceso o de camino son primordiales para establecer una sucesión de los distintos procesos de trabajo. Para realizar los estudios correspondientes se hace uso de la herramienta del cronometro para tomar las medidas en tiempo real y estándar para cada proceso que se fabrican en carrocerías Modelo. Concluyendo que los resultados están en constante relación con la hipótesis y objetivos. Los datos se presentan en cuadros estadísticos y gráficos para interpretar y emitir un análisis con claridad.

Los resultados serán desarrollados en una hoja de Excel de manera que se encuentren tabulados y posterior analizados para el mejor análisis correspondientes, a continuación, la tabla 4-2 se muestra las actividades del proceso del área de armado y sus responsables.

Tabla 4-2: Actividades del proceso del área de armado

Actividad	Herramientas	Responsable de Área
Recolección de Información	Fichas de indagación.	
Procesos de Trabajo	Inspección Técnica. Observación. Hojas ID	
Estudio de Procesos	Hojas de Información	
Informe sobre el estudio de procesos	Fichas de Indagación. Observación.	
Análisis de Proceso	Toma de tiempos y movimientos.	
Control de Proceso	Encuestas Formularios	
Plan de Optimización	Datos alcanzados	
Ejecución del Plan	Capacitaciones	

Fuente: (Gilberto Quesada Madriz, 2010)

2.7 Proceso y análisis

2.7.1 Técnicas de proceso, análisis y evaluación de resultados

Los resultados alcanzados en el trabajo de titulación se orientan a los beneficios de obtener documentos preestablecidos en los controles de procesos de producción como es el caso de la optimización de tiempo aplicando el método de Kaizen para la empresa Carrocerías Modelo, para sustentar los resultados se detalla un análisis de los datos obtenidos a través de hojas o fichas de observación.

Observar directamente y la entrevista no planificada identifica una alternativa importante para obtener y acceder a información privilegiada con los procesos de producción en la empresa y de los operarios que trabajan en la misma.

Análisis de los datos

Administrar las herramientas de obtención de datos en los procesos de armado de las carrocerías modelo, continuando se efectuó el análisis correspondiente de los datos haciendo uso de las técnicas de preguntas interrogativas para posterior realizar las correcciones necesarias.

Análisis de resultados.

Los métodos actuales para la fabricación o armado de carrocerías tienen como conclusión la lógica basada en resultados que sustenten la interpretación de los datos.

2.7.2 Descripción de actividades de las distintas áreas.

2.7.2.1 Área de Producción

Armado de estructura

a) Propósito

Definir un procedimiento para la correcta realización del sub proceso para los todos los tipos de carrocerías fabricadas por carrocerías modelo.

b) Alcance

El alcance comprende el procedimiento del Subproceso para todos los tipos de carrocerías fabricadas sean estas para servicio urbano, inter parroquial, escolar, Intraprovinciales, interprovincial o turismo.

c) Definiciones

Términos utilizados por ingeniería durante el armado de la carrocería

d) Responsabilidad

Jefe de Planta, responsable de la planificación y control del proceso.

Jefe de grupo y sus subordinados responsables de la ejecución del proceso

e) Descripción

Recepción de chasis

La recepción del chasis la realizan el Jefe de Electricidad y el Jefe de Bodega. Deben encargarse de la revisión de todos los componentes del chasis sean estos mecánicos o eléctricos comprobando su correcto funcionamiento y que no presenten averías en su estado físico. Elaboraran la Recepción de Chasis en donde se tomará nota de todos los elementos componentes del chasis con sus marca, numeración o tamaño según corresponda y también cualquier observación sobre los desperfectos que se puedan presentar.

Como un documento adjunto se elaborará la Recepción de Accesorios en el caso que se presenten y que sean parte del chasis o proporcionados por el propietario para su instalación en la carrocería.

Se notificará al propietario de cualquier desperfecto y se procederá a su aprobación entregando copias firmadas de dichos documentos

Preparación de material.

Recibida la orden de producción se procede a la preparación que consiste en cortar y doblar el material que previamente ha sido: desengrasado, desoxidado, fosfatizado y fondeado, según las especificaciones correspondientes a cada modelo y tipo de carrocería que se va a producir.

Mediante los planos estructurales y el listado de partes, los materiales respectivos a los cinco elementos principales de la estructura: Lateral derecho, Lateral Izquierdo, Plataforma, Techo y Frentes, se preparan de acuerdo a las longitudes y tipos de materiales especificados. Cada perfil preparado tiene su lugar en la estructura.

Armado de los laterales.

Se procede a armar la estructura de los laterales derecha e izquierda conforme a las dimensiones dadas en los planos, en primer lugar, se sujetan en su posición (con pequeños puntos de soldadura), los pilares principales y auxiliares a las vigas longitudinales, a continuación, las vigas de ventanas, el ángulo de silletería y el ángulo de faldón, luego se corrigen problemas de alineación. Este procedimiento se realiza para ambos laterales.

Armado de la plataforma.

Al igual que los laterales se sujetan los elementos previamente preparados con una soldadura de puntos para mantener su ubicación, las vigas principales se colocan entre las vigas longitudinales, a las medidas previamente especificadas.

Armado de partes.

Terminadas de ensamblar estas primeras tres partes se procede a acoplar la plataforma sobre un chasis falso (que posteriormente será retirado) donde se comprueba la alineación y dimensiones, y sobre esta se instalan las dos estructuras laterales verificando su alineación con la ayuda de tensores y soportes temporales.

Armado de techo.

Sobre la estructura previamente ensamblada se instalan los perfiles de techo (preparados con anterioridad) sobre las vigas longitudinales, a las medidas establecidas en los planos, con puntos de sujeción. Se comprueba su alineación y sus dimensiones corrigiendo posibles desperfectos. Se suelda la unión de los perfiles de techo con las estructuras laterales, después se colocan dos piezas de plancha de acero corrugado cortadas a medida (una interior y otra exterior), y se procede a soldar dichos refuerzos a la estructura. Como se visualiza en la siguiente figura 1-2.a armado del techo vista de frente y la figura 1-2. b armado del techo vista frontal.



Figura 1-2: (a) armado del techo de vista de frente (b) armado del techo vista frontal.
Fuente: Autor

Armado de estructura, frente y estructura posterior.

Los perfiles tubulares que conforman las estructuras del frente y posterior, son fabricados en base a plantillas que definen su forma y dimensiones, luego cada tubo formado es colocado en su posición en la estructura con la ayuda de patrones metálicos. Comprobada su correcta alineación se sueldan a la estructura.

Ensamble refuerzos laterales.

Se colocan los refuerzos laterales (entregados previamente por Fabricación de Partes) y los perfiles tubulares en sentido diagonal entre las uniones de los pilares principales con las vigas de ventanas y pilares auxiliares con los refuerzos laterales de acuerdo a la información del plano.

Rematado total de estructura

Se procede a soldar las uniones de las secciones de plataforma, laterales, frentes y techo, según el procedimiento aprobado y de acuerdo a la especificación de soldadura.

Instalación de anclajes.

Se procede a elevar la estructura con la ayuda de caballetes especialmente diseñados para retirar el chasis falso, a continuación, se sueldan los perfiles correspondientes en la plataforma que servirán como anclaje al chasis, se trabaja de acuerdo a las especificaciones del plano, para cada modelo de chasis.

Estructurado de bodegas.

Se construye la estructura de bodega, generalmente con tubos 1x1.5 medidas y de acuerdo a las especificaciones de los planos. Finalmente se instala los guardafangos laterales y las estructuras y guardalodos metálicos previamente construidos. Se construye la estructura sobre motor (en caso de chasis con motor entre ejes). Se suelda las cantoneras exteriores en la parte superior de ventanas e interiores en la parte inferior de ventanas. Se colocan los ángulos para sostener el guardachoque posterior en la estructura, luego se comprueba que se ensamble correctamente instalando provisionalmente el guardachoque. Revisado y pulido de la estructura. Se procede a pulir las rebabas de soldadura. Limpieza total para fondeo. Se utiliza cepillos metálicos para limpiar las soldaduras entre tubos, y soldaduras en partes galvanizadas. Fondeo de estructura. Inmediatamente se procede a aplicar fondo en toda la estructura.

Diagrama de flujo general de la situación actual

A continuación, en la siguiente figura 2-2 se muestra el diagrama de flujo general de la construcción de la estructura metálica de la situación actual.

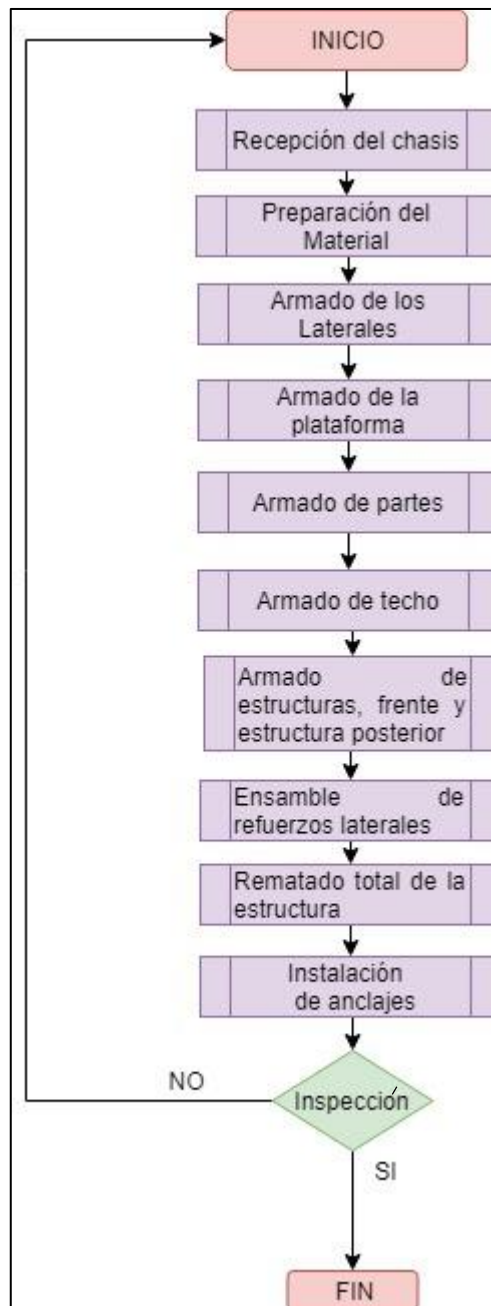


Figura 2-2: Diagrama de flujo general de la situación actual
Autor: Vicente Bermúdez

2.7.2.2 Procedimiento de Electricidad y adaptaciones

Descripción

Este sub proceso está compuesto por dos etapas, la de Electricidad y la de Adaptaciones Mecánicas. En la primera se realizan la instalación del sistema eléctrico de la carrocería y en la segunda las adaptaciones mecánicas al chasis.

Preparación de chasis para instalación de carrocería

Deben retirarse los componentes eléctricos para evitar posibles daños en el proceso de montaje. Se retirará el tablero de instrumentos, caja de fusibles, batería, lámpara de circulación, faros, procesador (si aplica).

Fabricación e instalación de red general

Se fabricará la red eléctrica principal que posteriormente será instalada, para esto deberá revisar el número de consumidores para determinar el tipo de cable a utilizar, para evitar sobrecargas en la red y posibles sobrecargas. La red iluminación posterior, que constara de las lámparas: direccionales, stop, retro demarcación y placa. Deberá elaborar todo el cableado necesario e instalará terminales y conectores para su posterior instalación. Fabricará el panel de interruptores, en donde estarán instalados todos los interruptores del sistema eléctrico de la carrocería y la caja de fusibles, de acuerdo al tipo de carrocería que se va a fabricar. Se utilizará los colores de los cables para identificar cada línea de consumidores.

Instalación de sistema de limpia parabrisas

Debe instalarse el sistema de limpia parabrisas, compuesto por motores, sistema mecánico, pivotes, brazos y plumas. Para esto deberá fabricarse los soportes para los motores y se realizaran las perforaciones en la carrocería para la instalación de los pivotes.

Instalación de elementos

Realiza la instalación de la red principal, cable de baterías, baterías, interruptores, relay, corta corriente, radio, parlantes, sistema de desempañado (si aplica), interruptor de aviso de parada, iluminación interior, demarcación exterior, iluminación de bodegas (si aplica), iluminación de gradas, itinerario electrónico (si aplica), faros frontales, direccionales, stop.

Revisa el correcto funcionamiento de todos los sistemas instalados.

En la parte mecánica se realizan los siguientes trabajos:

Desmontaje de elementos del chasis (si aplica): Palanca de cambios, apagador, bloqueador freno de estacionamiento, depurador, filtro de aire, tanque combustible, llanta emergencia, tecla de llanta, base de baterías.

Reubicación del tanque de combustible: en el caso del bus urbano dependiendo la marca de chasis este se debe mover a una nueva posición donde no interfiera con elementos de la carrocería, en el caso de un bus interprovincial también se mueve el tanque hacia abajo.

El piso conductor como se muestra en la figura 3-2 anclajes de chasis de bus interprovincial se mantiene en su posición, pero se retiran su anclaje para facilitar el montaje de la carrocería. Se debe reubicar el depósito de líquido hidráulico (ubicado tras eje delantero izquierdo, en el caso de chasis HINO FG.) hacia abajo, solamente en caso de bus urbano. Y finalmente se debe inflar los neumáticos del chasis a la presión recomendada. Se cubren y protegen partes susceptibles para evitar un daño como: el radiador, los tanques de aire y sus mangueras, el volante, conexiones eléctricas, depósitos de líquidos que no puedan ser retirados.

En el caso de ser chasis con cabina es necesario retirar primero las baterías y el procesador, se procede a desmontar la cabina, desconectando todas las mangueras y elementos mecánicos. Y a continuación se procede a retirar los componentes eléctricos de igual manera que en caso anterior



Figura 3-2: Anclaje de chasis

Fuente: Carrocerías Modelo

2.7.2.3 Procedimiento de Ensamble final

Descripción

Una vez que la carrocería se ha pintado se realiza la instalación, revestimientos internos, asientos, espejos y todos los accesorios detallados a continuación.

Tapizado de interiores

Limpieza de las zonas y partes a tapizar. Se recorta y pega expandible en los pilares, forros de techo, y mampara de conductor (elaborada por fabricación de partes).

Instalación de piso

Se recorta el tablero dura tríplex marinado de 1 mm de espesor de acuerdo al tipo de carrocería, para ser asegurado al piso con tornillos y su correspondiente sello, se pule y corta desniveles o salientes para uniformizar la superficie.

Instalación de revestimiento interior

Se sujetan con tornillos los forros interiores laterales e interiores superiores (previamente fabricados y tapizados por Fabricación de Partes y por este por este sub proceso respectivamente), a la estructura.

Se prepara los tableros centrales de techo recortando con las dimensiones correspondientes al tipo de carrocería se perforan las ubicaciones para claraboyas parlantes y otros accesorios según aplique. Se coloca sello insonorizaste (lastomer 711)

en las juntas y sobre los perfiles de la estructura, se sujetan los tableros con tornillos y el perfil decorativo.

Instalación de recubrimiento de piso

Se recorta el vinil de piso de acuerdo al tipo de carrocería a continuación se limpian las superficies, se aplica el adhesivo y se procede a pegar el vinil.

Instalación de parabrisas, ventanas y vidrios.

En primer lugar, se cortan los perfiles de caucho, para luego proceder a la instalación de vidrios parabrisas y ventanas que son instaladas por un proveedor. Para el caso de los proveedores existirá una calificación previa, Compras y Bodega verificaran que estos elementos cumplan con las especificaciones dictadas por las Normas vigentes. Debe aplicarse sello impermeabilizante en ventanas, vidrios y parabrisas, para evitar posibles filtraciones de agua.

Instalación de pasamanería

Se instalarán soportes y tubos pasamanos, los que serán cortados y doblados a medida de acuerdo a la orden de producción. A continuación de la instalación de toda la pasamanería de techo y se instala el corredor de acero antideslizante en el piso, este se sujeta con pernos y perfiles de aluminio.

Instalación de partes

Se instalará: la consola delantera, tablero, consola de válvulas, base de palanca, tapa de motor, consola posterior, fabricadas y pintadas de acuerdo con la Orden de producción por el sub proceso de Fibra de Vidrio y Pintura de partes. Estas serán aseguradas con tornillos y autorroscantes. Para la instalación de la consola delantera (fabricada por Preparación de Partes), previamente se deben colocar las compuertas, bisagras, y aldabas. Para sujetar la consola se utiliza tornillos tipo cole pato.

Instalación de asientos

Estos se instalarán de acuerdo al plano de asientos. Los asientos previamente fabricados por un proveedor externo son instalados de acuerdo al tipo de carrocería, la cual determinara a las dimensiones que deben ser asegurados. Se instalarán los asientos de conductor y azafata según corresponda.

Sellado y limpieza

Se verifica correcto funcionamiento de ventanas, vidrios y parabrisas y adecuado sellado (filtraciones de agua)

Instalación de accesorios exteriores

En el exterior de la carrocería deben instalarse los espejos interiores, guardafangos de fibra de vidrio, soportes de espejos, espejos exteriores, emblemas y placas de identificación. En el interior se deben instalar la división de conductor, las consolas de puerta, el tablero, la base de palanca, la consola de válvulas, la tapa de motor y tapa de caja de cambios. Todos asegurados con sus correspondientes tornillos o pernos, conforme al tamaño de cada pieza. Se deben colocar soportes para cable de cortina, cable de cortina y cortinas.

También se debe instalar los perfiles decorativos, filos de grada de acuerdo a cada tipo de carrocería. Cerraduras en caja monedera, portavasos en tablero, cinturón de seguridad. El orden y la limpieza deben mantenerse durante toda la realización del sub proceso.

2.7.2.4 Procedimiento de fabricación de partes

Descripción

El sub proceso de fabricación de partes está compuesto por tres áreas o etapas:

- Máquinas de corte y plegado
- Fabricación de partes
- Fabricación de piezas.

Máquinas de corte y plegado.

En esta área se cortan y pliegan componentes de la carrocería elaborados en planchas de acero galvanizado de distintos espesores como se muestra en la siguiente tabla 5-2 que serán entregadas a los sub procesos de producción de la siguiente manera.

Tabla 5-2: Espesores del acero galvanizado

Tipo de Acero	Espesor (mm)
Galvanizado	0,7
Galvanizado	0,9
Galvanizado	1,1
Galvanizado	1,4

Fuente: Carrocerías Modelo

Partes para armado de estructura

Estas se elaborarán en plancha de acero galvanizado de 1.1 mm de espesor como se detalla en la siguiente tabla 6-2 de armado de estructura.

Tabla 6-2: Armado de Estructura

Proceso	Definición
Refuerzos para techo	Son flejes de 50 mm cortados a medida que serán soldados a los perfiles tipo omega con suelda de punto
Marcos de claraboya	son perfiles tipo U de 20 x 40 x 20 mm cortados a medida
Marcos de bodega	Son perfiles tipo escalera cortados en su longitud a medida.

Fuente: Carrocerías Modelo

Partes para revestimiento

Estas partes se elaborarán en plancha de acero galvanizado de 0,7 – 1,1 mm de espesor:

- **Paneles de techo:** son forros exteriores de forma previamente definida cortados y plegados a medida.
- **Forros de bodega:** son forro cortado y plegado a medida en estos se plegarán sombreros de refuerzo.
- **Forros laterales superiores:** son dos flejes cortados a medida.

- **Forros laterales inferiores:** plegados y cortados a medida de forma previamente definida.
- **Forros interiores inferiores:** son flejes cortados a medida con bordes biselados y que pueden ser de acero inoxidable o acero galvanizado lo que será determinado por la Orden de Producción.
- **Forros interiores superiores:** son planchas de forma definida elaborados a medida de acuerdo al tipo de unidad.
- **Refuerzos de parlantes:** son perfiles tipo U y cuya longitud está definida por la estructura de techo de la carrocería.
- **Cantoneras:** son pizas de plancha con la curvatura de la ventana. Cierre de piso.

Partes para montaje

Gradas, son los escalones fabricados en plancha de acero antideslizante cortados, plegados y soldados de acuerdo a modelos preestablecidos.

Partes para puertas y piezas

En esta etapa se fabrican las compuertas de bodega con sus marcos internos y a la medida de cada bodega donde va a ser instalada. Estas serán marcadas con el número de orden correspondiente y entregadas a otro operario de esta sección para ser ensamblada.

Partes para ensamble final

Son elementos cortados plegados y soldados de diseño preestablecidos, en plancha de acero galvanizado en espesor de 0,9 mm. Porta placas, porta números. Que serán pintados para su instalación en la carrocería. Paneles de aluminio, fabricados en plancha de aluminio de 2 mm de espesor de forma preestablecida de acuerdo a modelo. Tapas de botiquín que se instalan en botiquines sujetos con bisagras

Partes para fibra de vidrio y preparación de partes

Instalación de bisagras en tapas de basurero. Fabricación de refuerzos para piezas de fibra de vidrio, de acuerdo a modelos preestablecidos para:

- Parlantes
- Bisagras
- Tapas de consola superior
- Consola puerta posterior
- Tapa de motor.

Fabricación de partes

En esta etapa del subproceso se fabrican las siguientes partes y piezas que serán instaladas en el proceso de Ensamble Final para todos los tipos de carrocería.

Fabricación de mecanismos de compuertas

De acuerdo a la orden de producción por disposición del jefe de planta se fabrican los mecanismos panto-gráficos para compuertas de bodega, que consisten en un conjunto de brazos mecánicos, anclajes y tensores.

- **Brazos mecánicos:** son formados por tubería redonda de ½ ISO II doblada a medida de acuerdo al tamaño de cada compuerta, se sueldan bocines en cada extremo que servirán para sujetar los ejes.
- **Anclajes:** en platina de 2" x 1/8 cortada y perforada de acuerdo al modelo establecido.
- **Tensores:** que son varillas roscadas y rotulas que sirven como guías, junto con el resto de accesorios se envía a pintar para su posterior instalación.

Ensamble de compuertas de bodegas

Las compuertas de bodega fabricadas en la primera etapa de este sub proceso son unidos con sus marcos con un adhesivo poliuretano y su borde remachados. Se instalan cerradura y bisagras según sea el caso. Se envían a pintura para posteriormente ser instaladas en el sub proceso de Ensamble Final.

Fabricación de marcos de bodega

Se cortan láminas de acero de 300 x 2440 mm para plegar perfiles tipo L de 200 x 100 mm estos se cortan a medida y se sueldan formando marcos rectangulares que servirán para sujetar los empaques de las compuertas de bodega.

Fabricación de puertas principales

Las puertas abatibles y plegables son fabricadas a partir de perfiles tubulares cuadrados de 32 x 2 mm formando marcos en dimensiones estandarizadas, todas las puertas tienen dimensiones estandarizadas de acuerdo al tipo de carrocería. Estos marcos son soldados, cuadrados y forrados con piezas de planchas de acero galvanizado de 1.1 mm de espesor. Se instalarán bisagras, curvas y refuerzos según corresponda. Se envían al sub proceso de pintura exterior para que sean pintadas junto con la carrocería en el color correspondiente a número de orden. Posteriormente serán instaladas en el proceso de Ensamble Final por esta misma sección.

Instalación de puertas principales y compuertas de bodega

Cuando la carrocería ingresa al sub proceso de Ensamble Final las puertas y compuertas son aseguradas a la carrocería verificando su correcto funcionamiento. En el caso de las puertas principales se instalarán sus sistemas neumáticos (cañerías y válvulas). Y para las compuertas de bodega sus cerraduras o seguros y mecanismos o bisagras según corresponda.

Fabricación de tapas

En esta etapa se fabricarán las tapas de control, combustible y depurador de aire de acuerdo a los modelos y dimensiones ya establecidos. Están conformadas por una tapa elaborada de una pieza de plancha de acero galvanizado de 290 x 290 x 1.1 mm y 340 x 340 x 1.1 mm reforzada con un pliegue de 20 mm y sujeta con una bisagra soldada al marco fabricado en acero galvanizado de 30 x 12 x 1.4 mm. Se elaboran topes y perforaciones encada tapa para la cerradura.

Fabricación de asiento de conductor

Es una estructura formada de tubo redondo de diámetro $\frac{3}{4}$ ISO II doblada y soldada de acuerdo a modelo definido y que será pintado y tejido para su instalación.

Fabricación de colgantes pasamanos

Son platinas de 2" x $\frac{1}{8}$ cortadas y dobladas conforme a modelo definido que servirán para la sujeción de tubos pasamanos.

Fabricación de manguones diagonales y rectos largos y cortos.

Son agarraderas fabricadas de tubo redondo de diámetro $\frac{3}{4}$ ISO II soldadas a una placa base con perforaciones para su aseguramiento en la carrocería.

Fabricación de parrilla y aldaba para llanta de emergencia

La parrilla para llanta de emergencia es una estructura formada por tubos redondo con un marco de ángulo de $1\frac{1}{2}$ " x $\frac{3}{16}$.

Instalación de tecla para llanta de emergencia

Todas las partes son fabricadas a partir de materiales e insumos provistos por bodega. Las dimensiones y espesores están determinadas por el tipo de carrocería que se va a fabricar y de acuerdo al tipo de carrocería que está especificada en la Orden de Producción.

2.7.2.5 Procedimiento de montaje

Descripción

La actividad principal de este subproceso consiste en la instalación de la carrocería sobre el chasis. Esto se debe realizar de acuerdo a las disposiciones del Jefe de Planta y al número de orden de producción.

Recepción del chasis

Previa a la realización del siguiente procedimiento se realiza la Recepción de chasis por el grupo de Electricidad. El Jefe de Electricidad recibe conforme a una lista de partes los accesorios correspondientes a cada modelo de chasis, verifica el correcto funcionamiento del sistema eléctrico, verifica el estado físico de los componentes del chasis.

Preparación del chasis

En la parte eléctrica se realiza los siguientes trabajos:

Desmontaje de: baterías, faros frontales y posteriores, caja de fusibles y relay, de velocímetro, tacómetro, arnés de red eléctrica y procesador. Todos los elementos retirados serán identificados y almacenados en la bodega de electricidad de acuerdo al número de orden de producción. Obtención de improntas del número de chasis y motor.

Colocación de anclajes

Los perfiles previamente preparados llamados ángulos de montajes son recortados con la maquina punzadora, para obtener piezas de 150 mm. Que se instalara de acuerdo a las posiciones definidas en el plano sobre el chasis como se muestra en la figura 4-2 los anclajes. Y que serán sujetos al chasis mediante pernos. Para elaborar las perforaciones sobre el chasis se seguirán las recomendaciones de los fabricantes de chasis y especificadas en sus manuales y directivas. Los pernos utilizados son grado 8 y de diámetro $\frac{1}{2}$ y longitud $1 \frac{1}{2}$ de longitud.



Figura 4-2: Anclajes
Fuente. Vicente Bermúdez

Previo a montar la carrocería sobre el chasis, se reubica: la reserva del líquido hidráulico, la base de baterías, la base del tanque de combustible de acuerdo a la marca del chasis. En el caso de chasises que haya sido con cabina se reubican los tanques de aire y otros elementos mecánicos que sean necesarios, además se realiza una revisión del sangrado de los conductos de frenos, embrague, dirección.

Montaje de la carrocería sobre el chasis

La carrocería ensamblada en chasis como se muestra en la figura 5-2 el armazón de la estructura.

El chasis se trasladada por medio de coches hacia la carrocería que se encuentra izada una vez acoplada la estructura al chasis se procede a la inspección del armazón como se muestra en la figura 6-2.



Figura 5-2: Armazón de la estructura
Fuente: Vicente Bermúdez



Figura 6-2: Inspección del armazón
Fuente: Vicente Bermúdez

Nivelado, cuadrado y alineado de estructura.

Una vez montada la carrocería sobre el chasis, se procede a nivelar y alinear los respectivos laterales de la estructura.

Soldadura de los anclajes de la carrocería a los ángulos de montaje y soldado plataforma

Una vez montada la carrocería sobre el chasis (los anclajes de la estructura ya han sido colocados en los puntos de los ángulos de montaje como se muestra en la figura 7-2 la carrocería sobre el chasis donde se procede a soldar cada anclaje al “ángulo” de acuerdo

a la especificación de soldadura *Welding Procedure Specification* en sus siglas WPS como se muestra en la figura 8-2 la soldadura suplex.



Figura 7-2: Montada sobre chasis
Fuente: Vicente Bermúdez



Figura 8-2: Soldadura de suplex
Fuente: Vicente Bermúdez

Luego se procede a soldar (rematar) la estructura de piso con los laterales de acuerdo a la especificación de soldadura WPS: este procedimiento se lo realiza siempre una vez alineada la estructura, se utiliza gatas hidráulicas, piola y escuadras como se muestra en la figura 9-2 soldadura de plataforma



Figura 9-2: Soldadura de plataforma
Fuente: Vicente Bermúdez

Fabricación de la plataforma del piso del chofer y colocación de estabilizadores

Al tener ya la estructura sujeta al chasis se procede a ensamblar el piso del conductor de acuerdo a los perfiles que se muestran en el plano procediendo la construcción de la plataforma. Además, se colocan las diagonales estabilizadoras transversales para el chasis y obtener rigidez para el marco, como se muestra la figura 10-2 el piso del conductor.



Figura 10-2: Piso de conductor

Fuente: Vicente Bermúdez

Aumento del chasis delantero

Para unir el chasis con la parte delantera se realiza un aumento en el mismo. Posteriormente los fines de rigidez estructural pueden ser utilizados para anclar un guarda choques.

Ubicación del ducto de aire.

Debe instalarse de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de cada marca de chasis y en consideración de la orden de producción de cada unidad. La toma de aire regularmente se coloca en el techo (por recomendación del fabricante en el caso de transporte urbano con rutas de tercer orden), puede variar de acuerdo a condiciones de circulación del chasis carrozado. Después de la toma de aire se coloca el tubo hecho de tol galvanizado de 0.7 mm., de espesor que va hasta la altura de la plataforma como se muestra en la figura 11-2 los ductos de aire la misma que es pintada para su posterior instalación.



Figura 11-2: Ductos de aire
Fuente: Vicente Bermúdez

Chasis Mercedes Benz o Volkswagen

En el caso de chasis marca Mercedes Benz o Volkswagen la toma de aire se instala a continuación del depurador en la ubicación original que este viene instalado.

Instalación de protección guardalodos de motor (Solo para chasis Hino).

Se fabrica a partir de piezas de vinil del piso. Estos previamente se envían a tapicería para ser reforzados y cosidos. Se fabrica una pieza en forma de C de tol, dentro del cual irá el vinil ya doblado. Para unir las dos partes se procede a remachar para finalmente, la moqueta colocarla alrededor del orificio del motor como se muestra en la figura 12-2 el guardalodos del motor.



Figura 12-2: Guardalodos de motor
Fuente: Vicente Bermúdez

Colocación del forro del piso delantero (Solo para chasis Hino)

Se coloca planchas de acero laminado galvanizado de 2 mm., previamente pintadas con protección anticorrosiva en el área del conductor como se muestra la figura 13-2, que señala la parte del forro del piso delantero y parte de la estructura. La plancha va soldada a la estructura según las especificaciones de soldadura EPN – LDS.



Figura 13-2: Forro en piso delantero de conductor terminado

Fuente: Vicente Bermúdez

Colocación de gradas

Las gradas elaboradas en el proceso de Fabricación de partes deben ser ubicadas y soldadas a la estructura. Para su refuerzo se sueldan perfiles tubulares de 40x20x2 mm, en las partes inferiores y laterales. Los perfiles son tubos. Las gradas son soldadas e instaladas a la estructura de la carrocería como se visualiza en la figura 14-2.



Figura 14-2: Detalle soldadura Gradadas
Fuente: Vicente Bermúdez

2.8 Fabricación o instalación de tapa del motor y tapas de revisión

Chasis Hino

Se realiza una estructura metálica para reforzar la tapa de fibra, posteriormente se la envía a enfibrar (unir los 2 elementos con resina y fibra de vidrio) y una vez seca la pieza se instala los seguros como se muestra la figura 13-2, se revisa su acoplamiento. El mismo procedimiento se realiza para la tapa del refrigerante, se añade una tapa con bisagra en el centro de esta. Adicionalmente se fabrican las piezas plegada de plancha de acero de 1 mm de espesor, y se instalan en el contorno de la cavidad del piso donde ira la tapa de motor como se visualiza en la figura 14-2.

Ambas tapas son enviadas a Pintura de Partes para ser pintadas.



Figura 15-2: Instalación de Piezas
Fuente: Vicente Bermúdez



Figura 16-2: Tapa de motor
Fuente: Vicente Bermúdez

2.8.1 Chasis Mercedes Benz o Volkswagen.

En este caso se realiza la adecuación de la tapa de motor previamente fabricada por fibra de vidrio y preparación de partes, se realiza una instalación de prueba donde se verifica que acoplen todos sus bordes y el cierre perfectamente el empaque de la palanca de cambios. Se colocan las bisagras y la aldaba. Posteriormente se devuelve para que sea pintada e instalada en la unidad terminada.

2.9 Adecuación de tablero de fibra y consola de válvulas.

2.9.1 Chasis Hino

El tablero previamente fabricado como se muestra en la figura 17-2 en sub-proceso de Fibra de Vidrio y Pintura de Partes se instala sobre la mesa de conductor, previamente fabricada (Revestimiento). Consta de dos partes: superior e inferior, a las cuales se las emperna a la estructura del piso, se marcan los orificios en la estructura y se las lleva al área de pintura. Para posteriormente ser instaladas una vez pintadas. Una tercera parte se la fábrica después de la instalación de las dos anteriores con el fin de que no existan juegos inadecuados por el exceso o falta de tolerancias.



Figura 17-2: Tablero Previamente fabricado
Fuente: Vicente Bermúdez

Las partes fabricadas y las adecuadas son enviadas al área de Preparación de Partes.

2.9.1.1 Fabricación de tapa sobre tanques de reserva de refrigerante (Solo para Chasis Hino).

Se corta, pliega y suelda en plancha de acero de 0.7 mm de espesor un mueble para proteger el tanque de reserva de refrigerante del radiador, este será enviado para su pintura y posterior instalación en el bus.

2.9.1.2 Fabricación de tapa cables. (Solo para chasis Hino)

Se fabrica la tapa cables en plancha de acero de 0.7 mm. Que servirá como conducto de la red eléctrica y que será instalado posteriormente a su tapizado.

2.9.2 Chasis Volkswagen

El tablero previamente elaborado por Fibra de Vidrio Pintura de partes es ubicado en la posición donde va a ser instalado se verifica su aseguramiento cuidando de que no existan problemas para su posterior instalación se instalan las bisagras y cerraduras correspondientes a la tapa de tablero. Se pule el acople con consola de válvulas, se devuelve pintura de partes para que sea pintada.

2.10 Instalación de cajas bóvedas delanteras.

Se sueldan las bóvedas (guardalodos) previamente elaboradas por fabricación de partes y que van ubicadas sobre los neumáticos delanteros y posteriores.

2.11 Cortado y ensamblado de plancha de acero antideslizante

Se mide y se corta las planchas de acero antideslizante destinado para el corredor del bus, se envían las planchas al sub proceso de Fibra de Vidrio y Preparación de Partes para que sean pintadas para su posterior instalación, por lo que deben estar sus bordes limpios y libres de escoria.

2.12 Colocación de los refuerzos

En la estructura de techo, se coloca una pieza de plancha de acero de 2 mm de espesor soldada a la omega del techo como se muestra en la figura 18-2 Esto se realiza con el fin de que posteriormente se pueda asegurar la mampara al techo.



Figura 18-2: Estructura de techo

Fuente: Vicente Bermúdez

2.13 Revisado y pulido.

Se revisa que no existan superficies filosas o cortantes en la estructura. Adicionalmente se revisan todas las soldaduras.

2.14 Limpieza total

Se procede a limpiar la carrocería, así como el área de trabajo

2.15 Procedimiento de revestimiento

Descripción

El siguiente procedimiento está dividido en dos etapas: Revestimiento Superior y Revestimiento Inferior. La primera antes de la instalación de la carrocería sobre el chasis y a la segunda continuación del proceso de Montaje.

Revestimiento Superior

Para la elaboración de revestimiento superior en primer lugar se debe proceder a revisar y corregir la alineación de la estructura del techo, Se instalan curvas superiores exteriores y botaguas delanteros como se ve en la figura 19-2 y puerta posterior en la figura 20-2



Figura 19-2: Botaguas delanteras
Fuente: Vicente Bermúdez



Figura 20-2: Puerta posterior
Fuente: Vicente Bermúdez

Ensamble casco posterior

Para instalar el casco posterior se prepara el casco de fibra de vidrio corrigiendo posibles imperfecciones que afecten al ensamble, se realizan cortes y se prepara la superficie que se va a unir con la estructura, se remacha y adhiere a la estructura.

Ensamble casco delantero

El proceso es muy similar al caso anterior.

Remachado de forro de capota

Se instalan los paneles de techo (previamente elaborados por Preparación de Partes), estos son remachados a la estructura cuidando su correcta alineación, debe tomarse en cuenta la adecuada utilización de los productos adhesivos para un correcto impermeabilizado.

Se ubican las piezas en sus posiciones, limpias y preparadas para la aplicación de los adhesivos se sujetan con tornillos y tensores para realizar las perforaciones donde se va a remachar, se colocan los adhesivos y se procede al remachado.

Ensamble de frente

Para la instalación del frente previamente se tiene que elaborar la base de parabrisas de acuerdo a las especificaciones del tipo de carrocería, se prepara el frente de fibra de vidrio, se remacha en su ubicación con la ayuda del patrón de parabrisas.

Ensamble marcos de claraboya

Se preparan las superficies para que estén libres de suciedad o polvo se aplica el sellante y se colocan los marcos de claraboya. Se asegura su posición con la ayuda de pinzas.

Ensamble casco interior posterior y fabricación forro interior posterior

La pieza de fibra de vidrio previamente elaborada (Fibra de Vidrio y Pintura de partes), se recorta y por medio de remaches se sujeta a la estructura cuidando mantenga su posición en referencia a la ubicación del parabrisas posterior, será tapizado al entrar al proceso de Ensamble Final. El forro interior inferior es fabricado de acuerdo a donde se va a instalar, en tol de acero galvanizado de 0.9 mm de espesor. Se sujeta con aislante y remaches a la estructura.

Ensamble consola delantera

La consola superior previamente fabricada (por Fibra de Vidrio y Pintura de Partes) se realiza una instalación de prueba, que sirve para comprobar que acople perfectamente se ajusta cualquier desperfecto. Se realizan perforaciones en tapas para la posterior instalación de seguros rápidos y botiquín. Se envía consola a pintura de partes para su posterior instalación.

Ensamble y remachado de bodegas

Los forros de bodega elaboradas por Fabricación de partes son comprobadas y acopladas para su aseguramiento. Se realizan destajes, se aplica el ello insonorizaste para proceder a remachar los forros con remaches de d aluminio $\frac{1}{4}$ x $\frac{1}{2}$ y remache pop $\frac{3}{16}$ x $\frac{1}{2}$. Se sellan los bordes y pliegues para evitar posibles filtraciones de agua o polvo.

Marcos de bodegas

Se instalan los marcos de bodegas, se sueldan y se pulen.

Instalación refuerzos de parlantes

Se sueldan los refuerzos de piezas de plancha de acero galvanizado en el techo de la carrocería

Comprobación de ensamble de forros interiores superiores

Se realiza una prueba de ensamble para comprobar alineación de los forros, se sueldan refuerzos en las uniones de los forros. Se envían a tapizar para su posterior instalación.

Ensamble frente guardachoque y persiana de fibra

Se instala el casco delantero y se adecua de acuerdo a la estructura (ver 1.19), se instala y cuadra el guardachoque y la persiana.

Cuadrada de faros delanteros y posteriores

Se colocan los faros delanteros sobre el soporte metálico (ver 2.9) y se los cuadra. Se colocan los soportes de platina que sostienen los faros con la debida alineación.

Cuadrada de vidrios y parabrisas

Se comprueban con medidas y plantillas el correcto ensamble, para ubicar los tarjeteros y parabrisas.

Chequeo filtraciones de agua.

Se realiza una comprobación mediante aire a presión para verificar que no existan posibles filtraciones de agua.

Sellado de bodegas.

Se procede a sellar con SIKA, las bodegas previamente remachadas

Revestimiento inferior.

- a) Alineación de estructura.

Se realiza una verificación de la alineación de los laterales, se corrigen posibles desviaciones con la ayuda de tensores y prensas de tornillo.

b) Instalación de estabilizadores y tijeras

Luego de alienar la estructura, se sueldan tubos a lo ancho del bus, bajo plataforma y se instalan refuerzos diagonales.

c) Cuadrado y alineado soportes guardafangos.

Se procede a alinear los tubos de soporte de guardafangos, para la instalación posterior de los guardafangos

d) Ubicación tapa de combustible.

Se fabrica el marco en estructura metálica, para sostener la tapa de combustible como se muestra en la figura 21-2. En ciertos casos es necesario hacer cortes en la estructura de la carrocería, para ubicar la tapa de combustible



Figura 21-2: Marco de tapa de combustible
Fuente: Vicente Bermúdez

e) Colocación paneles inferiores ventana de conductor.

Se colocan 3 paneles interiores de tol como se visualiza en la figura 22-2.



Figura 22-2: Paneles Interiores
Fuente: Vicente Bermúdez

f) Refuerzos adicionales laterales

Se sueldan piezas de tol, previamente dobladas, en las partes intermedias de los laterales de la carrocería como se muestra en la figura 23-2



Figura 23-2: Partes intermedias
Fuente: Vicente Bermúdez

g) Pegada de forros y terminados.

Se prepara las superficies de tol y los tubos en estructura laterales para la sujeción posterior en la carrocería. Se utiliza pegamento SIKA 252. En el caso del bus urbano, se tienen: 2 forros laterales grandes, 1 forro tras puerta posterior.

h) Instalación de marcos de puerta entrada y salida.

Se instalan los marcos metálicos plegados a partir de piezas de plancha de acero galvanizado de 1.1 mm de espesor en forma definida.

i) Cantoneras exteriores

Se colocan las cantoneras, sobre el revestimiento lateral del bus, en la parte inferior exterior de las ventanas.

j) Colocación guardachoque posterior

Se instala el guardachoque con pernos, se asegura su correcta alineación y ensamble.

k) Colocación cierre de piso.

Se instala piezas de tol, entre el piso y el ángulo de sillería en la parte baja del forro interno.

l) Colocación tapas.

Se colocan las tapas fabricadas de combustible, filtro de aire, puerta control previamente fabricadas.

m) Colocación de guardabarros

Se emperna el guardabarros de caucho a la estructura del guardafangos como se visualiza en la figura 24-2.



Figura 24-2: Colocación de guardafangos

Fuente: Vicente Bermúdez

n) Fabricación e instalación guardabarros frontales.

Se fabrican los guardabarros delanteros: derecho e izquierdo, y se sueldan a la estructura.

- Revisado y pulido
- Limpieza general

2.16 Inventario de máquinas y equipos

El propósito de este ítem es identificar los equipos con los que cuenta la empresa “Carrocerías Modelo”.

2.17 Equipos y herramientas

Posteriormente se enuncia las herramientas y equipos que se ejecutan durante el proceso de armado de la carrocería.

En la siguiente tabla 7-2 se detalla los materiales utilizados en el armado.

Tabla 7-2: Descripción de materiales

T1	Tubos parantes	16	2785
T2	Tubos piso transversal	21	2350
T3	Tubo techo	15	2420
T4	Tubo piso bajo transversales (externos)	10	1200
T5	Tubo piso bajo longitudinales (centrale)	2	4755
T6	Tubo piso longitudinal (delantero)	2	5600
T7	Tubos laterales separadores de parante (piso)	2	1545
T8	Tubos laterales separadores de parante (ventana)	12	1350
T9	Tubos laterales separadores de piso y ventana (90º)	18	850
T10	Tubos laterales separadores de piso y ventana (45º)	14	1063
T11	Tubos laterales separadores de piso y ventana (135º)	14	1063
T12	Tubos piso bajo tranversales (externos)	2	850
T13	Tubo lateral ventana alto (delantero)	2	5815
T14	Tubo piso bajo transversales (internos 2)	11	462
T15	Tubo piso bajo transversales (internos 1)	4	910
T16	Tubo lateral ventana alto (posterior)	2	4233
T17	Tubo templadores parante chasis (45º)	8	930
T18	Tubo techo tejido 1 (delantero)	3	715
T19	Tubo techo tejido 2	8	780
T20	L de anclaje (doblada en 8,5)	16	320
T21	Tubos laterales separadores de parante (ventana)	2	1545
T22	Tubo piso bajo transversal interno 1 (45º)	2	611
T23	Tubo piso bajo transversal interno 1 (45º)	2	700
T24	Tubo piso bajo transversal interno 1 (posterior, central y delantero)	6	2213
T25	Tubo piso bajo longitudinal posterior.	2	5595
T26	Tubo sin nombre	2	2220
T27	Tubo ceja media luna frente	2	2800
T28	Tubo laterales separadores de parante (piso)	2	2750
T29	Tubo laterales separadores de parante (piso)	2	4150
T30	Tubo laterales separadores de parante (piso)	2	1350
T31	Tubo piso bajo longitudinal (posterior)	2	2820
T32	Tubo piso bajo longitudinal (posterior, superior de T31)	2	1900
T33	Tubo posterior piso bajo	1	2370
T34	Tubo piso bajo transversal interno 1	1	750
T35	Tubo templadores parante chasis (-45º)	2	840
T36	Tubo piso bajo longitudinal delantero	2	1252
T37	Tubo templadores parante chasis delantero	4	820
T38	Tubo transversales frente	2	1050
T39	Tubo trebol delantero	4	340
T40	Tubo trebol delantero	4	550
T41	Tubo templador de T5 y T24 (o piso bajo bodega)	4	685
T44	Tubo separadores entre T3 3ro hasta 10mo	32	650
T45	Tubo separadores entre T3 12avo	3	520
T46	Tubo separadores entre T2	21	650
T47	Tubo separadores entre T2	3	748
NONMEN	DESCRIPCIÓN	CAN	DIMENSIÓN
T48	Tubo separadores entre T2	6	165
T49	Tubo separadores entre T2	3	350
T50	Tubos separadores entre T2	6	290
T51	Tubo separadores entre T2	6	310
T52	Tubos separadores entre T2	3	185
T53	Tubo separadores entre T2	6	480
T54	Tubo separadores entre T2	3	460
T55	Tubo separadores entre T2	6	290
T56	Tubo separadores entre T2	6	355
T57	Tubo separadores entre T2	3	90
T58	Tubo estribo entre T6 y T60	1	670
T59	Tubo piso cabina transversal	1	1625
T60	Tubo piso cabina longitudinal	1	1840
T62	Tubo piso bajo interno bodega posterior longitudinal	2	2500
T63	Tubo templador de T62 y T32 (posterior)	4	693
T64	Tubo templador de T62 derecho e izquierdo (posterior)	1	885
T65	Tubo piso bajo (llanta trasera)	1	2370
T66	Tubo separador de T4 y parante.	2	1785
FRENTE			
RESPALDO			

Fuente: Información Investigativa

Autor: Vicente Bermúdez

2.18 Análisis de Movimientos

Para este tipo de análisis se propone estudiar por etapas entre ellas:

2.18.1 Seleccionar

En este ítem se analiza el tema de estudio.

A continuación, se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- Pronósticos económicos
- Aspectos técnicos
- Talento humano

Los tres factores mencionados son primordiales para la selección y conocer los procesos dentro de la empresa en las diferentes áreas.

2.18.2 Registrar

Todo lo relacionado al método implementado actualmente dentro de la empresa es considerado pertinente y de observación directa entre ellos:

- Procesos Actuales
- Planos

Luego de elegir correctamente el trabajo, la posterior etapa está dedicada a registrar todo lo relacionado al método actual que emplee la empresa. El éxito se encuentra al tomar los datos con alto grado de exactitud donde se registren los hechos, de esta forma los mismos sirven como base para realizar un examen crítico e idear un método adecuado para la empresa.

2.18.3 Examinar

Pasos que se ejecutan en un orden manejando técnicas más congruentes en los procesos estandarizados de cada operación que identifican los problemas dentro de la empresa.

2.18.4 Idear

Es innovar o mejorar los procedimientos o técnicas de trabajo, escogiendo el método más ágil y práctico, economizando y teniendo en cuenta los planes de contingencia.

2.18.5 Definir

Son las mejoras que se aplican a un trabajo, seleccionando el método menos costoso teniendo en cuenta la producción. Las producciones en grandes volúmenes los costos son bastante elevados en comparación a cantidades pequeñas.

2.18.6 Implementar

Materializar los cambios e ideas para mejoramiento continuo de la empresa.

2.19 Técnica Actual

Para el análisis de movimientos y técnicas se utilizó identificaciones de producción dividiendo a los procesos de armado de una carrocería en 3 subprocesos llevando en cuenta que cada uno de ellos tiene varias sub- actividades entre ellas:

- Trazado Corte, doblado
- Transporte de estructuras
- Armado o Ensamblaje Final

Proceso de armado de la estructura de una carrocería

Un buen armado requiere de condiciones primordiales entre ellas: alta resistencia del material, uniformidad donde las propiedades no presenten cambios en el transcurso del tiempo, durabilidad si el acero es el adecuado para estructuras carroceras y gran facilidad de realizar puntos de soldadura, remaches en general.

El proceso de armado de la situación actual se muestra en el ANEXO A, donde el tiempo es de 7325 (mm: ss) que equivale a 122:05:23 (hh:mm: ss: ss) que es el resultado del tiempo para realizar todas las actividades.

En la siguiente figura 25-2 donde se indica el diagrama de flujo del armado de la situación actual

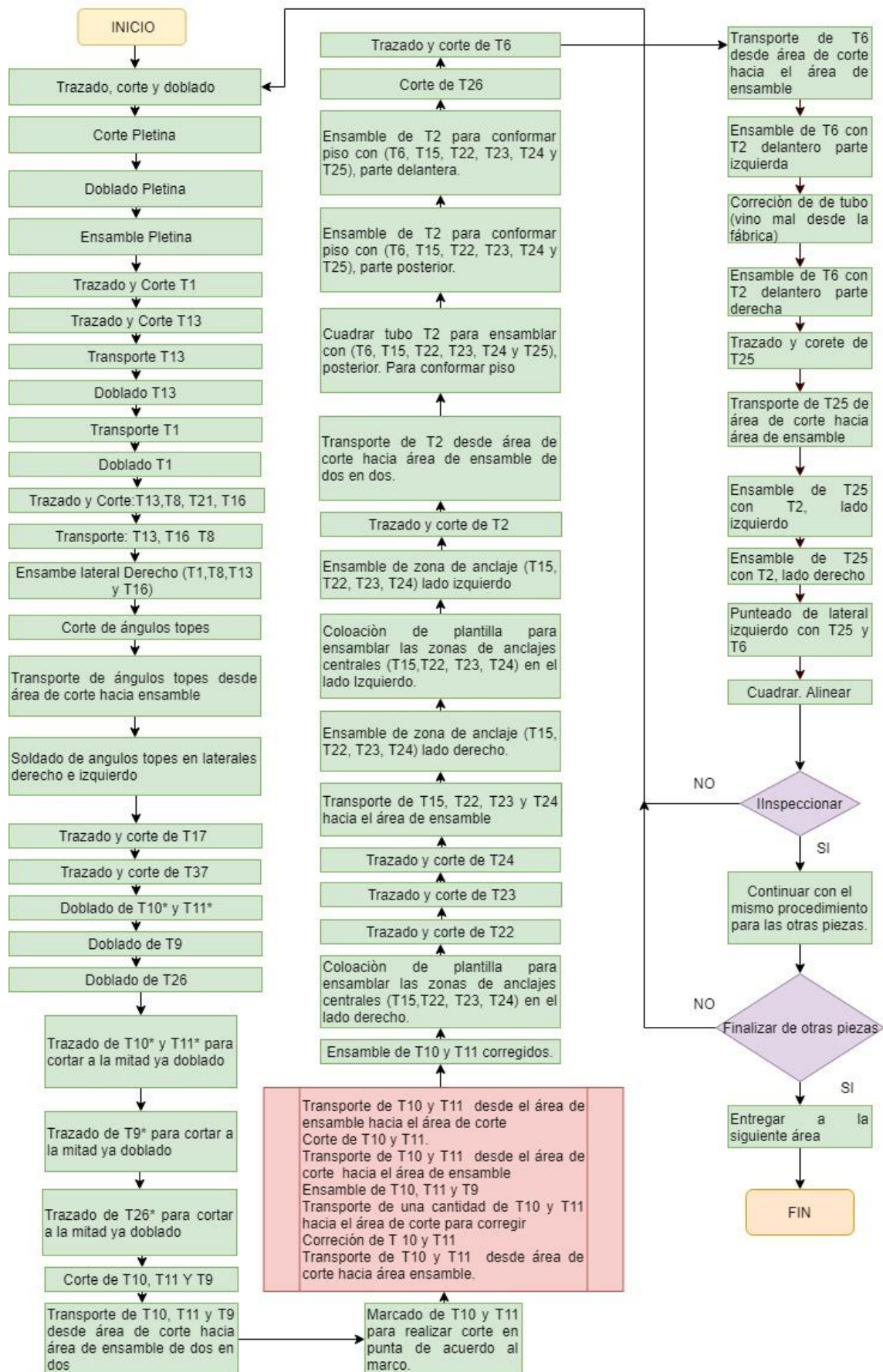


Figura 25-2: Diagrama de flujo del armado situación actual.
Fuente: Vicente Bermúdez

El estudio del método actual en la empresa Carrocerías Modelo se recurrió al examen crítico que permite determinar qué actividades son innecesarias e improductivas y repetitivas ocasionando retraso en el armado de la estructura de la carrocería, determinando las siguientes actividades innecesarias.

- Las actividades de trazado, corte del material T20, T1, T3 entre otras se combinan para optimizar tiempo y distancia.
- Combinar el proceso de doblado de los distintos materiales para optimizar tiempo.
- Combinar las actividades de transporte desde el área de corte-doblado hacia el área de armado y ensamble.
- La actividad de armado y ensamblaje respecto a la zona de anclaje puede combinarse junto al armado del piso y posteriormente la inspección del mismo.
- Combinar las actividades de colocado, templado, cuadro y suelda de piezas.
- Combinar el armado de las partes laterales derecho e izquierdo, rematado e inspección para optimizar tiempos.

2.19.1 Método Interrogativo

Las principales preguntas que se vienen al momento de optimizar la producción son las siguientes:

¿Qué hacer?

Examinar las actividades que se ejecutan en el armado de la estructura de la carrocería.

¿Por qué hacerlo?

Se debe a la demanda existente de carrocerías en corto tiempo de entrega que exige la clientela.

¿Qué podría hacerse como extra?

Establecer si el método actual implementado en la empresa Carrocerías Modelo es el adecuado para el armado de la estructura para optimizar los tiempos de entrega y renovar las situaciones de trabajo.

¿Qué debería realizarse?

Seguir aplicando el método actual, observando que se puede implementar otros métodos que no existan dentro de la empresa.

¿Dónde se hace?

Los procedimientos se ejecutan dentro de la empresa Carrocerías Modelo ubicado en la vía Chone.

¿Dónde debería implementarse?

Debe implementarse en empresas con bastante demanda y debido a pocos estudios técnicos no pueden innovar ampliando sus áreas de trabajo para mayor recepción de órdenes de trabajo.

2.19.2 Predisposición del área de Trabajo

¿La empresa facilita la disposición de los materiales a pequeñas distancias para su respectivo traslado?

No, este es uno de los principales aspectos fuertes dentro de las áreas de trabajo para ser considerado dentro del método estudiado.

¿Carrocerías “Modelo” dispone de un mantenimiento eficaz dentro de la misma?

No, la distancia de traslado de un área a otra ocasiona acumulación de tiempos que podrían optimizarse durante el armado de la carrocería.

¿La empresa proporciona una seguridad adecuada?

Carrocerías Modelo dispone de la seguridad adecuada para sus trabajadores y clientes que deseen realizar una visita en las instalaciones.

2.20 Estudio estratégico

2.20.1 Plan Operacional

Carrocerías Modelo adquiere los materiales directamente de fábrica de acero, por lo que dispone de precios bajos donde se puede mencionar que es una de las empresas de mayor acogida dentro de la provincia ofreciendo servicios de entrega rápida con las respectivas garantías.

2.20.2 Diseño del Producto

El producto terminado se basa en los modelos más actuales que ofrece la empresa que exige los clientes, primordialmente se ejecutan la entrega de la carrocería en el tiempo acordado respetando los lineamientos de la construcción de carrocerías a nivel nacional.

2.20.3 Políticas y descripciones

La Empresa Carrocerías Modelo como política de producción y calidad, ejecuta la construcción de la estructura bajo las especificaciones del cliente en conjunto con el encargado del área para mantener las normas:

- NTE INEN 1323:2009 (Norma Técnica Ecuatoriana)
- RTE INEN 038:2008 (Reglamento Técnica Ecuatoriana)

Ambas se refieren a los requisitos que debe cumplir una carrocería metálica para vehículo y bus urbano. (BUSECUADOR, 2009)

2.20.4 Materiales directos

Carrocerías Modelo utiliza materiales dedicados para estructuras que presenten componentes de solida fijación entre sí, en los procedimientos de soldadura, remaches y tornillos, con la finalidad de evitar ruidos y vibraciones en la estructura.

2.20.5 Fijado de la estructura

Para el armado se utiliza el acero más adquirido para estructuras carroceras en el mundo denominado Acero ASTM A36 con una aleación de hierro mínimo de 98 % con contenidos de carbono menores al 1%, con pequeñas cantidades de minerales Mn para resistencia y P, S, Si, Va para mejorar la soldabilidad e incluso uniformidad donde sus propiedades no cambian con el tiempo finalizando la rapidez montaje.

2.20.6 Entornos de trabajo

Ejecutar un estudio de la fabricación de carrocerías informales respecto al que cumple las normas INEN presenta procesos favorables en donde Carrocerías Modelo tiene su desventaja principal el cual es optimizar tiempos a diferencia de la fabricación de carrocerías informal el cual optimiza recursos y tiempo sin respetar las normas de fabricación obteniendo así en el país 130 fabricantes hasta el 2009, 67% Tungurahua, Pichincha, Guayas, Cotopaxi, El Oro, Imbabura, Azuay, Cotopaxi y Manabí donde el 20% cumple las especificaciones INEN.

2.20.7 Sustitución de materiales

El material utilizado en carrocerías Modelo es el adecuado porque cumple las normas ecuatorianas carroceras. Reemplazar los materiales por mejores aleaciones o por disminuir costos, pero de buena calidad rige a contravenir las normas ya establecidas e incluso perder clientes por materiales no conocidos en el mercado carrocerero.

2.20.8 Distribución de plantas y equipos

Estudio y análisis del método actual de la empresa en el proceso de armado de la estructura carrocera primera etapa.

2.21 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos al igual que la ingeniería industrial son ramas que desarrollan un sin número de técnicas encaminadas a definir la idea primordial de mejorar el proceso actual dentro de la Empresa Carrocerías Modelo.

2.21.1 Estudio y análisis de la técnica propuesta.

Al efectuar una técnica que mejore a la actual, se debe realizar un estudio de acuerdo a los resultados del examen calificador de las técnicas ya empleadas, utilizar la técnica actual respecto a la propuesta agiliza la comparación entre ambas, utilizando de forma coordinada los datos obtenidos respecto a la técnica empleada., realizando un estudio y análisis de las ventajas y factibilidades que se esperan obtener.

El proceso de armado de la estructura de la carrocería una vez aplicado el estudio de optimización de tiempos y la ejecución de distintas herramientas, se reduce las actividades, tiempos y distancias obteniendo así disminuir los tiempos en el proceso de armado de estructura de una carrocería.

2.22 Consultas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Las consultas de carácter interrogativas aplicadas al estudio de la fabricación de estructuras carroceras son las siguientes:

¿Dentro de las actividades reguladas para el operario siempre permanece ocupado por la misma?

Si, el operario ejecuta las actividades durante todas las horas de trabajo con el receso para sus necesidades personales incluyendo tiempo de almuerzo, dejando muy poco para el ocio.

¿Cómo se adquieren los materiales?

A través de empresas dedicadas a la fabricación de hierro especiales para carrocerías.

¿Existe control en las horas?

Durante la jornada de trabajo se controla hora de ingreso y de salida (8 am- 5pm) respectivamente con su debida hora de almuerzo, pero no se lleva un control permanente de las horas trabajadas.

¿Los materiales se encuentran bien ubicados dentro del área de trabajo?

No, existen espacios mal distribuidos donde puede reubicarse los materiales optimizando los tiempos de traslado de los mismos dentro de las bodegas.

¿Qué se hace con el material defectuoso?

Se acopia en solo lugar para ser trasladado a las bodegas de reciclaje para posteriormente ser utilizados en otras actividades.

2.23 Propuesta de mejoramiento para reducir actividades en el área de armado

El estudio del método actual en la empresa Carrocerías Modelo se recurrió al examen crítico que permite determinar qué actividades son innecesarias e improductivas y repetitivas ocasionando retraso en el armado de la estructura de la carrocería, determinando las siguientes actividades innecesarias.

- Se puede mejorar, reduciendo espacios y redistribuyendo las bodegas de los materiales para optimizar tiempos y distancia.
- Las actividades de revisar y clasificar se pueden ejecutar en un solo procedimiento optimizando así tiempo.

2.24 Aditamentos para deducir el agotamiento

Los aditamentos por agotamiento se calculan mediante:

- Evaluación con estándares de cansancio o fatiga.
- Exploración objetiva

El método aplicado considera por dos factores:

a.- Trabajo mental: Los síntomas de fatiga mental son: dolores de cabeza, sensación de cansancio, alteraciones en la capacidad de atención, somnolencia, fallos de precisión en los movimientos, y se traduce en disminución del rendimiento, de la actividad, aumento de errores, etc.

B.-Trabajo físico: Es provocado por la acumulación de toxinas en el cuerpo afectando los músculos, por la monotonía del trabajo, por incomodidad, trabajos bajo presión.

2.24.1 Evaluación del operario

Se determina por tres factores primordiales:

Talento

Aquel operario o profesional con talento comprometido que pone en práctica sus capacidades para obtener resultados superiores en un entorno y organización determinado.

Habilidad

Voluntad y satisfacción propia para cumplir de forma eficiente un proceso determinado.

Persistencia

Tiempos que se toma un operario para realizar una actividad que se repiten de forma constante obteniendo cada vez mejores resultados.

A continuación se detalla una guía propuesta para evaluar a las operaciones en todos los campos.

Evaluación de desempeño

Objetivo. -

El procedimiento de evaluación de desempeño que se presenta a continuación permitirá a la Universidad contar con una importante herramienta objetiva y uniforme de calificación del personal.

Igualmente, la evaluación de desempeño servirá para:

- Mejorar la competencia de cada uno en su trabajo
- Determinar el potencial de los evaluados
- Establecer las necesidades de Capacitación

Aplicación del Formato. -

I.- Datos Generales:

Se consignan los datos referentes al Evaluado.

II.- Calificación

El evaluador deberá consignar en el recuadro respectivo, la calificación que corresponde a cada factor que se está evaluando. Para ello colocará el dígito que mejor exprese su apreciación de acuerdo a los criterios que se detallan a continuación:

Muy Bueno: (4)

Nivel de resultado claramente sobre lo esperado. Importante rendimiento extra en la demostración de este factor.

Referencia: Este nivel refleja una actuación que casi siempre es óptima y supera los estándares esperados.

Bueno: (3)

Nivel de resultado que satisface plenamente las expectativas. Alguna falla eventual está compensada por resultados claramente significativos en forma constante.

Referencia: Este nivel refleja una actuación que normalmente es óptima y de acuerdo a lo esperado

Razonable: (2)

Nivel de resultado aceptable, pero podría ser mejor.

Referencia: Este nivel refleja una actuación que a veces no es óptima y en ocasiones no cumple los objetivos.

Insatisfactorio: (1)

Nivel de resultado deficiente y no alcanza los requerimientos mínimos del factor.

Referencia: Este nivel refleja una actuación que usualmente es pobre y no cumple los objetivos.

Recomendaciones Generales:

Antes de iniciar la evaluación, recuerde lo siguiente:

- Mantenga la objetividad en la evaluación, evitando que la opinión subjetiva que pueda tener del evaluado, influya en su calificación.
- No se está evaluando el puesto sino el DESEMPEÑO DE LA PERSONA.
- Sea lo más racional posible tanto para calificar positiva como negativamente los hechos, considerando el desempeño global de todo el período y sin permitir que pese más en la calificación, la actuación de las últimas semanas o algún hecho reciente que destaque.
- Ponga el máximo interés y dedicación a la evaluación considerando que los resultados tienen mucha importancia para la Universidad y para el evaluado.

Resumen de la evaluación/ Acciones de Capacitación

Expresar su apreciación global sobre el desempeño actual en el cargo, así como sus comentarios respecto al potencial del evaluado y/o a una posible promoción y sugerencias respecto a las acciones de capacitación que se deberían tomar.

Comentarios del Evaluado

Este espacio está reservado, para que el evaluado exprese sus comentarios durante la Entrevista en que se le comunica el resultado.

El Evaluado tendrá oportunidad de conocer su Evaluación y realizar sus comentarios, cuando la Evaluación en forma integral haya sido aprobada y convalidada por el Decano o Director General de Administración.

Al finalizar sus comentarios y la entrevista, deberá firmar el documento, sea cual fuere su posición respecto a la evaluación.

Convalidación:

El evaluador presentará las evaluaciones a su Jefe Inmediato para la convalidación y sustentación de las calificaciones asignadas.

Aprobación:

Los señores jefes de cada área y gerente aprobarán las Evaluaciones.

Luego de ser autorizadas, serán devueltas a cada jefe inmediato a fin de comunicar los resultados a los evaluados.

Al finalizar el proceso serán remitidas a la Oficina de Recursos Humanos.

Recomendaciones Finales:

- Familiarizarse con los factores y grados de evaluación.
- Familiarizarse con el formato de evaluación.
- En caso de alguna duda, comunicarse con el jefe de la Oficina de Recursos Humanos

Factores de Evaluación

Conocimiento del puesto

- Tiene amplio conocimiento y dominio del puesto.
- Tiene un buen conocimiento y dominio del puesto.
- Tiene un conocimiento y dominio regular del puesto.
- Tiene un conocimiento y dominio deficiente del puesto.

Confiabilidad en el trabajo

- Su trabajo siempre es confiable.
- Su trabajo normalmente es confiable.
- A veces su trabajo no es confiable.
- Siempre requiere revisar su trabajo y corregirlo.

Autonomía

- Su trabajo no requiere nunca de supervisión.
- Su trabajo normalmente no requiere de supervisión.
- A veces su trabajo requiere de supervisión.
- Siempre requiere supervisión.

Oportunidad en la entrega de Trabajos

- Siempre entrega los trabajos asignados antes de la fecha prevista.
- Siempre entrega los trabajos asignados en la fecha prevista.
- Casi siempre entrega los trabajos asignados en la fecha prevista.
- Nunca entrega los trabajos asignados en la fecha prevista.

Confidencialidad y seguridad en el manejo de la información

- Siempre trata la información que administra en forma confidencial y segura.
- Normalmente trata la información que administra, en forma confidencial y segura.
- A veces incurre en faltas a la confidencialidad y/o no es seguro en el cuidado de la información.
- Siempre falta a la confidencialidad y no es seguro en el cuidado de la información.

Responsabilidad (asistencia, puntualidad, dedicación)

- Siempre es responsable hacia su puesto de trabajo, incluso por encima de lo esperado. Normalmente es responsable hacia sus funciones de trabajo.
- A veces incurre en acciones irresponsables hacia las obligaciones de su puesto de trabajo.
- Siempre demuestra irresponsabilidad hacia las obligaciones de su puesto de trabajo.

Actitud de Servicio al cliente (interno/externo)

- Siempre es proactivo hacia las necesidades de su cliente.
- Normalmente es proactivo hacia las necesidades de su cliente.
- A veces espera que el cliente reclame para dar un servicio oportuno.
- Siempre brinda un mal servicio a sus clientes, originando quejas al respecto.

Comunicación

- Siempre transmite de forma clara y oportuna la información oral y escrita.
- Normalmente transmite de forma clara y oportuna la información oral y escrita.
- A veces no transmite de forma clara y oportuna la información oral y escrita.
- Siempre requiere de orientación para que transmita información clara oral y escrita.

Innovación / Creatividad

- Constantemente aporta buenas ideas y sugerencias para desarrollar nuevos procesos con interés de mejorar su trabajo.
- Normalmente aporta ideas y sugerencias positivas para mejorar su trabajo.
- Eventualmente aporta ideas y sugerencias positivas en beneficio del trabajo.
- No aporta ideas, ni sugerencias para mejorar su trabajo. Se limita a recibir instrucciones detalladas y guías.

CAPÍTULO III

3.1 Generalidades de la empresa Carrocerías “Modelo”

3.1.1 *Reseña histórica*

Empresa Legalmente Constituida y Calificada por la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) y por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). Está Calificada para construir en sus instalaciones, carrocerías de Buses Urbanos, Buses Interprovinciales, Buses Inter-Parroquiales, Buses escolares y Turismo, Microbús y Furgonetas que ingresan al Distrito Metropolitano de Quito. Las certificaciones se adjuntan en los ANEXIS C, ANEXO D. Cuenta con personal técnicamente capacitado en diferentes ramas, logrando un equipo de trabajo con experiencia y eficiencia.

CARROCERÍAS MODELO es una empresa seria orientada al cliente, para adaptar y satisfacer en todo momento sus necesidades. Además, contamos con financiamiento directo de Chasis y Carrocerías en convenio con MAVESA.

3.1.2 *Datos de la empresa*

En la siguiente tabla 1-4 se muestra los datos primordiales de las personas a cargo de las áreas de manufactura, talento humano y soldadura

Tabla 1-3: Encargados de las Áreas (Manufactura, talento humano y soldadura)

RAZÓN SOCIAL		Carrocerías Modelo	
SECTOR ECONÓMICO		Automotriz	
Dirección	Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas	
	Ciudad	Santo Domingo de los Colorados	
	Dirección	Av. Chone Km 3 1/2 Frente a la Orangine.	
CONTACTOS			
	Director de Manufactura	Talento Humano	Coordinador de Soldadura
Nombres	Luis Herrera	Ronald Herrera	Carlos Sánchez
Número de Teléfono	0994332199		0981426605

Fuente: Vicente Bermúdez.

3.1.3 Ubicación

Sus oficinas administrativas, ensamblaje y producción de Carrocerías Modelo se encuentran localizadas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, sector vía Chone Km 3 ½, Latitud: 0°14'54.84"S, Longitud: 79°12'10.82"O, como se indica en la figura 1-3.

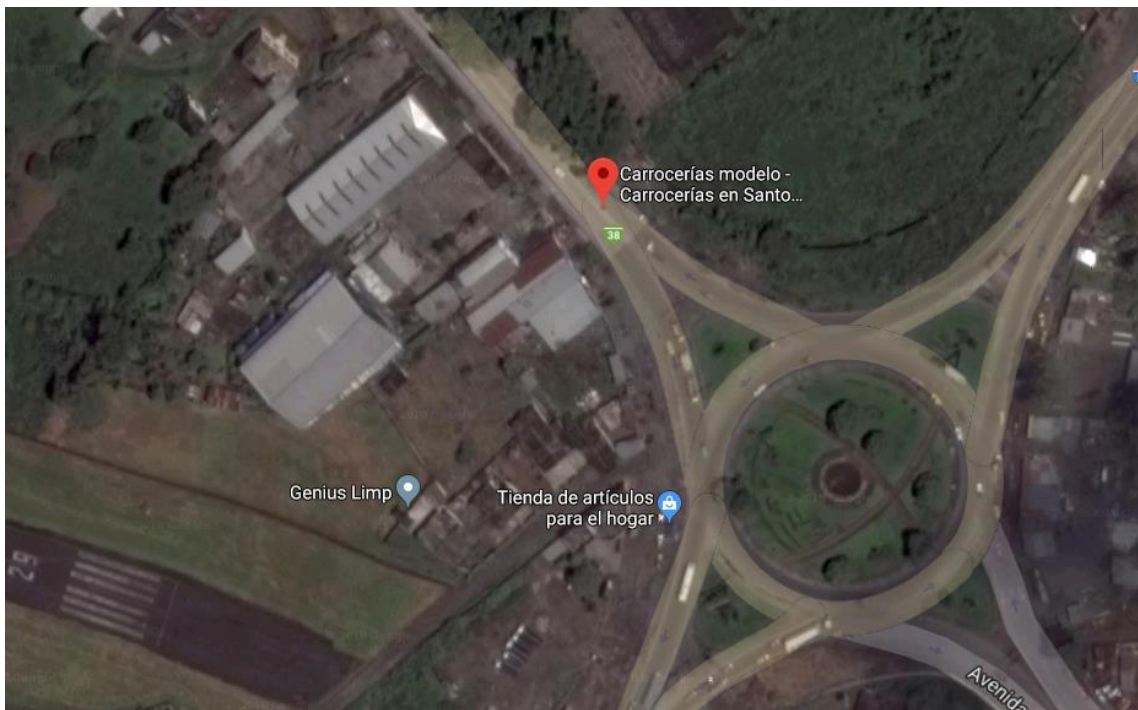






Figura 1-3: Ubicación de Carrocerías Modelo

Fuente: Google Earth (Propia del Autor)

3.1.4 Productos de la empresa Carrocerías Modelo

En la siguiente tabla 2-3 de categorías de carrocerías homologadas se muestra varias fotografías de productos terminados.

Tabla 2-3: Categorías de carrocería

N°	Categoría	Fotografía
1	Buses Institucionales	
2	Buses Inter-Cantoniales	
3	Carrocería Interprovincial	
4	Bus Urbano	

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

3.1.5 Misión

Ser los primeros ya que de nosotros depende que el futuro del transporte tenga la tecnología y seguridad más avanzada a nivel nacional. Satisfacer a nuestros clientes antiguos, nuevos y potenciales, brindándoles el mejor servicio, a través del mejoramiento constante de nuestra gente y sus habilidades, para así lograr los mejores resultados en cada detalle de nuestros productos. Continuar con optimismo en el cambio eterno de la calidad y del cambio, requisito fundamental para poner muy en alto nuestro nombre y el de nuestro país. Memorizar y ejecutar los tres anunciados anteriores eternamente.

3.1.6 Visión

- Ser reconocidos internacionalmente: Exportando nuestros productos, persiguiendo incansablemente los más altos estándares de calidad.
- Ser los protagonistas del cambio: Haciendo del transporte masivo, un nuevo concepto de seguridad y lujo.
- Creer en la correcta dirección: Para que nos lleve siempre a satisfacer las necesidades cada vez más exigentes del cliente presente y futuro.
- Formar el mejor equipo humano de profesionales: Llevando la bandera del mejoramiento continuo.
- Siempre existir: Ya que nuestro compromiso es dar ejemplo de iniciativa, progreso y entusiasmo a nivel industrial y social.

3.1.7 Política de Calidad

Estamos comprometidos con el desarrollo y fabricación de carrocerías, para el transporte seguro de personas, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, asegurando nuestro proceso de calidad.

3.1.8 Principios Organizacionales

Responsabilidad: Implica la aplicación de valores, un cambio de actitud mental es una ética desde lo personal para un grupo de personas además es el cuidado y la preocupación por los beneficios de la empresa, preservando las condiciones óptimas para el desarrollo.

Respeto: Autonomía del individuo que se apoya primordialmente en el respeto de la capacidad que tienen los operarios para ejercer las actividades individuales dentro de la empresa, con pensamiento de trabajo colectivo buscando resultados satisfactorios para la misma.

Ética: La ética radica en el entorno donde cada operario realiza sus actividades sin que influyan los factores: religión, cultura educación, etc. La empresa presenta reglamentos que se deben cumplir basados en la moral, justicia, verdad tolerancia libertad seguridad y bienestar de las personas que forman parte de Carrocerías Modelo.

Honestidad: La honestidad es una cualidad humana que consiste en comportarse y expresarse con coherencia y sinceridad ante cualquier circunstancia internamente en la empresa como de forma externa con los clientes de acuerdo con los valores de la verdad y la justicia.

Obtención de resultados: se basa en el trato que se brinde al operador o empleado en sus distintas definiciones dentro de la empresa, procurando que la prevención de riesgos y la salud de los trabajadores sean las mejores de estar forma aseguramos un mejor rendimiento en producción.

3.1.9 *Objetivos estratégicos de calidad.*

En la actualidad el mercado se encuentra en desarrollo constante un claro diferenciador es la calidad del producto o servicio por parte de la empresa. Erradamente las organizaciones o empresas consideran que enviar a sus empleados a capacitaciones es suficiente. A pesar que existe un plan estratégico se debe considerar las necesidades de los clientes basándose en estándares o normas internacionales para alcanzar el éxito y cubrir las expectativas del cliente. Entre las siguientes:

- Asegurar la calidad del personal técnico encargado de las diferentes áreas.
- Incrementar la investigación y la producción científica de calidad del sector metalúrgico.
- Acreditar certificaciones nacionales e internacionales (Normas de Calidad ISO)
- Asegurar la calidad e innovación de la maquinaria para desarrollar mejores técnicas de automatización mejorando los procesos de manera eficiente.

- Asegurar la calidad de los servicios que realiza la empresa.
- Asegurar la participación en equipo obteniendo competencia, compromiso y satisfacción.
- Promover el desarrollo de la industria mediante el aumento de ensamblajes de Carrocerías e instalaciones de equipos suplementarios entre ellos:
- Equipamiento opcional
- Puerta de conductor con elevallunas
- Elevallunas en puerta de servicio
- Butacas primera marca, clase superior
- Pintura metalizada
- CD
- Climatizador en techo
- Antivaho frío - calor
- Precalentado con programador
- Localizador GPS
- Segundo monitor TV, TFT en 15"
- Litera para conductor
- Water químico
- Adaptación para PMR, Directiva 2001/85
- Faros de Xenón

3.1.10 Productos

Producir carrocerías interinstitucionales, interprovinciales, urbanas, etc. Para carrocerías “Modelo” es el enfoque primordial de desarrollar técnicas para mejorar la producción y de esa forma llegar a obtener una homologación definitiva de los distintos modelos para cada categoría y archivar todos los procedimientos en hojas técnicas que servirá para la documentación que requiere la ANT para cualquier evaluación. En el siguiente grafico 1-3 se muestra el número de carrocerías esperadas a largo plazo optimizando tiempo y procesos innecesarios.

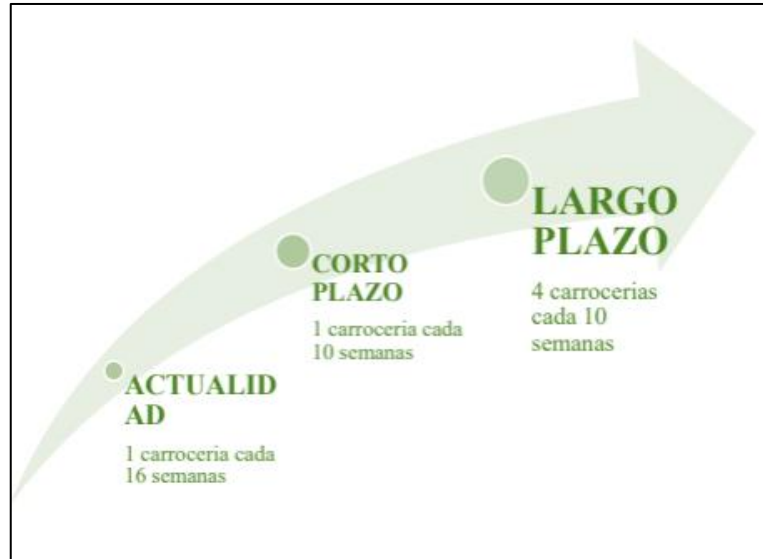


Gráfico 1-2: Producción a largo plazo.
Fuente: Autor

3.1.11 Área de estudio

Determinar el tiempo estándar del proceso de armado de la estructura se realiza en el área de soldadura la misma que cumple el ensamblaje de diferentes procesos o conocido técnicamente como *Completely Knock Down (CKD)*, en inglés, sistema logístico mediante el cual se consolidan en un almacén todas las piezas necesarias para armar un aparato funcional, en castellano “Vehículo Completamente Desarmado”. Conformado por una sección de trabajo subdividida en cuatro procesos.

Proceso 1: Trazado, corte, doblado,

Proceso 2: Soldadura, Armado de partes.

En la siguiente figura 2-3 se muestra el Área de Estudio (a) Parte Interna (b) Parte Externa



Figura 2-3: Área de Estudio: (a) Parte Interna, (b) Parte Externa
Fuente: Autor

3.1.12 Carrocería fabricada en el área de Trazado, corte, doblado y armado

Inicialmente el vehículo viene en estado CDK donde se ira ensamblando varias piezas laterales frontales, etc. en las diferentes actividades del proceso de armado de la estructura de la carrocería. En la siguiente figura 3-3 se muestra varias partes dentro del área ensamblado.



Figura: 3-3: Partes del ensamblado
Fuente: Autor

3.2 Situación actual de la línea de soldadura.

3.2.1 Descripción del proceso de armado de estructura metálica.

Trazado, Corte y Doblado

En esta sección se realiza la adquisición del material desde el departamento de almacenamiento para la medición de los distintos materiales T1, T2, etc. Para proceder al siguiente proceso, donde las piezas son minuciosamente cortadas a la medida con maquinaria especialidad para finalmente proceder al doblado de las piezas que lo requieran.

Soldadura y Armado

Ya preparadas las piezas y las distintas estructuras laterales frontales, anclajes se empieza a soldar cuadrando correctamente las piezas y alineando para no retirar la pieza por un mal trabajo y continuar con el armado de la carrocería.

3.2.2 *Numero recomendable de períodos a determinar en cada espacio de trabajo para la situación actual.*

Para determinar el número recomendable de periodos, primero determinamos de la tabla de resumen de resultados de armado de la estructura carrocerera los tiempos de las actividades y continuamos con la revisión de ciclos para lo cual se toma de referencia la tabla *general electric Company* que se muestra en la siguiente tabla 3-3 valores recomendados General Electric Company.

Tabla 3-3: Valores *General Electric Company*.

Tiempo de ciclo en min	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

Fuente: General Electric Company

Realizado el respectivo análisis las actividades en la situación actual corresponde a 299 sin sumar los subprocesos determinando el cronometraje en 3 ciclos para el área de armado en la situación actual.

3.2.3 *Determinación del tiempo normal del área de armado de estructura carrocera en la situación actual.*

Obtener el tiempo normal de la cada área aplicamos la siguiente ecuación:

$$TN = TMP \times V \quad (1)$$

$$TN = TMP \times [1 + (H + E + C + K)] \quad (2)$$

$\sum TM$ = sumatoria de los tiempos medidos (Hrs).

TMP = tiempos medidos promedio (Hrs).

TMP = tiempos medidos promedio (formato decimal).

H = habilidad.

E = esfuerzo.

C = condiciones.

K = consistencia.

TN = tiempo normal (formato decimal).

3.2.4 *Forma de calcular el tiempo normal*

Los tres tiempos obtenidos de las actividades dentro del área de armado de la estructura en la situación actual realizada por los operarios son parte del área para la producción por unidad:

- Sumar los tres tiempos medidos en :(hh:mm:ss)
- Calcular el promedio de los tres tiempos medidos en: (hh:mm: ss)
- Ubicar la estimación de Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia.
- Calcular el tiempo normal de cada una de las actividades mediante la Ecuación (2).
- Sumar los tiempos normales de cada una de las actividades:
- TOTAL, TIEMPO NORMAL (mm: ss)
- TOTAL, TIEMPO NORMAL (hh:mm: ss)

3.2.5 Evaluación a los operadores en el armado de la estructura de una carrocería en la situación actual.

Para determinar los valores estimados de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia se tiene como referencia la tabla de Westinghouse que se muestra en la figura 4-3.

Por tanto, para habilidad se toma el valor de D debido que los operarios no poseen experiencia y destrezas adecuadas, esfuerzo D por el motivo que la agilidad y velocidad no es la ideal para aplicar el método, condiciones D, se debe a que sus instalaciones, maquinaria y distribución no es la adecuada para realizar el trabajo con comodidad y consistencia el valor de D por el tiempo que es constante y no existe una variabilidad en fin de mejorar en cada actividad.

HABILIDAD	ESFUERZO
+0.15 A1 Extrema	+0.13 A1 Excesivo
+0.13 A2 Extrema	+0.12 A2 Excesivo
+0.11 B1 Excelente	+0.10 B1 Excelente
+0.08 B2 Excelente	+0.08 B2 Excelente
+0.06 C1 Buena	+0.05 C1 Bueno
+0.03 C2 Buena	+0.02 C2 Bueno
0.00 D Regular	0.00 D Regular
-0.05 E1 Aceptable	-0.04 E1 Aceptable
-0.10 E2 Aceptable	-0.08 E2 Aceptable
-0.16 F1 Deficiente	-0.12 F1 Deficiente
-0.22 F2 Deficiente	-0.17 F2 Deficiente
CONDICIONES	CONSISTENCIA
+0.06 A Ideales	+0.04 A Perfecta
+0.04 B Excelentes	+0.03 B Excelente
+0.02 C Buenas	+0.01 C Buena
0.00 D Regulares	0.00 D Regular
-0.03 E Aceptables	-0.02 E Aceptables
-0.07 F Deficientes	-0.04 F Deficiente

Figura 4-3: Tabla Westinghouse
Fuente: (Ivan Rumore Torres, 2015)

3.2.6 Resumen del proceso de actividades de la situación actual

A continuación, en la tabla 4-3 se muestra el resumen de las actividades de la situación actual del armado de la estructura de una carrocería.

Tabla 4-3: Resumen del proceso de armado de la estructura de la carrocería.

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA FABRICACIÓN DE UNA PUERTA CON EL MÉTODO PROPUESTO				
ACTIVIDAD	SÍMBOLOS	CANT.	TIEMPO	DIST
Operación		223	6656	
Transporte		47	344	893,00
Demora		25	264	
Inspección		8	50	
Almacenaje		2	0	
Op. Combinada		2	11	
TOTAL		307	7325	893,00

Fuente: Carrocerías “Modelo”

3.2.7 *Determinación tiempo normal del área de armado de la situación actual.*

Aplicando el método en la situación actual de la empresa se obtuvo un ritmo normal de operaciones para el armado de la estructura de una carrocería con (307 actividades si sub-procesos) un tiempo de 122:05:32 (hh:mm:ss) o 7325 minutos, lo que se tarda para armar la estructura de la carrocería, la toma de tiempos se encuentra en el ANEXO A de la situación actual y que se puede visualizar en la tabla 8-2 enuncia en el ítem anterior.

3.2.8 *Tiempo estándar del área de armado de la situación actual.*

Los valores de los suplementos para el tiempo estándar según la tabla 5-3 de la OIT y utilizados para el cálculo del área de armado por cada operario son las siguientes:

Tabla 5-3: Valores estándar de suplementos

Suplementos	
Suplementos constantes	%
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Suplementos Variables	%
Trabajo de Pie	2
Fuerza Muscular	1
TOTAL	12

Autor: Vicente Bermúdez.

Suplementos: Necesidades personales 5%

Fatiga 4%

Suplementos variables: Trabajo de Pie 2%

Fuerza Muscular 1%

$$TS = TN \times (1 + S) \quad (4)$$

$$TS = 7325 \text{ min} \times (1 + 0.12)$$

$$TS = 8204 \text{ min}$$







Para la situación actual el tiempo estándar es de 8204 (mm: ss) o 136:44:46 (hh:mm: ss) de las actividades realizadas en el área de armado.

3.3 Método propuesto

Actividades de las dos secciones

Estas dos secciones presentan 20 actividades divididas en la tabla 6-3 en un tiempo total de 86:21:23 (hh:mm:ss) equivalente a 10 días aproximadamente de 8 horas laborables de lunes a viernes. Analizando la tabla, la actividad operación presenta un tiempo de 80:45:02 la de mayor relevancia en tiempo y movimiento que el operario realiza, siguiendo por inspección con un tiempo de 01:30:00 con tres observaciones fundamentales que asegura un armado de calidad, además citar que transporte demora y almacenamiento posee actividades mínimas con el fin de obtener mejores resultados utilizando la técnica de mejoramiento continuo Kaizen de la empresa Modelo.

Tabla 6-3: Cursograma analítico de armado de estructura carrocera

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA CARROCERIA DEL METODO PROPUESTO					
ACTIVIDAD	SÍMBOLOS	CANT.	TIEMPO(min)	DIST	TIEMPO (hh:mm:ss)
Operación		14	4845		80:45:01
Transporte		1	60	20,00	1:06:04
Demora		0	0		
Inspección		3	90		1:30:06
Almacenaje		1	0		
Op. Combinada		1	180		3:00:12
TOTAL		20	5175	20,00	86:21:23

Realizado por: Vicente Bermúdez

3.3.1 Numero recomendable de períodos a determinar en cada espacio de trabajo

Para determinar el número recomendable de periodos, primero determinamos de la tabla 9-2 *General Electric Company* en apartados anteriores, donde se puede concluir que, para el método propuesto, para operación, transporte demora, almacenamiento operación combinada se encuentran entre 40:00 o más minutos al realizar las actividades que al comparar la tabla 9-2 corresponde a la toma de 3 tiempos para el análisis y estudio del presente trabajo de titulación.

3.3.2 Determinación del tiempo normal del área de armado de estructura carrocera.

Obtener el tiempo normal aplicamos las ecuaciones (1) y (2), ya anteriormente enunciada, en este caso para el método propuesto.

3.3.3 Forma de calcular el tiempo normal

Los tiempos obtenidos de las actividades dentro del área de armado de la estructura realizadas por los operarios son parte del área para la producción por unidad la forma de calcular este tiempo se lo explico en apartados anteriores

3.3.4 Evaluación a los operadores en el armado de la estructura de una carrocería

Para determinar los valores estimados de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia se tiene como referencia la tabla de Westinghouse.

Por tanto, para habilidad se toma el valor de D debido que los operarios poseen experiencia y destrezas adecuadas, esfuerzo D por el motivo que la agilidad y velocidad no es la ideal para aplicar el método, condiciones D se debe a que sus instalaciones, maquinaria y distribución no es la adecuada para realizar el trabajo con comodidad y consistencia el valor de C1 por el tiempo que es constante y no existe una variabilidad en fin de mejorar en cada actividad.

3.3.5 Determinación del tiempo estándar del área de armado

El tiempo estándar de la situación actual para cada operador en el área de armado se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$TS = TN \times (1 + S) \quad (3)$$

TS=Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal

S= Suplementos de la tabla de la OIT

La tabla de la organización internacional del Trabajo consta de los suplementos constates y variables, primero necesidades personales y fatiga, segundo postura, trabajo de pie.

3.3.6 Forma para calcular el tiempo estándar

Ya obtenido el tiempo normal del área de armado de cada actividad de trazado, corte y doblado se procede a:

Determinar los suplementos OIT.

Realizar la suma de los suplementos.

Realizar la suma total de cada una de las actividades.

Determinar el tiempo estándar de cada una de las actividades

3.3.7 Determinación tiempo normal del área de armado del método propuesto.

Aplicando el método de Kaizen se obtuvo un ritmo normal de operaciones para la producción del armado de la estructura de una carrocería (20 actividades) 86:04:28 (hh:mm:ss) o 5164 minutos se tarda un operador para armar la estructura a un ritmo normal de trabajo, donde se tomó en cuenta los factores de Westinghouse para el determinado cálculo entre ellos el de consistencia de 0.12 por la experiencia de varios operadores dentro del área, a continuación se muestra a tabla 7-3 de los cálculos realizados del tiempo normal.

Tabla 7-3: Cálculos del tiempo normal método propuesto

METODO PROPUESTO												
EMPRESA	CARROCERIAS MODELO					N° HOJA: 1 de 1						
LINEA DE PRODUCCION	TRAZADO, CORTE, DOBALDO Y ARMADO					FECHA: 2018-01-04						
ESTACION DE TRABAJO	ARMADODE ESGRUCTURA					OPERARIO:						
JEFE DE LINEA						FUNCIONES: Soldador						
REALIZADO POR	VICENTE BERMUDEZ					EXPERIENCIA: 2 años						
		TIEMPOS MEDIDOS (min)				VALORACION						
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	Σ TM (min)	TMP (min)	TMP (hh:mm)	H	E	C	K	TN(min)
1	Almacenaje de materia prima											
2	Trazado y Corte de Tubería y Platinas	456	476	489	1421	473.6666667	7:53:40	0	0	0	0.01	478.403333
3	Doblado de tubería	213	240	236	689	229.6666667	3:49:40	0	0	0	0.01	231.963333
	Inspección del material	67	43	57	167	55.6666667	0:55:40	0	0	0	0.01	56.223333
	Transporte de tubería desde área de doblado-corte hacia área de ensamble	80	55	63	198	66	1:06:00	0	0	0	0.01	66.66
4	Armado de zona de anclaje e inspección	175	182	178	535	178.3333333	2:58:20	0	0	0	0.01	180.116667
	Armado de piso	165	178	181	524	174.6666667	2:54:40	0	0	0	0.01	176.413333
5	Armado de costados izquierdo y derecho	288	315	294	897	299	4:59:00	0	0	0	0.01	301.99
6	montado de costados derecho e izquierdo con piso	5	7	9	21	7	0:07:00	0	0	0	0.01	7.07
7	Cokocado de soportes de costados	6	7	9	22	7.333333333	0:07:20	0	0	0	0.01	7.406667
8	Cokocado de plantilla para armar techo	5	8	6	19	6.333333333	0:06:20	0	0	0	0.01	6.396667
9	Armado de techo	176	183	178	537	179	2:59:00	0	0	0	0.01	180.79
	Inspección de estructura	23	27	25	75	25	0:25:00	0	0	0	0.01	25.25
10	Armado de frente	746	762	743	2251	750.3333333	12:30:20	0	0	0	0.01	757.836667
11	Armado de respaldo	317	320	314	951	317	5:17:00	0	0	0	0.01	320.17
	Inspección de frente y respaldo.	27	31	21	79	26.33333333	0:26:20	0	0	0	0.01	26.596667
12	Rematado de estructura	2147	2156	2158	6461	2153.666667	11:53:40	0	0	0	0.01	2175.20333
	Inspección de soldadura de forma visual	26	28	31	85	28.33333333	0:28:20	0	0	0	0.01	28.616667
	Enderezado de estructura	12	15	22	49	16.33333333	0:16:20	0	0	0	0.01	16.496667
	limpieza y pintado de estructura	115	123	121	359	119.6666667	1:59:40	0	0	0	0.01	120.863333
Σ TIEMPO MEDIDOS												
TOTAL TIEMPO NORMAL (mm:ss)												5164.46667
TOTAL TIEMPO NORMAL (hh:mm:ss)												86:04:28 (hh:mm:ss)

Autor: Vicente Bermúdez

3.3.8 Determinación del tiempo estándar del área de armado del método propuesto

El tiempo estándar para cada operador del área de armado se obtiene a partir de la ecuación (3) y (4) de la misma forma denotada anteriormente con su respectivo significado.

3.3.9 Tiempo estándar del área de armado del método propuesto

Los valores de los suplementos para la situación actual fueron de 0.12 de consistencia, para el cálculo del tiempo estándar se mantiene ese valor partiendo del tiempo normal de cada actividad del método propuesto para aplicar la ecuación 3, a continuación, en la tabla 8-3 se muestra el diagrama de proceso del tiempo estándar.

Tabla 8-3: Diagrama de proceso del tiempo estándar.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	TN (Min)	Suplemento	TS (Min)
1	Almacenaje de materia prima			
2	Trazado y Corte de Tubería y Pletina	478,403333	0,12	478,523333
3	Doblado de tubería	231,963333	0,12	232,083333
	Inspección del material	56,2233333	0,12	56,3433333
	Transporte de tubería desde área	66,66	0,12	66,78
4	Armado de zona de anclaje e inspección	180,116667	0,12	180,236667
	Armado de piso	176,413333	0,12	176,533333
5	Armado de costados izquierdo y derecho	301,99	0,12	302,11
6	montado de costados derecho e	7,07	0,12	7,19
7	Colocado de soportes de costados	7,4066667	0,12	7,5266667
8	Colocado de plantilla para armar techo	6,3966667	0,12	6,5166667
9	Armado de techo	180,79	0,12	180,91
	Inspección de estructura	25,25	0,12	25,37
10	Armado de frente	757,836667	0,12	757,956667
11	Armado de respaldo	320,17	0,12	320,29
	Inspección de frente y respaldo.	26,5966667	0,12	26,7166667
12	Rematado de estructura	2175,20333	0,12	2175,32333
	Inspección de soldadura de forma visual	28,6166667	0,12	28,7366667
	Enderezado de estructura	16,4966667	0,12	16,6166667
	limpieza y pintado de estructura	120,863333	0,12	120,983333
TOTAL TIEMPO ESTANDAR (Min)				5166,74667

Autor: Vicente Bermúdez

De la tabla 8-3 se toma el valor total en minutos de 5166.74 para aplicar la ecuación 3-2 y de esa manera obtener el valor real del tiempo estándar como se muestra a continuación en las siguientes operaciones matemáticas.

$$TS = TN \times (1 + S)$$

$$TS=5166.74 \text{ min} \times (1 + 0.12)$$

$$TS=5786.74 \text{ min}$$

3.3.10 Determinación del período adecuado de trabajo

Determinar el valor de la jornada laboral para el método propuesto es igual al valor de la situación actual que maneja la empresa carrocías Modelo y expuesto nuevamente en la siguiente tabla 9-3, que muestra las horas de la jornada laboral.

Tabla 9-3: Horas de jornada laboral

JORNADA LABORAL	
Inicio de la jornada laboral	8:00
Inicio del Break	10:00
Final del Break	10:30
Inicio del Almuerzo	13:00
Fin del almuerzo	14:00
Fin de la jornada laboral	17:00

Realizado por: Vicente Bermúdez

Describiendo la tabla 9-3 nos indica que la jornada laboral empieza a las 8:00 de la mañana y finaliza a las 17:00 (5 de la tarde) con un total de 8 horas de trabajo para la producción de la estructura de la carrocía, es fundamental recordar que las 8 horas de trabajo o 480 minutos es un resultado arbitrario, donde en el área de armado las actividades realizadas no son cíclicas

La siguiente tabla 10-3 nos muestra los tiempos no cíclicos con un tiempo de 1:11:40 (hh:mm:ss) o lo que es igual a 71:40 (mm:ss), tiempos no cíclicos antes, durante y después de iniciar la jornada laboral.

Tabla 10-3: Tiempos no cíclicos.

REGISTROS DE TIEMPOS NO CICLICOS							
EMPRESA	CARROCERIAS MODELO	N° HOJA: 1 de 1					
LINEA DE PRODUCCION	TRAZADO, CORTE , DOBALDO Y ARMADO	FECHA: 2018-01-04					
ESTACION DE TRABAJO	ARMADO DE ESTRUCTURA	OPERARIO:					
JEFE DE LINEA		FUNCIONES: Soldador					
REALIZADO POR	VICENTE BERMUDEZ	EXPERIENCIA: 2 años					
TIEMPOS MEDIDOS (min)							
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	Σ TM (min)	TMP (min)	TMP (hh:mm:ss)
1	Sesion del día						
2	Preparar los materiales	16	19	15	50	16.6666667	0:16:40
3	Fosfatizar el material	20	21	23	64	21.3333333	0:21:20
4	Preparar herramientas	10	12	13	35	11.6666667	0:11:40
5	Guardar herramientas	12	14	13	39	13	0:13:00
6	Limpiar areas de trabajo	10	8	9	27	9	0:09:00
	ΣTIEMPO MEDIDOS	68	74	73			
TOTAL TIEMPO NO CICLICO (hh:mm:ss)							1:11:40

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

3.3.11 Promedios de los tiempos no cíclicos del área de armado

La hora laboral es de 8 horas es decir 480 minutos y los 71:40 minutos del tiempo no cíclico estas dos cantidades se proceden a restar para obtener el tiempo de trabajo como se muestra la siguiente tabla 11-3 de resta de tiempos de jornada laboral.

Tabla 11-3: Tiempo de Trabajo

Tiempo jornada laboral	480
Tiempo promedio no cíclico	71:40
Tiempo Disponible de Trabajo	408

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

3.3.12 Control del área de armado

La insuficiencia de control en la línea armado en carrocerías “Modelo”, surge con el objetivo de obtener y equilibrar un tiempo estándar para varias actividades y en función de eso aprovechar al máximo mano de obra, equipos, herramientas y recursos que ofrece la empresa.

3.3.13 Cálculo del Takt Time

Para obtener el *takt time* partimos de la siguiente ecuación:

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible de trabajo}}{\text{Produccion requerida}} \quad (5)$$

El tiempo disponible de trabajo es de 408 minutos obtenido de la resta del tiempo no cíclico menos la jornada laboral calculada en la sección anterior con un plan de producción de una unidad de estructuras de carrocerías.

$$TT = \frac{408}{1} = 408 \text{ min/unidad}$$

$$TT = 6:48:43 \text{ min/unidad}$$

La 6:48:43 (hh:mm:ss) indica el tiempo del *takt time*, es decir al transcurrir este tiempo debe salir del área de armado una estructura hacia la siguiente área completamente terminada.

3.3.14 Cálculo teórico de las estaciones de trabajo del método propuesto.

La siguiente ecuación (6) permite calcular la estación de trabajo en la cual interviene el tiempo estándar del área de armado de la estructura

$$NET = \frac{\text{Tiempo estandar del area de armado}}{\text{Takt Time}} \quad (6)$$

$$NET = \frac{5786.86}{408} = 14.18 = 14 \text{ estaciones de trabajo}$$

Las estaciones de trabajo actuales de la empresa “Modelo” son 11 lo cual nos indica que son lo suficiente para manufacturar carrocerías en pequeños lotes, sin embargo, para obtener el mejor rendimiento de la producción se requiere de 14 estaciones de trabajo.

3.3.15 Tiempos muertos en el área de armado

Para determinar los tiempos muertos o innecesarios de cada operador dentro del área debe cumplir la siguiente condición: $TT > TS$.

$$T_m = TT - TS$$

(7)

T_m = Tiempo Muerto

TT = *Takt Time*

TS = Tiempo Estándar

En la siguiente tabla 12-3 de tiempos muertos del área de armado para la producción requerida se obtiene un valor de 66:49:08 (hh:mm:ss), el mismo valor se debe a que su ensamblado se realiza con mano de obra calificada y no automatizada.

Tabla 12-3: Tiempos Muertos

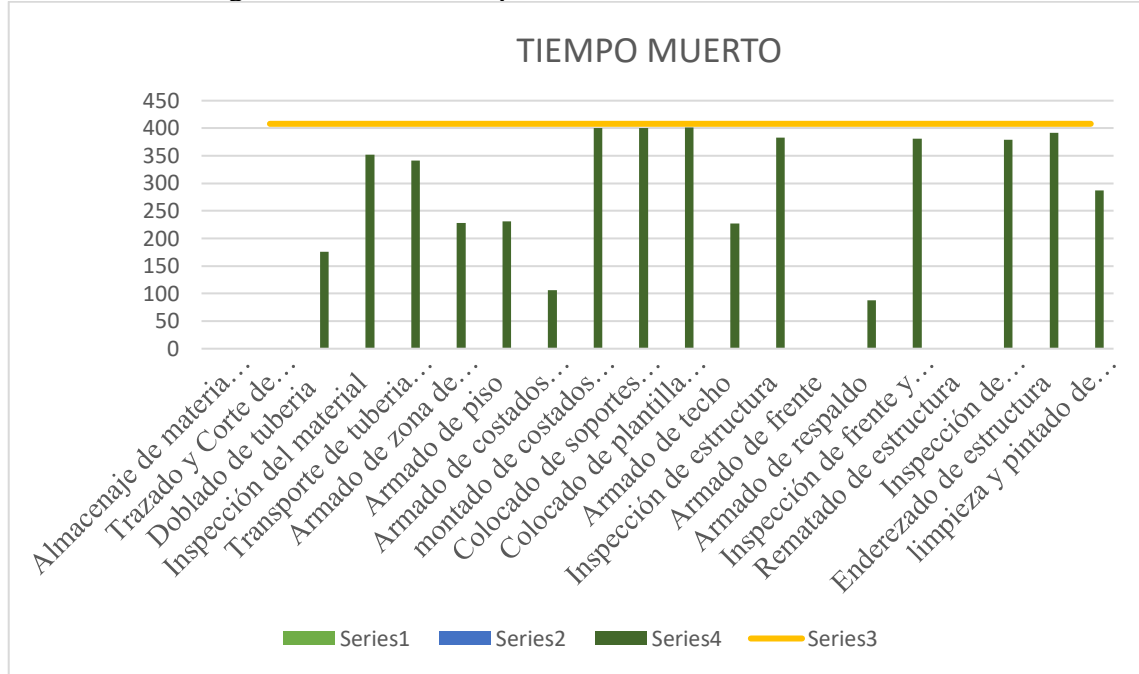
Nº	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	TS (Min)	TT (Min)	TM (Min)	Produccion Requerida	TM x 1	
1	Almacenaje de materia prima						
2	Trazado y Corte de Tubería y Pletina	478,523333	408	FALSO	1	0	
3	Doblado de tubería	232,083333	408	175,9166667	1	175,9166667	
	Inspección del material	56,3433333	408	351,6566667	1	351,6566667	
	Transporte de tubería desde área de doblado	66,78	408	341,22	1	341,22	
4	Armado de zona de anclaje e inspección	180,2366667	408	227,7633333	1	227,7633333	
	Armado de piso	176,5333333	408	231,4666667	1	231,4666667	
5	Armado de costados izquierdo y derecho	302,11	408	105,89	1	105,89	
6	montado de costados derecho e izquierdo	7,19	408	400,81	1	400,81	
7	Colocado de soportes de costados	7,526666667	408	400,4733333	1	400,4733333	
8	Colocado de plantilla para armar techo	6,516666667	408	401,4833333	1	401,4833333	
9	Armado de techo	180,91	408	227,09	1	227,09	
	Inspección de estructura	25,37	408	382,63	1	382,63	
10	Armado de frente	757,9566667	408	FALSO	1	0	
11	Armado de respaldo	320,29	408	87,71	1	87,71	
	Inspección de frente y respaldo.	26,71666667	408	381,2833333	1	381,2833333	
12	Rematado de estructura	2175,32333	408	FALSO	1	0	
	Inspección de soldadura de forma visual	28,73666667	408	379,2633333	1	379,2633333	
	Enderezado de estructura	16,61666667	408	391,3833333	1	391,3833333	
	limpieza y pintado de estructura	120,9833333	408	287,0166667	1	287,0166667	
	TOTAL DE TIEMPOS MUERTOS (mm:ss)						4773,05667
	TOTAL DE TIEMPOS MUERTOS (hh:mm:ss)						66:49:08

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

En el siguiente gráfico 2-3 se muestra los tiempos muertos en un diagrama de barras para su mejor interpretación en el cual la línea horizontal de color naranja corresponde al takt time de 408, y sus demás barras de color verde perico son las actividades que se realizan con el valor respectivo presentado en la tabla 7-3 anterior.

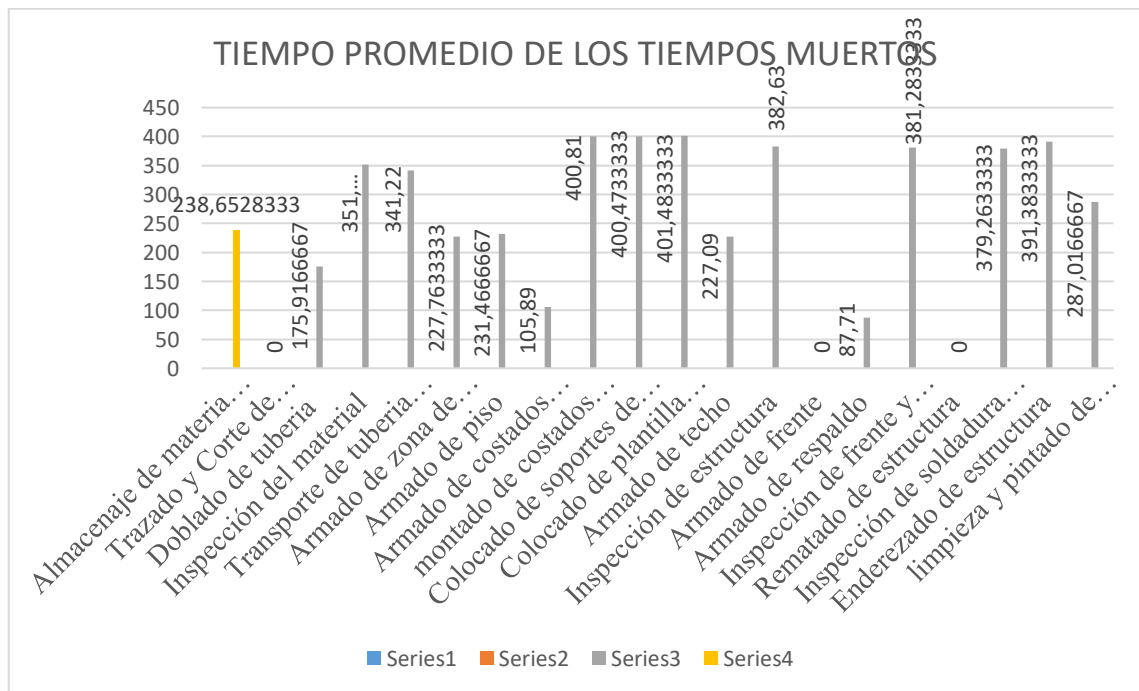
Gráfico 2-3: Diagrama de barras tiempos muertos



Autor: Vicente Bermúdez

En el siguiente grafico 3-3 se muestra el diagrama de barra del promedio de las actividades de armado de la estructura de los tiempos muertos, la barra de color amarillo indica el promedio con un valor de 238.65

Gráfico 3-3: Diagrama de barras del promedio de tiempos muertos



Autor: Vicente Bermúdez

3.3.16 Tiempos extras en el área de armado

Este tiempo es todo lo contrario al tiempo muerto en este caso la condición que debe cumplirse es la siguiente:

$$TS > TT \quad (8)$$

Cumplida la condición anterior se aplica la siguiente ecuación:

$$TE = TS - TT \quad (9)$$

TE=Tiempo Extra

TS= Tiempo Estándar

TT= *Takt Time*

En la siguiente tabla 13-3 de tiempo extras del área de armado se identifica un tiempo bajo de 36:27:48 (hh:mm:ss) donde los tiempos extras es la inspección una actividad factible para la producción de carrocerías de calidad.

Tabla 13-3: Tiempos extras

Nº	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	TS (Min)	TT (Min)	TE (Min)	Produccion Requerida	TE x 1	
1	Almacenaje de materia prima						
2	Trazado y Corte de Tubería y Pletina	478,523333	408	70,5233333	1	70,5233333	
3	Doblado de tubería	232,083333	408	FALSO	1	0	
	Inspección del material	56,343333	408	FALSO	1	0	
	Transporte de tubería desde área de doblado	66,78	408	FALSO	1	0	
4	Armado de zona de anclaje e inspección	180,236667	408	FALSO	1	0	
	Armado de piso	176,533333	408	FALSO	1	0	
5	Armado de costados izquierdo y derecho	302,11	408	FALSO	1	0	
6	montado de costados derecho e izquierdo	7,19	408	FALSO	1	0	
7	Colocado de soportes de costados	7,52666667	408	FALSO	1	0	
8	Colocado de plantilla para armar techo	6,51666667	408	FALSO	1	0	
9	Armado de techo	180,91	408	FALSO	1	0	
	Inspección de estructura	25,37	408	FALSO	1	0	
10	Armado de frente	757,956667	408	349,956667	1	349,956667	
11	Armado de respaldo	320,29	408	FALSO	1	0	
	Inspección de frente y respaldo.	26,7166667	408	FALSO	1	0	
12	Rematado de estructura	2175,32333	408	1767,32333	1	1767,32333	
	Inspección de soldadura de forma visual	28,7366667	408	FALSO	1	0	
	Enderezado de estructura	16,6166667	408	FALSO	1	0	
	limpieza y pintado de estructura	120,983333	408	FALSO	1	0	
	TOTAL DE TIEMPOS EXTRAS (mm:ss)						2187,80333
	TOTAL DE TIEMPOS EXTRAS (hh:mm:ss)						36:27:48

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

El siguiente gráfico 4-3 muestra el diagrama en barra del tiempo extra que requiera una estructura de carrocería para ser armada.



Gráfico 4-3: Diagrama en barra de tiempos extras

Fuente: Autor

En la siguiente tabla 14-3 se muestra el tiempo extra para la producción de 12 estructuras metálicas en donde el *tack time* disminuye por la división de 408 para 12 que son las actividades si tomar en cuenta los subprocesos obteniendo un nuevo *tack time* de 34, teniendo como resultado total de tiempo extra de 77:20:04 (hh:mm:ss) para la producción de 12 estructuras.

Tabla 14-3: Tiempo extra para producción de 12 estructuras metálicas.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	TS (Min)	TT (Min)	TE (Min)	Produccion Requerida	TE x 1	TT (Min)	Produccion requerida	TEx12
Almacenaje de materia prima								
Trazado y Corte de Tubería y Pletina	478,5233333	408	70,5233333	1	70,5233333	34	12	444,5233333
Doblado de tubería	232,0833333	408	FALSO	1	0	34	12	198,0833333
Inspección del material	56,3433333	408	FALSO	1	0	34	12	22,3433333
Transporte de tubería desde área de doblado	66,78	408	FALSO	1	0	34	12	32,78
Armadado de zona de anclaje e inspección	180,2366667	408	FALSO	1	0	34	12	146,2366667
Armadado de piso	176,5333333	408	FALSO	1	0	34	12	142,5333333
Armadado de costados izquierdo y derecho	302,11	408	FALSO	1	0	34	12	268,11
montado de costados derecho e izquierdo	7,19	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Colocados de soportes de costados	7,52666667	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Colocados de plantilla para armar techo	6,51666667	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Armadado de techo	180,91	408	FALSO	1	0	34	12	146,91
Inspección de estructura	25,37	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Armadado de frente	757,9566667	408	349,956667	1	349,956667	34	12	723,9566667
Armadado de respaldo	320,29	408	FALSO	1	0	34	12	286,29
Inspección de frente y respaldo.	26,7166667	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Rematado de estructura	2175,32333	408	1767,32333	1	1767,32333	34	12	2141,32333
Inspección de soldadura de forma visual	28,7366667	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
Enderezado de estructura	16,6166667	408	FALSO	1	0	34	12	FALSO
limpieza y pintado de estructura	120,9833333	408	FALSO	1	0	34	12	86,9833333
TOTAL DE TIEMPOS EXTRAS (mm:ss)					2187,80333			4640,073333
TOTAL DE TIEMPOS EXTRAS (hh:mm:ss)					36:27:48			77:20:04

Autor: Vicente Bermúdez

El gráfico 5-3 nos muestra la comparación entre una producción de una vs doce, donde se determina que para producir 12 estructuras se requiere de más tiempo extra y más

operarios, para ello se concluye que mientras el ensamblado se realice mediante mano de obra la producción se encuentre dentro de la capacidad de la empresa.

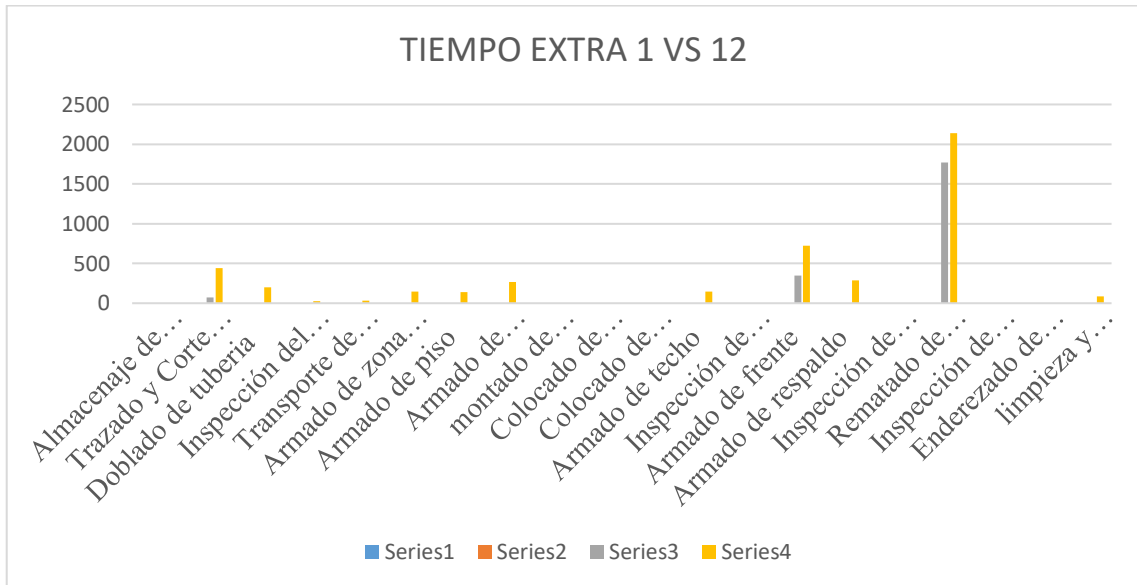
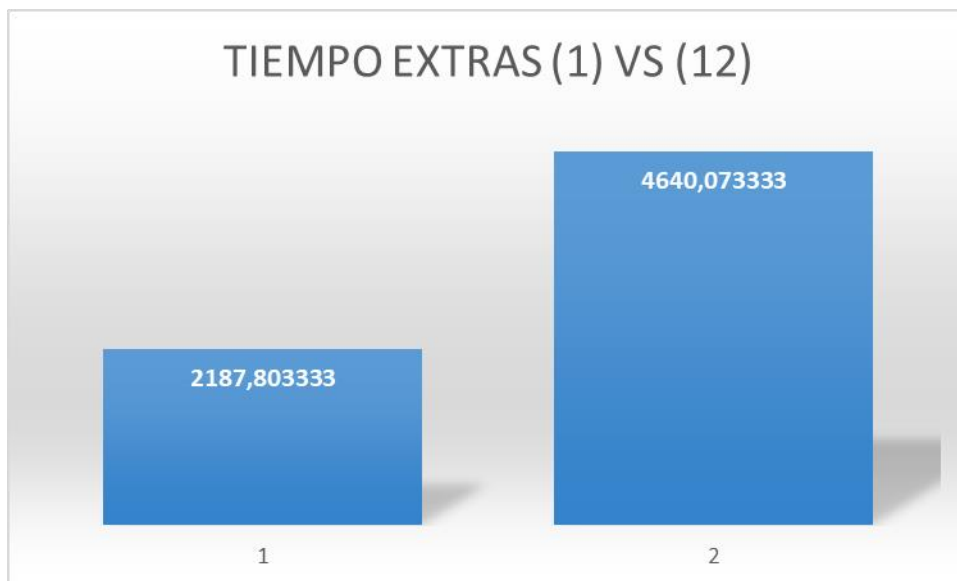


Gráfico 5-3: Tiempos extras de producción de una vs doce carrocerías.

Fuente: Autor

E el siguiente grafico 6-3 se muestra los tiempos totales para la producción de una estructura respecta a doce, donde se obtiene 2187.80 [min] y 4640.07 [min] respectivamente para la elaboración del armado de la estructura para carrocería.

Gráfico 6-3: Tiempos extras totales de producción (1) vs (12)



Autor: Vicente Bermúdez

3.4 Procedimientos de mejoramiento en el área de armado

Para mejorar la estación de armado o ensamblaje se utilizó el principio del ciclo Deming para seguir una serie de procesos de forma ordenada y lógica.

3.4.1 Aplicación del ciclo Deming en el área armado

P- Prever. - Para este método se calcula el grafico 7-3 que muestra el diagrama de barras de la situación actual vs tack time de la misma, para lo cual se empleó una relación de actividades entre la situación actual y el propuesto.

Dentro de la situación actual se tiene 307 actividades donde se debería tener una producción requerida de 15 estructuras de carrocería respecto al propuesto que tiene 20 actividades, concluyendo que por cada 20 actividades realizadas se debería tener una estructura de carrocería elaborada a continuación se demuestra el cálculo realizado:

$$\text{Producción requerida} = \frac{\text{Actividades de la situación actual}}{\text{Actividades del metodo propuesto}}$$

$$\text{Producción requerida} = \frac{307}{20} = 15.35$$

Ya obtenida nuestra producción requerida que debería ejecutarse en nuestra situación actual se procede a calcular el tack time de la situación actual en base a lo calculado para la disposición de trabajo que es de 408 min se mantiene esta cantidad por ser el tiempo de la jornada laboral:

$$TT = \frac{\text{Disposición de Trabajo}}{\text{Producción requerida}}$$

$$TT = \frac{408}{15} = 27$$

Obtenido nuestro tack time para la situación actual se obtiene la siguiente grafica 7-3 que muestra los resultados en diagramas de barra, obteniendo como resultado un pésimo rendimiento en la producción ya que el mismo se encuentra por encima del tack time lo cual teóricamente no es buen resultado a favor de la empresa.

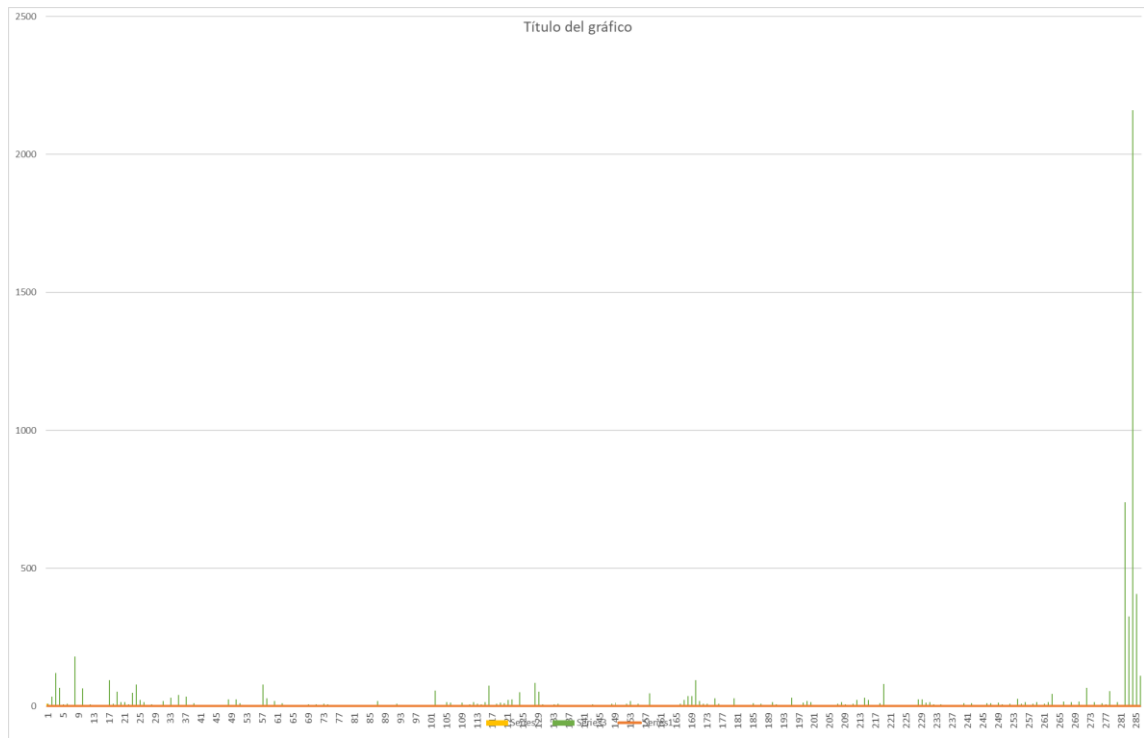


Gráfico 7-3: Tiempos estándar
Fuente: Vicente Bermúdez

Para una mejor visualización he tomado parte de la gráfica para su mejor explicación.

H- Hacer. - Para optimizar los tiempos como se muestra en la siguiente figura 5-3 donde parte de la matriz de la estructura en el lugar de corte a menos distancia para realizar las mediciones y cortes posteriores por parte de los operarios obteniendo de esta forma equilibrar las cargas de trabajo donde se reasigno actividades dentro del área, incluso llegando a optimizar mano de obra.



Figura 5-3: Traslado de parte lateral al área de corte (matriz)

Fuente: Vicente Bermúdez.

V – Verificar.- Aplicado las modificaciones del traslado de la parte lateral al área de corte se obtiene reducción de distancias, actividades innecesarias donde se procede a evaluar los cambios si el método aplicado está generando resultados eficientes, donde el grafico 8-3, indica la situación mejorada aplicado el método para las actividades de inspección que estaban por encima del *tak time* ahora se encuentran por debajo del mismo concluyendo que el operario encargado del corte se le asignó la nueva actividad de inspección.

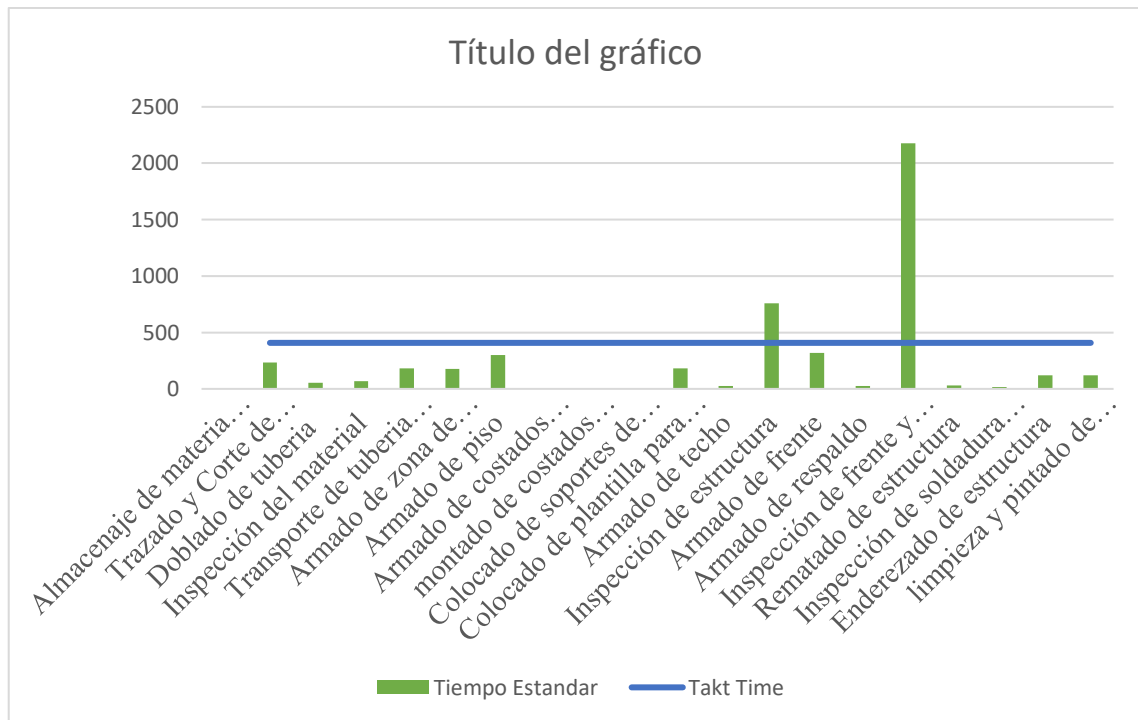


Gráfico 8-3: Tiempo estándar vs *tack time*

Fuente: Autor

A-Actuar. - Los resultados eficaces se archivan en hojas de trabajo para realizar el estudio y análisis correspondiente de las actividades tales son revisadas periódicamente con el propósito de ayudar a los operadores para cumplir las metas establecidas por la empresa y cumplir con los requisitos de calidad.

Vale enfatizar que los cambios realizados en el área de armado no han cubierto el 100% de las necesidades, al contrario, se debe seguir determinado mejoras una y otra vez aplicando nuevos métodos es allí donde surge la razón de mejorar continuamente.

3.5 Diagrama de flujo del proceso de armado con el método propuesto.

Este nuevo diagrama de flujo del área de armado de la estructura de una carrocería indica el proceso antes de ser enviada a la siguiente área donde incluye todas las actividades y respectivas componentes de ensamblaje aplicando el método de Kaizen.

En la siguiente figura 6-3 se muestra el diagrama de flujo con el método propuesto.

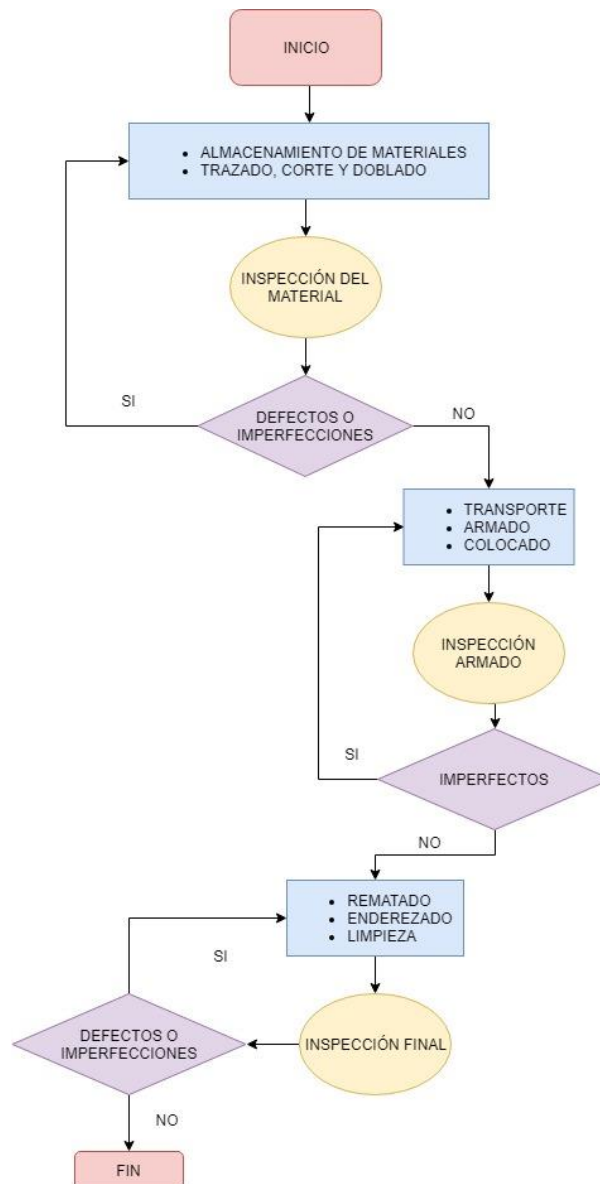


Figura 6-3: Diagrama de flujo con el método actual
Fuente: Vicente Bermúdez







Implementadas las mejoras en la empresa en el área de armado, la misma se encuentra conformada de la misma cantidad de operadores con la optimización de tiempos y disminución de actividades innecesarias.

3.5.1 Descripción del cursograma analítico de las actividades del área de armado

En esta área de trabajo la reducción de actividades fue relevante de aproximadamente 192 actividades sin incluir los sub-actividades se logró optimizar a una cantidad de 20 actividades incluyendo sub-actividades pero ahora en menor tiempo, donde el proceso de

operación es la que mayor tiempo realiza el operario, como se muestra en la siguiente tabla 15-3 de resumen de actividades.

Tabla 15-3: Resumen de Actividades del método propuesto

RESUMEN DE RESULTADOS DeL ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA CARROCERIA DEL METODO PROPUESTO					
ACTIVIDAD	SÍMBOLOS	CANT.	TIEMPO(min)	DIST	TIEMPO (hh:mm:ss)
Operación		14	4845		80:45:01
Transporte		1	60	20.00	1:06:04
Demora		0	0		
Inspección		3	90		1:30:06
Almacenaje		1	0		
Op. Combinada		1	180		3:00:12
TOTAL		20	5175	20.00	86:21:23

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

3.5.2 Hoja de trabajo propuesta para el área de armado

En la empresa como propuesta para recibir y enviar a la siguiente área es factible desarrollar una hoja de trabajo que sea únicamente para esta área con el fin de analizar las secuencias y aspectos relacionados con la calidad, inspección, medio ambiente y seguridad para entregar a la siguiente área.

El formato propuesto consta de los campos que se enuncian a continuación:

- Logo de la empresa
- Fecha de revisión
- Código único de documento
- Nombre de quien: Ensambló, inspeccionó y aprobó.
- Encargado del área
- Modelo de la estructura: marca, modelo
- Actividades realizadas
- Tiempo de armado (min)
- Observaciones
- Fecha de entrega
- Nombre quien recibe

En la siguiente tabla 16-3 propuesta nos indica los símbolos de equipos de protección para transitar o realizar alguna actividad dentro de la empresa.

Tabla 16-3: Símbolos de Protección

Características de Inspección		Equipo de seguridad	
	Medio Ambiente	 USE PROTECCION AUDITIVA	Protección Auditiva
	Triangulo de Fuego	 USE GUANTES	Guantes
	Extintor	 USE CASCO	Casco
 BOTIQUIN	Botiquín de auxilios industriales.	 USE BOTAS	Zapatos Punta de Acero
 PELIGRO EQUIPO BAJO PRESION	Equipo bajo presión	 USE MONOGAFAS	Gafas
		 USE DELANTAL DEL CANGURO	Ropa adecuada
		 USE CINTURON	Cinturón
		 USE PROTECCION FACIAL	Protector anti

Realizado por: Vicente Bermúdez

Fuente: Autor

3.6 Capacidad de producción del área de armado.

Una vez aplicado el método propuesto de Kaizen se determina el volumen semanal de armado implementando maquinaria automatizada en el área de soldadura y ensamble, para encontrar el valor teórico se aplica la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Tiempo Disponible de trabajo}} \quad (9)$$

Aplicando la ecuación (9) se obtiene la producción de estructuras semanales y el tiempo requerido. Para el cálculo se toma el valor de la una unidad respecto al tak time de la

situación actual que posee la empresa y los 408 [min] que corresponde a la resta del tiempo no cíclico menos el tiempo de la jornada laboral.

$$C = \frac{1}{408} = 0.0024509 \text{ unidad/min}$$

$$C = 1.47 \text{ unidad/hora}$$

$$C = 11.76 \frac{\text{unidades}}{\text{jornada laboral}}$$

Los resultados muestran que en el área de ensamble se encuentra en la capacidad de armar una estructura y el 47% de la siguiente estructura en el transcurso de una hora de igual forma producir 11 estructuras de carrocería y el 76% de la siguiente dentro de las 8 horas laborales, aumentando el personal en el área de armado y soldadura.

3.6.1 Productividad con método de Kaizen.

Determinar la productividad real de armado de la estructura primero se debe obtener las horas trabajadas por los operarios para aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{HHT} = \text{TDT} + \text{TE} \quad (10)$$

HHT=Horas hombres trabajadas

TDT= Tiempo disponible de trabajo

TE= Tiempo extra

Para el área de armado el tiempo extra para la producción de una estructura de carrocería se tiene un valor de 2187 min aplicado el método de Kaizen.

$$HH = 408 \text{ min} + 2187 = 2595. \text{min}$$

Posteriormente obtenido el valor de las horas hombres trabajados el siguiente paso es calcular la productividad tanto para el método de Kaizen.

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Hora\ hombre\ trabajadas}$$

Productividad de la situación actual entre la una unidad de producción para las horas de hombre de trabajo.

$$Productividad = \frac{1}{2595} = 0.00039\text{ unidad/min}$$

$$Productividad = 0.023754\text{ unidad/hora}$$

$$Productividad = 0.184\text{ unidad/jornada laboral}$$

Productividad con el método de Kaizen entre la capacidad de producción que puede elaborar las estructuras metálicas la empresa “Modelo”, para las horas hombre de trabajo.

$$Productividad = \frac{12}{2595.95} = 0.0046519\text{ unidad/min}$$

$$Productividad = 0.285114\text{ unidad/hora}$$

$$Productividad = 2.280\text{ unidad/jornada laboral}$$

En esta área de trabajo se obtuvo como resultado que los operadores dentro del área durante la jornada laboral para la situación actual ejecutan el 18% de la estructura de la carrocería, mientras que para la producción aplicando el método de Kaizen junto a la capacidad de trabajo de 12 estructuras por jornada laboral se tiene como resultado dos estructuras más el 28 % de la siguiente carrocería.

3.6.2 Índice de productividad

Para calcular el índice de productividad se debe aplicar la siguiente ecuación (11):

$$IP = \frac{\text{Productividad metodo Kaizen} - \text{Productividad actual}}{\text{Productividad actual}} \times 100 \% \quad (11)$$

La siguiente tabla 17-3 muestra la productividad de unidad por hora.

Tabla 17-3: Productividad de unidad por hora

Área de Trabajo	Producción actual (uni/hora)	Producción esperada (uni/hora)
Armado de estructura	0.023754	0.285114

Autor: Vicente Bermúdez

$$IP = \frac{0.285114 \text{ unidad/min} - 0.023754 \text{ unidad/min}}{0.023754} \times 100 \%$$

$$IP = 11\%$$

Al producir 12 estructuras de carrocería durante la jornada laboral respecto a la actual la productividad mejoraría en un 11 % aplicando el método de mejoramiento continuo Kaizen.

3.6.3 Frecuencia absoluta del área de armado

A continuación, en la tabla 18-3 se muestra la frecuencia absoluta del método propuesto respecto al actual de igual manera para una mejor interpretación en el diagrama de pastel los porcentajes correspondientes a los métodos presentados por la empresa.

Tabla 18-3: Frecuencia Absoluta

ACTIVIDAD	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE
METODO PROPUESTO	20	6.51%
AHORRO	287	93.48%
METODO ACTUAL	307	100%

Autor: Vicente Bermúdez

El siguiente grafico 9-3, muestra la frecuencia absoluta del método actual, el propuesto y el ahorro de las actividades.

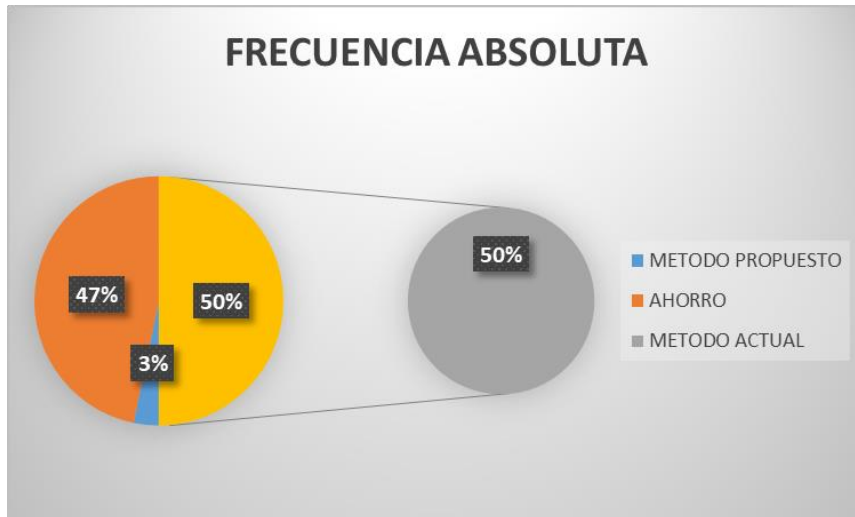


Gráfico 9-3: Frecuencia Absoluta
Autor: Vicente Bermúdez

Análisis e interpretación del resultado de las actividades del método actual y propuestas del armado de la estructura de la carrocería. En la tabla 19-3 se muestra el resumen del método propuesto, posteriormente se muestra el gráfico 10-3 en pastel para su mejor interpretación del resumen del método aplicado.

Tabla 19-3: Resumen del método propuesto

	ACTIVIDAD
METODO PROPUUESTO	20
AHORRO	287

Autor: Vicente Bermúdez

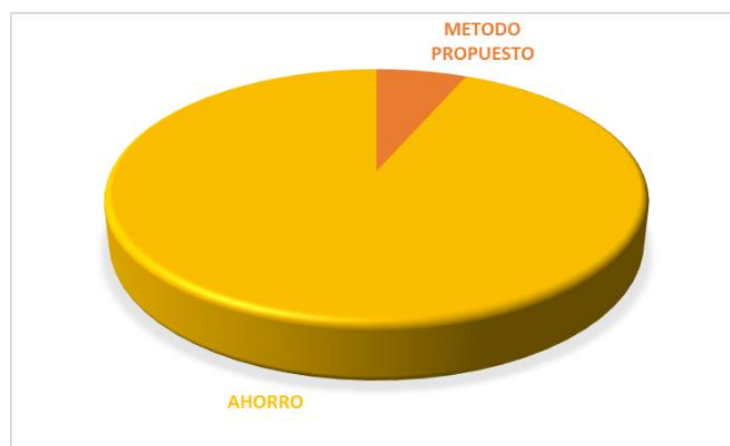


Gráfico 10-3: Valores del método aplicado
Autor: Vicente Bermúdez

En la siguiente tabla 20-3 se muestra los costos de la situación actual y propuesta de un operador respecto al sueldo que se debe cancelar, determinando así que la mejor opción

es la aplicación del método de Kaizen que permitió disminuir actividades y por consiguiente el tiempo de elaboración de la estructura metálica.

El operador tiene un sueldo semanal promedio de \$ 120 dólares americanos, que se tomará como ejemplo en la siguiente tabla 20-3 para establecer el ahorro en costos de mano de obra.

Tabla 20-3: Costos de la situación actual y propuesta de un operador

Situación	Tiempo [min]	Costo [\$]
Actual	7325	360
Propuesto	5175	240
Ahorro	2150	120

Autor: Vicente Bermúdez

En la situación actual tenemos un costo de \$ 360 dólares americanos por un obrero con un tiempo de 7325 que equivale a 122 horas correspondientes a 3 semanas, por otro lado para el propuesto tenemos una reducción de \$ 240 dólares americanos en un tiempo de 5175 minutos equivalente a 86 horas correspondiente a 2 semanas de trabajo obteniendo como resultado un ahorro de \$ 120 dólares americanos que equivale a 1 semana de trabajo, si este ahorro lo multiplicamos por el personal de construcción de la estructura que son 5 tenemos como resultado un ahorro total de \$ 600 dólares americanos en teoría un sueldo básico de otro operador.

A continuación, dentro de los costos indirectos o ganancias a favor de la empresa se considera la siguiente tabla 21-3 donde se muestra los días, costo y ganancia para la salida de una carrocería y su costo de la misma.

Tabla: 21-3: Días, costos y ganancia

SITUACION	DIAS	COSTO DE ESTRUCTURA	GANANCIA DE ESTRUCTURA	COSTO DE CARROCERIA	GANANCIA
Actual	15	22000	0	88000	0
Propuesta	10	22000	11000	88000	44000

Autor: Vicente Bermúdez

En la anterior tabla 21-3 se detalla a continuación la relación del beneficio de la empresa donde en la situación actual una carrocería es entregada a los 15 días a un costo de \$ 88.000 respecto al propuesto que mediante la aplicación del método de Kaizen se reduce

la entrega a 10 días al mismo costo de \$ 88000 con la diferencia que la empresa está ganando 5 días laborales para la elaboración de otra estructura lo que genera una ganancia de \$ 44000, mientras que el costo para el armado de la estructura tiene en ambos casos es de \$ 22000 con la diferencia que para el método propuesto se tiene una ganancia de \$ 11000 con beneficio de 5 días laborales aplicables para la construcción de otra estructura.

CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación se comprobó la falta de optimización en varias actividades en la empresa Carrocerías Modelo, donde se ejecutan procesos, subprocesos y actividades innecesarias de manera repetitiva, con el método propuesto el ahorro en actividades es del 93.48 % en el área de armado de las estructuras para carrocerías.

Se determinó que la empresa Carrocerías “Modelo” en sus métodos de organización y prácticos no cuenta con tiempos estándares, obteniendo como resultado mala gestión y planificación en la entrega de las carrocerías, con el método aplicado se redujo 49,55 % en los tiempos de armado de las estructuras para carrocerías satisfaciendo la necesidad del cliente.

Después de haber aplicado la mejora en el proceso de armado de estructura y evidenciar los resultados, se observa que, en la disminución de tiempos de 15 a 10 días en el armado de estructura, la empresa obtiene una ganancia neta de \$44000 dólares americanos una vez que el bus sea terminado.

Con el estudio ejecutado se estableció que existe una inadecuada organización dificultando el traslado de los materiales convirtiéndose en una molestia para los operarios, afectando en el desempeño de sus actividades; con el método propuesto se obtuvo un resultado de 2 unidades por jornada laboral de producción del armado de estructuras aplicando el aumento de operarios y tiempos extras.

Con el método aplicado y el uso de diagramas simplificados de procesos, la producción será de calidad y eficiente con una capacidad esperada de 12 unidades por jornada laboral a largo plazo, lo que representa un 11 % de mejoramiento continuo en productividad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda investigar exhaustivamente las infraestructuras carroceras y sus actividades con el fin de reducir los procesos del área de armado, para la aplicación de nuevos métodos que beneficien en la productividad de carrocerías en general, el mismo que se ve plasmado en este tema de estudio e investigación.

Se confía a la empresa Carrocería Modelo adquirir maquinaria automatizada para obtener a largo plazo mejor producción de carrocería en menos tiempo, con la seguridad adecuada y cumpliendo de las normativas actuales de las instituciones que emiten los respectivos permisos.

Se recomienda realizar una correcta y debida distribución de las estaciones de trabajo para Carrocerías Modelo para lograr un mejor rendimiento de los operarios, reduciendo los tiempos de traslado, armado, corte y entrega.

Hacer uso de las hojas de trabajo propuesta en esta investigación para la entrega de la estructura a las posteriores áreas promoviendo de esta forma mayor responsabilidad al encargado y haciendo uso de los beneficios que otorgue la empresa para la respectiva capacitación del personal en caso de requerirlo.

BIBLIOGRAFÍA

INEN 1223. *Vehículos automotores. Carrocería de buses. Requisitos*

CARROCERÍAS, M. *Carrocerías Modelo*, 2011.. [Consultado: 03 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.carroceriasmodelo.amawebs.com/>

YANEZ, C. *El Consumo de Automoviles en la America Latina ISSN 0041-3011* 2011. [Consultado: 23 de agosto de 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2011000200317

MOLINA, D.I *Anuario de la Industria Automotriz Ecuatoriana*, 2017. [Consultado: 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.ekosnegocios.com/negocios/m/verArticulo.aspx?idArt=8965>

FIALLOS, D. *Ingenieria de Metodo*, 2011. [Consultado: 02 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://ingenieriametodos.blogspot.com/2008/07/los-objetivos-del-estudio-de-mtodos.html>

QUESADA, G. *Gestiopolis*. 2011. [Consultado: 06 de junio de 2018]. Disponible en: Obtenido de Herramientas para la mejora Continua: <https://www.gestiopolis.com/herramientas-para-la-mejora-continua-kaizen/>

INGCO, G. *Process Industriales Calidad del Agua ISSN 19006241*, 2011. [Consultado: 23 de junio de 2018]. Disponible en: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/calidad-del-agua-primera-entrega>

SALAZAR, B. *Estudio de tiempos*, 2016. [Consultado: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://industrialengineering65.blogspot.com/>

FONSECA, I. Optimizacion de los procesos productivos en la fabricacion de puertas de madera (Trabajo de titulación). [En línea] Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería en administración industrial. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2015. pp. 55-86 [Consultado: 28 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/486/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0022.pdf>

TORRES, I. *Estudio de tiempo de los ensayos rutinarios realizados en el laboratorio de aguas de Sidor*, 2017. [Consultado: 22 de enero de 2018]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/estudio-tiempos-ensayos-rutinarios-aguas/estudio-tiempos-ensayos-rutinarios-aguas.shtml>

DURAN, J. Diseño y construcción de un jig de ensamble de anclajes y plataforma en el proceso de fabricación de estructuras metálicas para buses interprovinciales modelo silver plus-glass en chasis hino ak de la carrocería patricio cepeda de la ciudad de ambato (Trabajo de titulación). [En línea] Universidad Tecnica de Ambato. Facultad

de Ingeniería Civil y Mecánica, Escuela de ingeniería mecánica, Ambato, Tungurahua, Ecuador. 2017. pp. 26-33 [Consultado: 28 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26543/1/Tesis%20I.%20M.%20405%20-%20Durán%20Caguana%20John%20Jairo.pdf>

VILLAJULCA, J. *Instrumentation and Control*, 2011. [Consultado: 05 de enero de 2018]. Disponible en: <https://instrumentacionycontrol.net/el-tiempo-muerto-dead-time-en-los-procesos/>

LOPEZ , C. *Kaizen mejoramiento Continuo*, 2011. [Consultado: 25 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/kaizen-o-mejoramiento-continuo/>

MANUFACTURA , I. *Takt time para obtener lean production*. [Consultado: 06 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.manufacturainteligente.com/takt-time-para-obtener-lean-production/>

GARCIA, M. *La historia de los autos ensamblados en el país.*, 2016. . [Consultado: 04 de julio de 2018]. Disponible en: <http://www.expreso.ec/vivir/ecuador-autos-historia-ensamblaje-marcas-DJ856647>

TABAREZ, R. *Repositorio Uson Mexico*, 2013. [Consultado: 17 de julio de 2018]. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9985/Capitulo1.pdf>

SEJZER, R. *Calidad Total.*, 2016. . [Consultado: 16 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/09/takt-time-lead-time-y-cycle-time-que.html>

GONCALVES, R. *Breve Historia del Ensamblaje*, 2016. [Consultado: 04 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/breve-historia-del-ensamblaje-automotriz/>

ARAUJO, L. *Ingeniería de Mantenimiento*, 2016. [Consultado: 22 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.ingenieriamantenimiento.org/procesos-continuos/>

SECRETARIA ECONOMIA, MEXICO. *Economía Gobierno de México*. 2012. [Consultado: 24 de agosto de 2018]. Disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Monografia_Industria_Automotriz_MARZO_2012.pdf

CHAMPAGNAT, U. *Gestiopolis*, 2012. [Consultado: 28 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-causa-efecto/>

ZAMORA, L. *Ingeniería.unlz.edu.ar*. 2009. . [Consultado: 30 de agosto de 2018]. Disponible en: http://www.ingenieria.unlz.edu.ar/ingenieria/?page_id=1124

YEPES, V. *Tack Time*, 2008. [Consultado: 02 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/09/04/que-es-takt-time-se-puede-aplicar-en-la-construccion/>

CARDENAS, Y. *Características de un buen sistema*, 2012. [Consultado: 15 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://ing-yuly-tym.blogspot.com/2011/04/>

caracteristicas-de-un-buen-sistema-de.html

ZAMORA, C. *“Estandarizaciomm del processo en la linea de soldadura para produccion del automovil marca zotyeya modelo T-600 en la s empreaesa CIAUTO CIA. LTDA. RIobamba, Chimborazo, Ecuador.”*. 2012, pp. 24-36